

АВТОМОБИЛЬ

# АВТОМОБИЛЬ

ОПИСАТЕЛЬНЫЙ  
КУРС

М А Ш Г И З • 1 9 4 6



*ВОЕННАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ БРОНЕТАНКОВЫХ  
И МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ВОЙСК КРАСНОЙ АРМИИ имени И. В. СТАЛИНА*

---

Ф. М. ЖИГАРЕВ, В. К. ЖИЛИН, Г. В. ЗИМЕЛЕВ,  
А. И. МАМЛЕЕВ, Р. В. РОТЕНБЕРГ, Л. Ф. РУДАКОВ, А. К. ФРУМКИН

# АВТОМОБИЛЬ

## ОПИСАТЕЛЬНЫЙ КУРС

Под редакцией  
*проф. Г. В. ЗИМЕЛЕВА*

*Допущено Комитетом по делам высшей школы  
при Совете Министров СССР  
в качестве учебника для вузов*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МАШГИЗ—1946

В книге приведены основные сведения о назначении и принципах действия отдельных механизмов автомобиля, а также дано подробное описание устройства автомобиля и его агрегатов на примерах советских и импортных автомобилей.

Книга предназначается в качестве учебника для студентов автомеханических факультетов.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник, составленный коллективом преподавателей кафедры автомобилей Военной ордена Ленина Академии бронетанковых и механизированных войск Красной Армии имени И. В. Сталина, предназначен служить пособием студентам военных и гражданских вузов при изучении устройства автомобиля.

Требования, предъявляемые к инженеру автомобильной специальности, возрастают с каждым днём. Быстрое развитие автомобильной техники, громадный рост производства автомобилей и расширяющийся объём их применения в разнообразных областях народного хозяйства и в военном деле ставят перед инженерно-техническим персоналом автомобильных частей, предприятий и заводов всё более сложные и ответственные задачи.

Создание новых усовершенствованных образцов автомобилей, улучшение системы эксплуатации и обслуживания существующих машин, применение более эффективных и экономически целесообразных методов ремонта — всё это возможно лишь при условии глубокого изучения основных теоретических и прикладных дисциплин, являющихся базой для подготовки специалистов в области автомобильной техники.

Необходимой предпосылкой для такого изучения является отчетливое знание устройства современного автомобиля, его рабочих процессов и принципов действия.

Непрерывное совершенствование как всего автомобиля в целом, так и отдельных его механизмов и широкое многообразие конструктивных форм весьма многочисленных типов современных автомобилей не дают возможности ограничить изучение устройства автомобиля ознакомлением с материальной частью какого-либо одного или даже нескольких типов автомобилей.

Изучение устройства автомобиля должно быть поставлено так, чтобы учащийся мог получить достаточно широкие общие познания в этой области, которые позволили бы ему самостоятельно разбираться в разнообразных не изучавшихся им ранее типах автомобилей и ясно представлять принципы действия их механизмов.

Помимо изложения общих сведений по устройству и принципам действия автомобиля и его механизмов, план данного учебника предусматривает также и конкретизацию этих сведений на примерах существующих типовых конструкций, что может быть использовано учащимся в его дальнейшей практической работе. Однако сквозного описания устройства от-

дельных моделей автомобилей в учебнике не приводится; интересующиеся могут получить эти сведения в отдельных специальных руководствах, в наставлениях и заводских инструкциях по отдельным моделям автомобилей.

Вопросы эксплуатации автомобиля и ухода за ним затронуты в учебнике лишь в той мере, в какой это необходимо для углублённого понимания устройства и условий работы того или другого механизма. Более подробные сведения по этим вопросам можно получить в курсах эксплуатации и ремонта автомобиля.

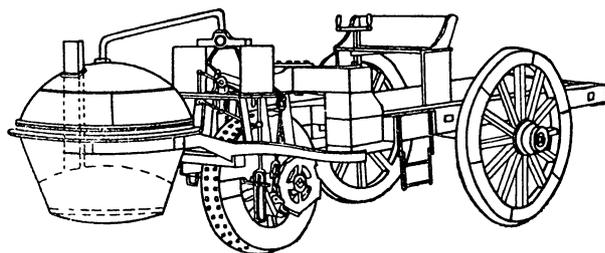
Поскольку данный учебник обобщает широкий комплекс вопросов по устройству автомобиля и может иметь отдельные методические недостатки, авторы обращаются к читателям с просьбой присылать свои замечания и указания, за что заранее приносят свою благодарность.

## ВВЕДЕНИЕ

### § 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ

Автомобиль [*αὐτός* — сам (греч.); *mobilis* — движущийся (лат.)] в том виде, как мы его знаем в настоящее время, является результатом длительной и напряжённой работы поколений инженеров, техников, конструкторов и изобретателей по развитию и усовершенствованию паровой повозки, построенной в 1769 г. французским военным инженером Кюньо (*Signot*) и предназначенной для перевозки артиллерийских грузов.

Паровой автомобиль Кюньо (фиг. 1) имел три колеса, причём переднее колесо являлось ведущим и управляемым. Паровой котёл с топкой помещался в передней части автомобиля; пар из него подавался к паро-



Фиг. 1. Паровой автомобиль Кюньо.

вой машине, состоящей из двух вертикальных цилиндров, поршни которой были связаны с ведущим колесом при помощи храпового механизма. Машина была весьма несовершенна и практического развития не получила. Тем не менее следует признать исключительно большое значение работы Кюньо, так как он первый доказал возможность создания автомобиля, т. е. самодвижущейся повозки, приводимой в движение установленным на ней двигателем. Идея создания парового автомобиля получила дальнейшее развитие в Англии, где первая половина XIX в. была ознаменована постройкой ряда автомобилей с паровыми двигателями (Тревитика, Гэрнея, Ганкок и др.), имевших уже некоторое практическое применение, главным образом в виде автобусов (фиг. 2).

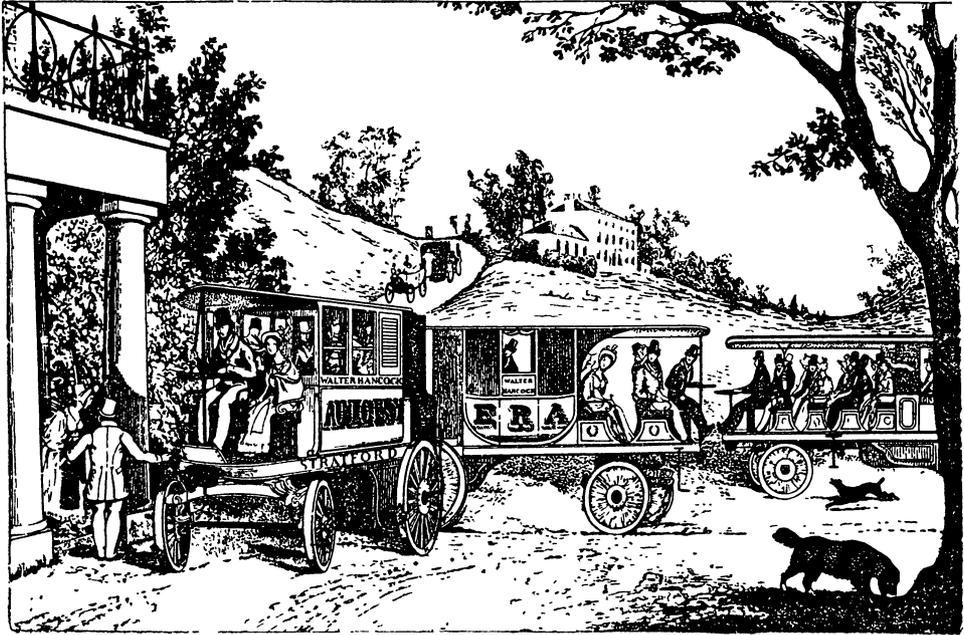
Широкого развития, однако, автомобили в тот период не получили по причинам как экономического, так и технического порядка, что, в частности, зависело от специфических особенностей парового двигателя, ограничивавших возможность его использования на автомобиле<sup>1</sup>.

В 1860 г. Ленуар построил первый практически работавший двигатель внутреннего сгорания. Этот двигатель был ещё весьма несовер-

<sup>1</sup> Следует отметить, что в настоящее время имеются оправдавшие себя попытки возродить идею парового автомобиля. Ряд выполненных конструкций автомобилей с паровыми двигателями обладает вполне удовлетворительными экономическими и техническими показателями.

шечен: он работал без предварительного сжатия. Рабочая смесь засасывалась на протяжении примерно половины хода поршня, после чего происходила вспышка; давление вспышки доходило до  $4 \text{ кг/см}^2$ .

Стремясь усовершенствовать двигатель внутреннего сгорания и используя идею инженера Бо-де-Роша, Отто в период 1862—1877 гг. разработал прославивший его четырёхтактный цикл двигателя внутреннего сгорания. В двигателях Отто смесь перед сгоранием подвергалась сжатию, в результате чего было значительно повышено тепловое использование горючего в двигателе. Одновременно Отто внёс ряд конструктивных улучшений и в общую схему двигателя внутреннего сгорания.



Фиг. 2. Паровые автобусы Ганкока.

Висзь созданный четырёхтактный двигатель внутреннего сгорания обеспечил возможность интенсивного развития автостроения.

В 1886 г. Бенц разработал трёхколёсный автомобиль с одноцилиндровым горизонтально расположенным двигателем внутреннего сгорания мощностью  $\frac{3}{4} \text{ л. с.}$  (фиг. 3). В 1887 г. Даймлер построил четырёхколёсный автомобиль, также с одноцилиндровым двигателем внутреннего сгорания (фиг. 4).

В обеих машинах привод к ведущим колёсам осуществлялся при помощи ремённой передачи.

В последующие годы происходили усовершенствование и постройка новых образцов автомобилей.

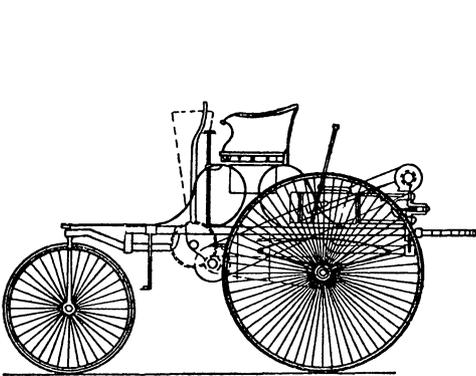
Одновременно с растущим применением на автомобиле двигателей внутреннего сгорания появляются автомобили с электрическими двигателями, питаемыми от аккумуляторных батарей, установленных на самом автомобиле. Однако автомобиль этого типа, ввиду ограниченности радиуса его действия, широкого распространения не получил (за исключением отдельных частных областей использования), но на первых этапах развития автостроения сыграл определённую роль в популяризации идеи механического транспорта.

Показателем быстрого темпа развития конструкции и производства автомобилей может служить то, что уже в 1894 г. был организован первый автомобильный пробег Париж—Руан на дистанцию 126 км, в котором принимало участие 102 автомобиля.

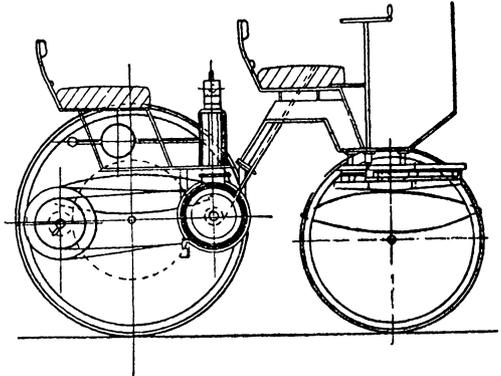
В 1895 г. была организована первая автомобильная гонка Париж — Бордо—Париж. Максимальная средняя скорость на этой дистанции, показанная автомобилем Панар—Левассор, достигла 24 км/час.

В эти же годы в Европе намечается переход от постройки отдельных образцов автомобилей к более или менее регулярному их производству, налаживаемому рядом фирм и заводов.

Пионером автостроения в Америке, где развитие автомобильной техники впоследствии достигло исключительно высокого уровня, следует считать Генри Форда, построившего свой первый автомобиль в 1892 г. и организовавшего затем массовый выпуск дешёвых автомобилей.



Фиг. 3. Трёхколёсный автомобиль Бенца с двигателем внутреннего сгорания.



Фиг. 4. Автомобиль Даймлера с двигателем внутреннего сгорания.

В течение первого десятилетия XX в. происходило дальнейшее весьма интенсивное усовершенствование конструкции автомобиля и повсеместное широкое развитие автомобильной промышленности.

К началу первой империалистической войны 1914—1918 гг. выработалась схема автомобиля, которая в основном сохранилась до настоящего времени; конструкция автомобиля и его механизмов непрерывно совершенствуется с целью общего повышения качества и увеличения надёжности работы автомобиля.

## § 2. СХЕМА СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ И ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ЕГО МЕХАНИЗМОВ

Существенное влияние как на общую схему автомобиля, так и на устройство его механизмов оказывает тип двигателя, установленного на автомобиле. Так как паровые и электрические автомобили имеют в настоящее время весьма малое распространение и основным типом является автомобиль, снабжённый двигателем внутреннего сгорания, в настоящем курсе подробно рассмотрен только этот тип автомобиля.

Современный автомобиль является сложной машиной, представляющей собой совокупность отдельных механизмов и устройств, взаимно связанных между собой. Конструкция деталей и взаимное расположение этих механизмов на автомобилях различных типов могут быть различными; на отдельных моделях могут быть установлены дополнительные механизмы для повышения эксплуатационных качеств машины, надёж-

ности и безопасности движения и удобства управления ею или имеющие какое-либо специальное назначение.

Однако принципы устройства и действия всех основных механизмов у подавляющего большинства автомобилей одинаковы, так же как и общая основная схема всего автомобиля в целом. Отдельные отклонения, встречающиеся, главным образом, в автомобилях специального назначения и специальной конструкции, будут рассмотрены ниже, в соответствующем разделе курса.

Каждый автомобиль снабжается кузовом, в котором располагается полезная нагрузка — пассажиры в легковых автомобилях, перевозимый груз — в грузовых; в последнем случае отдельно от помещения для перевозимого груза устанавливается кабина водителя. Кузовная часть автомобиля за исключением конструкций автомобиля с несущими кузовами (см. ниже, раздел VIII) непосредственно с работой основных механизмов автомобиля не связана. Поэтому для удобства изучения основных механизмов автомобиля и определения их назначения и взаимодействия целесообразно рассматривать общую типовую схему автомобиля, считая, что кузов с него снят.

Общие виды современного автомобиля показаны на фиг. 5. В передней части автомобиля установлен двигатель — источник энергии, необходимой для движения автомобиля, связанный при помощи ряда механизмов с задними ведущими колёсами.

Все механизмы автомобиля крепятся к раме, на которой устанавливается также и кузов.

Передние, управляемые, колёса могут поворачиваться на специальных цапфах вокруг вертикальной оси, чем обеспечивается возможность изменения направления движения автомобиля. Для остановки автомобиля или уменьшения его скорости служат тормозы, устанавливаемые обычно непосредственно у колёс автомобиля.

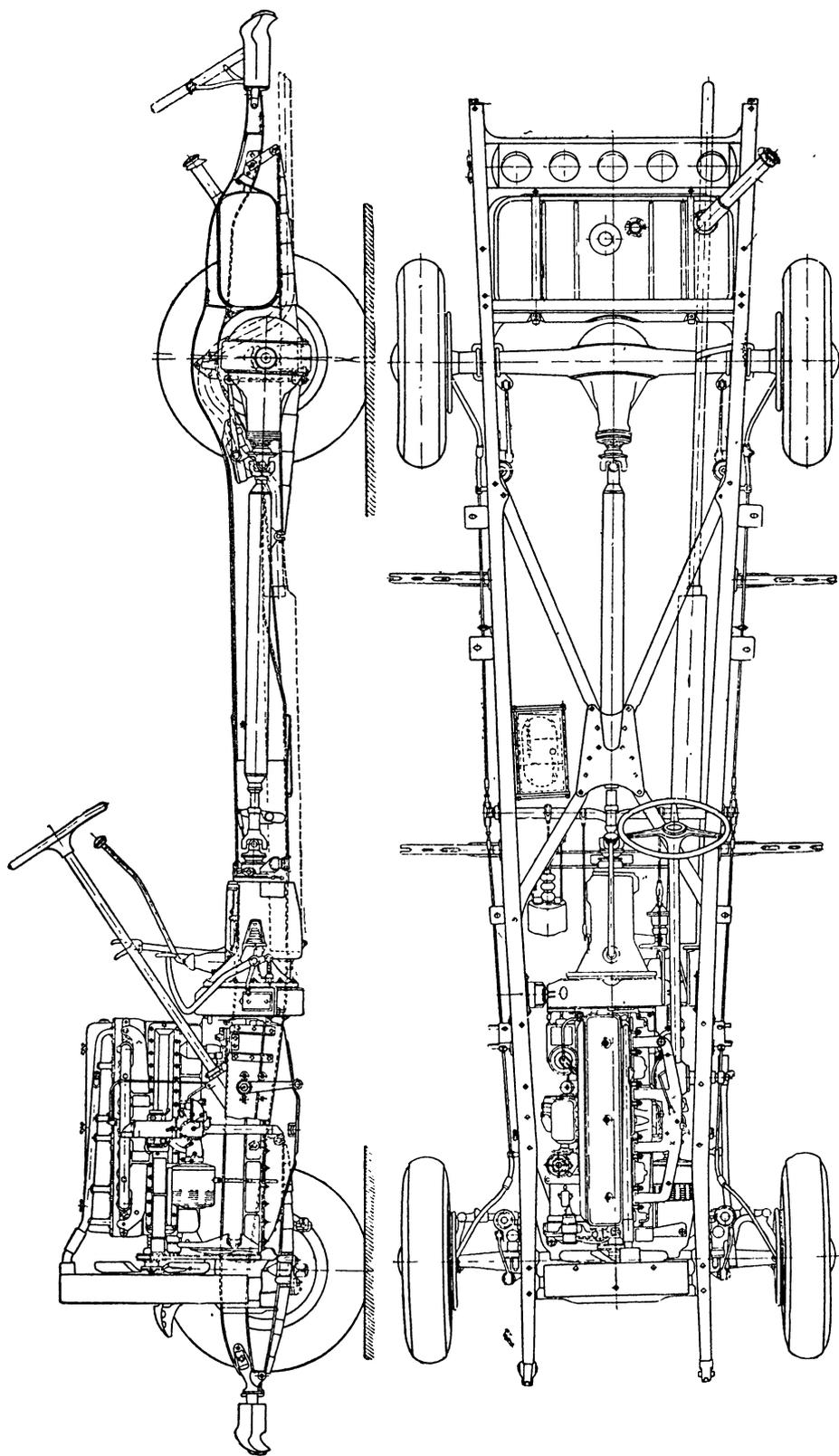
Все механизмы и устройства автомобиля (кроме кузова) можно разбить на следующие четыре основные группы (см. схемы фиг. 6).

1. Д в и г а т е л ь (или силовая установка) (см. фиг. 6, а), преобразующий тепловую энергию, выделяющуюся в процессе сгорания в его цилиндрах топлива, в механическую, необходимую для движения автомобиля. В результате этого преобразования коленчатый вал двигателя вместе с укрепленным на нём маховиком приводится во вращение, развивая соответствующий крутящий момент.

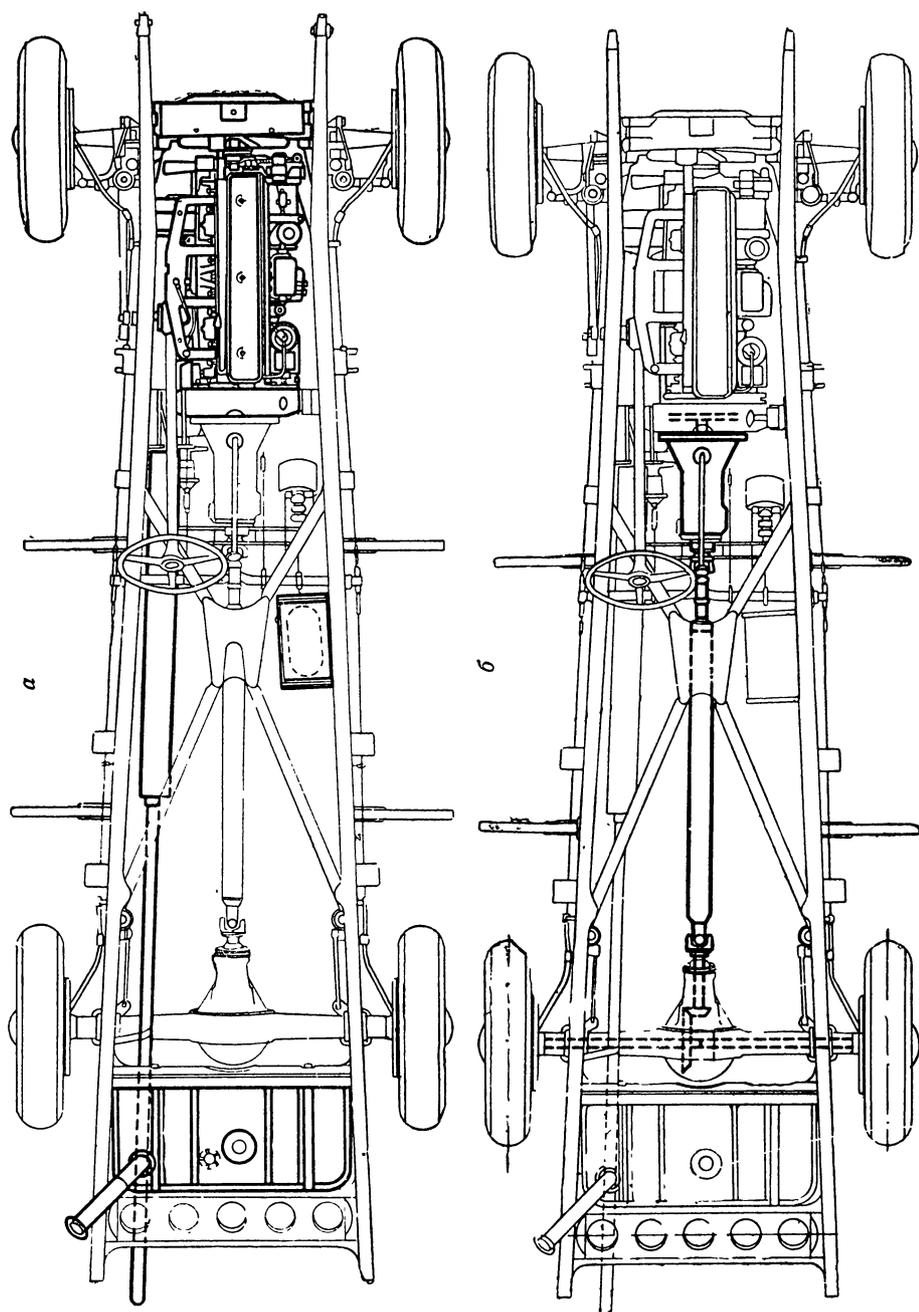
Двигатель снабжён рядом дополнительных приборов и устройств, необходимых для его работы; сюда относятся приборы системы питания (бензобак, бензонасос, карбюратор, топливные фильтры и воздухоочистители), приборы системы зажигания (аккумулятор, генератор, индукционная катушка, прерыватель-распределитель, свечи), приборы системы пуска (заводная рукоятка, стартер), приборы системы охлаждения (водяная помпа, радиатор, вентилятор), приборы системы смазки (масляный насос, маслоочиститель и фильтры), глушитель выхлопа, контрольные приборы и пр.

2. Т р а н с м и с с и я (или силовая передача) (см. фиг. 6, б), служащая для передачи крутящего момента (усилия) от вала двигателя к ведущим колёсам автомобиля. В трансмиссию входят следующие основные механизмы:

а) Коробка передач, которая даёт возможность при увеличении сопротивления движению автомобиля, например при движении на подъём, увеличивать крутящий момент, подводимый к ведущим колёсам. Это осуществляется включением той или другой пары зубчатых шестерён из набора, имеющегося в коробке передач, что позволяет изменять передаточные числа между валом двигателя и осью ведущих колёс.



Фиг. 5. Общий вид современного автомобиля со снятым кузовом.



Фиг. 6. Типовая схема автомобиля:  
а—силовая установка; б—силовая передача (трансмиссия).

б) Сцепление, представляющее собой фрикционную муфту, которая даёт возможность отъединять коробку передач от двигателя и затем плавно соединять их между собой, что необходимо для уменьшения ударных нагрузок на зубья шестерён коробки передач при их переключении.

в) Карданный вал, соединяющий коробку передач с главной передачей автомобиля. На концах карданного вала имеются гибкие карданные соединения (карданы), дающие возможность передавать крутящий момент от коробки передач к главной передаче при изменяющихся углах между валами последних. Изменение этих углов при движении автомобиля обусловлено тем, что коробка передач крепится на раме относительно жёстко, а задний мост, в котором установлена главная передача,— эластично, при помощи рессор.

г) Главная передача, которая изменяет под прямым углом направление передаваемого крутящего момента и одновременно служит для постоянного увеличения указанного момента с соответствующим уменьшением числа оборотов, передаваемых от двигателя к ведущим колёсам.

д) Дифференциал, который распределяет крутящий момент, передаваемый от главной передачи к ведущим колёсам, позволяя им в то же время вращаться с различными угловыми скоростями; это необходимо, в частности, при движении машины на поворотах, когда ведущие колёса автомобиля (правое и левое) должны в одинаковые отрезки времени проходить различные пути.

е) Полуоси, соединяющие дифференциал с правым и левым ведущими колёсами автомобиля.

3. Ходовая часть автомобиля (фиг. 6, в) состоит из рамы, служащей основанием для установки кузова и всех механизмов автомобиля, передней и задней осей (передний и задний мосты автомобиля), причём задний мост служит одновременно картером для главной передачи дифференциала и полуосей, рессор, эластично связывающих мосты с рамой, и колёс, снабжённых пневматическими шинами.

Рессоры и шины, участвуя в передаче нагрузки от рамы к полотну дороги, в то же время служат для смягчения толчков и ударов, воспринимаемых колёсами при движении по дороге; для гашения возникающих при этом колебаний применяются специальные приборы—амортизаторы.

4. Органы управления автомобилем (фиг. 6, г) подразделяются на две самостоятельные системы:

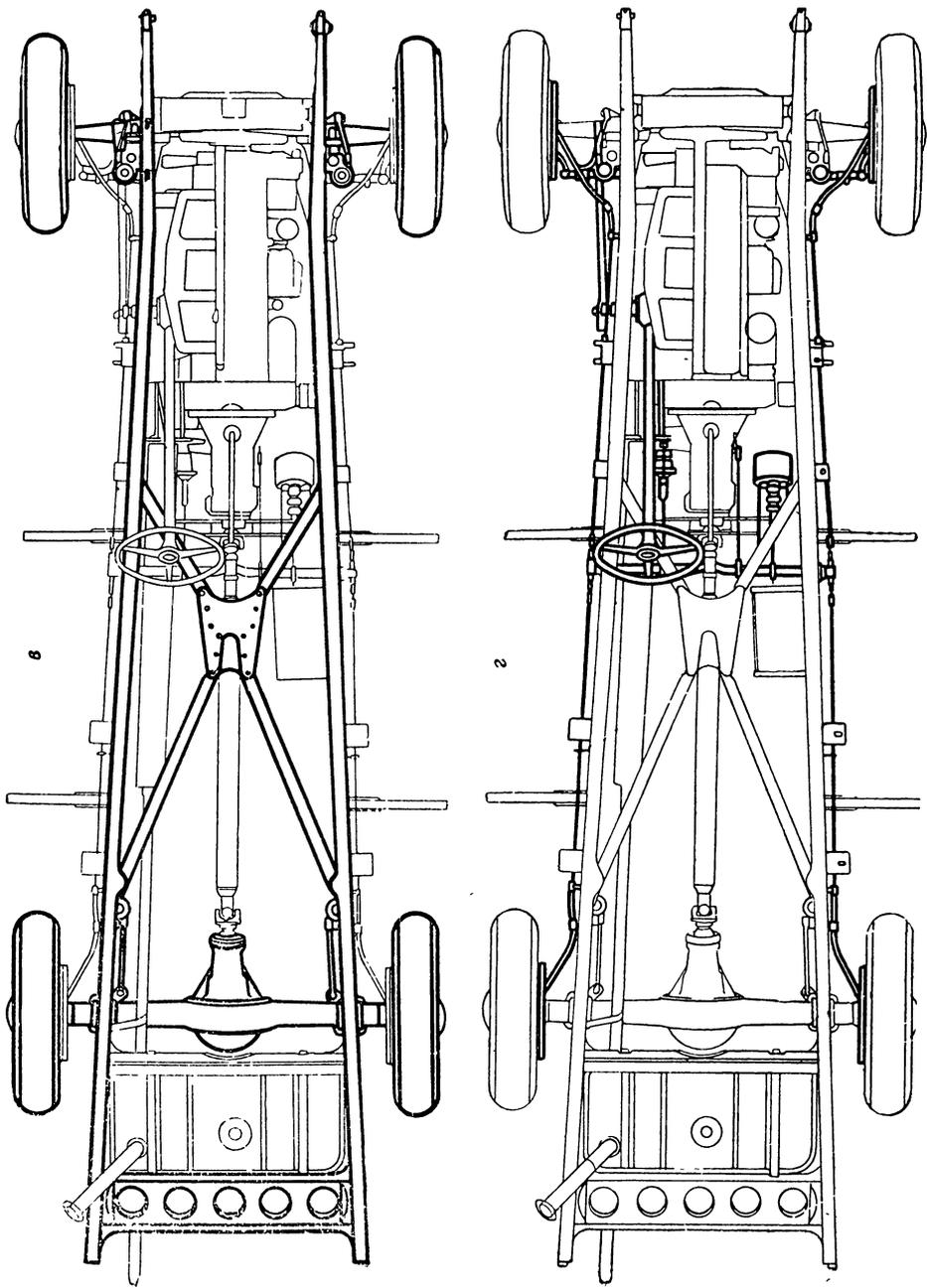
а) система рулевого управления, дающая возможность изменять направление движения автомобиля. В этой системе рулевой штурвал связан с передними управляемыми колёсами через рулевую передачу при помощи тяг и рычагов.

б) тормозная система, включающая тормозы, расположенные у колёс автомобиля, а иногда и у карданного вала, и привод к ним — от тормозной педали или рукоятки посредством гидравлических устройств или при помощи рычагов и тяг.

Органы управления остальных механизмов (двигателя, коробки передач и т. п.) отдельно не выделяются и рассматриваются совместно с тем механизмом, для обслуживания которого они предназначаются.

Совокупность всех механизмов и устройств автомобиля в сборе, за исключением кузова и двигателя, часто объединяется общим названием — шасси автомобиля.

подавляющее большинство строящихся и эксплуатируемых в настоящее время автомобилей выполнено по рассмотренной выше схеме типового автомобиля. Однако стремление улучшить эксплуатационные качества автомобилей и приспособить их для тех или других специальных областей использования вызывает непрерывные изменения и усовершен-



Фиг. 6: Типовая схема автомобиля:  
б—ходовая часть; 2—органы управления.

ствования как отдельных конструктивных элементов автомобиля, так и общей схемы его компоновки.

Вследствие этого наблюдается большое многообразие типов автомобилей и их конструктивного выполнения. Так, например, широкое распространение получили автомобили, в которых для повышения проходимости ведущими выполнены не только задние, но и передние колёса. Для повышения грузоподъёмности грузовых автомобилей широко применяются трёхосные схемы. Введение третьей оси в схему автомобиля способствует также при рациональной его конструкции повышению проходимости, особенно если все колёса выполнены ведущими. На некоторых автомобилях специального назначения управляемыми выполняют не только передние, но и задние колёса, что значительно уменьшает радиус поворота машины и, следовательно, улучшает её маневренность.

В современном автостроении наблюдается стремление отойти от принятого нормального расположения двигателя в передней части автомобиля. Ряд построенных автобусов, легковых и специальных автомобилей с задним расположением двигателя показал определённые преимущества по сравнению с автомобилями нормальной схемы; не исключено, что такие автомобили получат в дальнейшем более широкое распространение.

Приведёнными примерами отнюдь не исчерпываются возможные видоизменения нормальной схемы и конструктивного выполнения современного автомобиля. Главнейшие из этих видоизменений будут рассмотрены в соответствующих разделах учебника наряду с описанием общепринятых схем.

# РАЗДЕЛ I

## ДВИГАТЕЛЬ

---

### Глава I

## ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИП РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

### § 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Как было указано во введении к настоящему курсу, автомобили с паровыми и электрическими двигателями имеют в настоящее время весьма ограниченное применение, в связи с чем в данном учебнике рассматриваются лишь наиболее распространённые современные автомобильные двигатели — двигатели внутреннего сгорания.

Современные автомобильные двигатели внутреннего сгорания принято классифицировать по следующим основным признакам:

#### А. По числу тактов:

- 1) двигатели четырёхтактные, в которых рабочий процесс совершается за четыре хода поршня или за два оборота коленчатого вала;
- 2) двигатели двухтактные, в которых рабочий процесс совершается за два хода поршня или за один оборот коленчатого вала.

#### Б. По рабочему объёму (литражу):

- 1) малолитражные — с рабочим объёмом до 2 л;
- 2) среднего литража — с рабочим объёмом от 2 до 4 л;
- 3) большого литража — с рабочим объёмом свыше 4 л.

#### В. По числу цилиндров:

- 1) двухцилиндровые;
- 2) трёхцилиндровые;
- 3) четырёхцилиндровые;
- 4) шестицилиндровые;
- 5) восьмицилиндровые;
- 6) 12-цилиндровые;
- 7) 16-цилиндровые;
- 8) 24-цилиндровые.

#### Г. По расположению цилиндров:

- 1) двигатели с расположением цилиндров в один ряд;
- 2) двигатели с расположением цилиндров в два ряда, под углом друг к другу;
- 3) двигатели с звездообразным расположением цилиндров.

#### Д. По виду применяемого топлива:

- 1) двигатели, работающие на жидком тяжёлом топливе, удельный вес которого больше 0,85 (например газойль и соляровое масло);

2) двигатели, работающие на жидком лёгком топливе, удельный вес которого находится в пределах 0,75—0,85 (например бензин, дигроин, керосин, бензол);

3) двигатели, работающие на газообразном топливе.

Е. По давлению сжатия:

1) двигатели высокого сжатия (двигатели Дизеля);

2) двигатели низкого сжатия (карбюраторные, с непосредственным впрыском и др.).

Ж. По способу охлаждения:

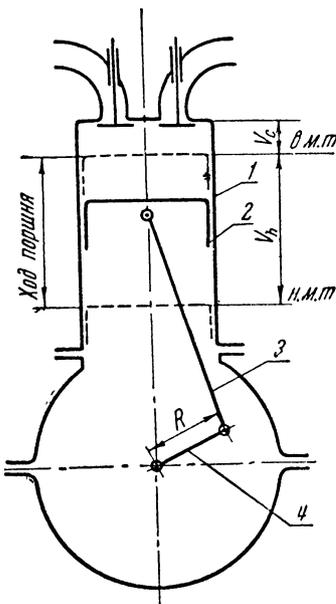
1) с водяным охлаждением;

2) с воздушным охлаждением.

## § 2. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

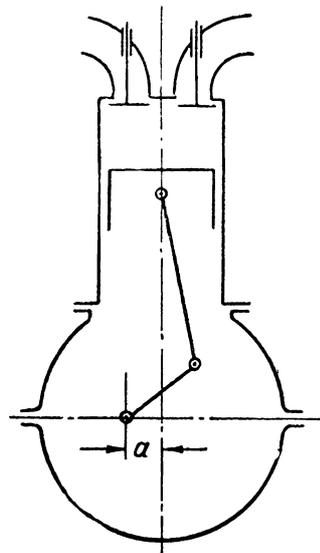
Прежде чем перейти к рассмотрению устройства и рабочего процесса автомобильного двигателя внутреннего сгорания, необходимо ознакомиться с основными понятиями и обозначениями, которые будут встречаться в дальнейшем.

На фиг. 7 представлена схема кривошипного механизма автомобильного двигателя внутреннего сгорания, у которого ось цилиндра пере-



Фиг. 7: Схема кривошипного механизма:

1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — шатун; 4 — коленчатый вал.



Фиг. 8. Схема дезаксиального кривошипного механизма.

секает ось коленчатого вала. Такой кривошипный механизм называется центральным или аксиальным.

Положение поршня, при котором он максимально удалён от оси коленчатого вала, называется верхней мёртвой точкой (в. м. т.). Положение поршня, при котором это расстояние достигает минимума, называется нижней мёртвой точкой (н. м. т.). Расстояние между указанными точками называется ходом поршня. Каждому ходу

поршня соответствует поворот коленчатого вала на  $180^\circ$  (полуоборот).  
Ход поршня равен удвоенному радиусу кривошипа:  $S=2R$ .

Кривошипный механизм, у которого ось вращения коленчатого вала смещена относительно оси цилиндра на некоторую величину  $a$  (фиг. 8), называется *дезаксиальным*<sup>1</sup> в отличие от аксиального—нормального. Ход поршня у дезаксиального кривошипного механизма больший, нежели у аксиального, и вычисляется по формуле:

$$S=R\left[\sqrt{\left(\frac{L}{R}+1\right)^2-\left(\frac{a}{R}\right)^2}-\sqrt{\left(\frac{L}{R}-1\right)^2-\left(\frac{a}{R}\right)^2}\right],$$

где  $R$  — радиус кривошипа;

$L$  — длина шатуна;

$a$  — величина дезаксации.

Объём, описываемый поршнем при движении от в. м. т. до н. м. т., называется *рабочим объёмом* цилиндра и обозначается  $V_h$ . Рабочий объём всего двигателя выражается в литрах и носит название *литража* двигателя. Литраж двигателя вычисляется по формуле

$$V_h = \frac{\pi D^3}{4 \cdot 10^3} \cdot S \cdot i, \text{ л,}$$

где  $D$  — диаметр цилиндра в см;

$S$  — ход поршня в см;

$i$  — число цилиндров.

Объём, образующийся над поршнем, когда последний находится в н. м. т., называется *полным объёмом* цилиндра и обозначается  $V_a$ . Объём, образующийся над поршнем, когда последний находится в в. м. т., называется *объёмом* камеры сжатия или *объёмом* камеры сгорания и обозначается  $V_c$ .

Следовательно, полный объём цилиндра  $V_a = V_h + V_c$ .

Отношение полного объёма цилиндра к объёму камеры сжатия называется *степенью сжатия*:  $\epsilon = \frac{V_a}{V_c}$ . Степень сжатия показывает, во сколько раз уменьшается объём рабочей смеси, поступившей в цилиндр, при её сжатии.

### § 3. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

На фиг. 9 представлен схематический разрез одноцилиндрового четырёхтактного двигателя. Двигатель состоит из ряда механизмов и систем: кривошипно-шатунного механизма, механизма газораспределения, системы питания, системы зажигания, системы охлаждения и системы смазки.

В кривошипно-шатунный механизм входят следующие детали: цилиндр, головка цилиндра, поршень, шатун, коленчатый вал с маховиком, закреплённым на его конце, и картер.

Горючая смесь, состоящая из паров топлива и воздуха, при ходе поршня вниз засасывается в цилиндр, а при обратном ходе поршня сжимается. Сжатая смесь воспламеняется электрической искрой. Образующиеся при горении газы, расширяясь, толкают поршень. Поршень, двигаясь вниз, передаёт воспринимаемое им давление газов через шатун коленчатому валу, заставляя последний вращаться. Затем поршень идёт

<sup>1</sup> Смещение оси коленчатого вала — дезаксаж — даёт более равномерное распределение боковых давлений поршня на стенки цилиндра.

вверх и выталкивает из цилиндра отработавшие газы, приготавливая цилиндр к впуску горючей смеси.

Таким образом, с одной стороны, кривошипно-шатунный механизм воспринимает давление расширяющихся газов при сгорании топлива и, с другой стороны, преобразовывает прямолинейное движение поршня в цилиндре во вращательное движение коленчатого вала.

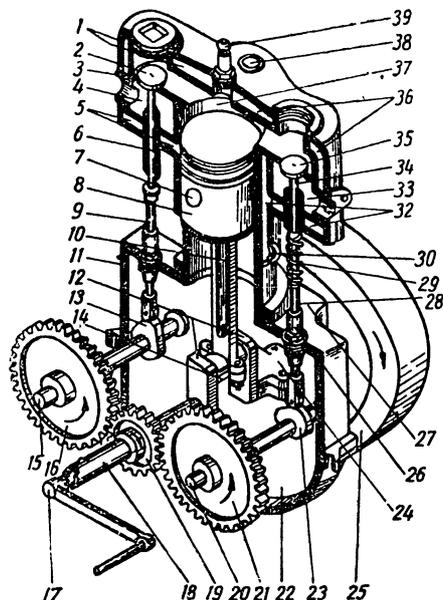
Для своевременного впуска в цилиндр горючей смеси и своевременного удаления отработавших газов служит газораспределительный механизм. Он состоит из клапанов, толкателей, распределительного вала и деталей привода к распределительному валу.

Поступающая в цилиндр горючая смесь предварительно готовится в специальном приборе — карбюраторе. При помощи насоса (в некоторых системах самотёком) топливо из топливного бака подаётся в карбюратор, в котором оно смешивается с воздухом в необходимой пропорции. Приготовленная в карбюраторе горючая смесь через всасывающую трубу поступает в цилиндр двигателя. Карбюратор, насос, топливный бак и всасывающая труба составляют систему питания двигателя.

Сжатая в цилиндре рабочая смесь<sup>1</sup> воспламеняется электрической искрой. Приборы, обеспечивающие получение электрического тока низкого напряжения (аккумулятор, генератор), приборы, преобразующие ток низкого напряжения в ток высокого напряжения (индукционная катушка, прерыватель), и приборы, подающие ток высокого напряжения к свече, помещённой в цилиндр (распределитель), составляют систему зажигания двигателя.

Стенки цилиндра и головки, нагревающиеся при работе двигателя до высокой температуры, должны охлаждаться. Для этой цели служит система охлаждения. В систему охлаждения большинства двигателей входят водяная рубашка цилиндров и головки, радиатор, водяной насос, вентилятор.

Для обеспечения подачи масла к трущимся деталям двигателя с целью уменьшения трения между ними служит система смазки, которая состоит из масляного резервуара, насоса, каналов для подачи масла и масляных фильтров.



Фиг. 9. Разрез одноцилиндрового четырёхтактного двигателя:

1, 5, 32, 36—водяная рубашка цилиндра и головки; 2 и 35 — клапаны; 3—седло клапана; 4—всасывающий трубопровод; 6—направляющая втулка клапана; 7—поршневой палец; 8—поршень; 9 и 28—толкатели клапанов; 10—шатун; 11 и 22—картер двигателя; 12—колено коленчатого вала (кривошип); 13 и 23 — кулачки распределительных валов; 14 — головка (крышка) шатунного подшипника; 15 и 20 — распределительные валы; 16 и 21 — распределительные шестерни; 17 — пусковая (заводная) рукоятка; 18 — коленчатый вал; 19 — распределительная шестерня коленчатого вала; 24 — коренной подшипник коленчатого вала; 25 — маховик; 26 — направляющая втулка толкателя; 29 — клапанная пружина; 30 — входное отверстие для воды в водяной рубашке; 33 — выхлопной трубопровод; 34 — стержень клапана; 37 — цилиндр; 38 — выходное отверстие для воды в водяной рубашке; 39 — свеча.

<sup>1</sup> Горючая смесь вместе с остаточными газами в цилиндре образует рабочую смесь.

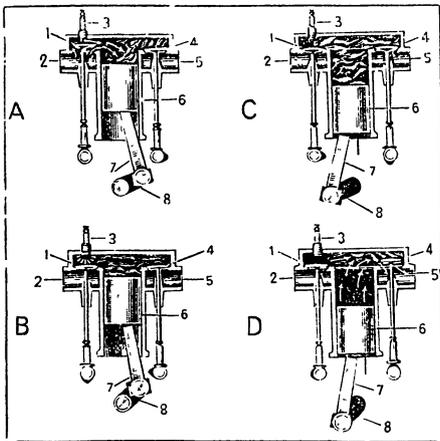
## § 4. РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ЧЕТЫРЁХТАКТНОГО КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Большинство автомобильных карбюраторных двигателей работает по четырёхтактному циклу<sup>1</sup>. Ц и к л о м называется совокупность последовательных процессов, периодически повторяющихся в каждом цилиндре двигателя. Процессы, происходящие в цилиндре двигателя, работающего по четырёхтактному циклу, последовательно повторяются через каждые четыре хода поршня, т. е. через два оборота коленчатого вала. В соответствии с процессом, протекающим в цилиндре при данном такте, каждый из четырёх тактов носит особое название:

- 1) такт всасывания,
- 2) такт сжатия,
- 3) такт расширения (или рабочий ход),
- 4) такт выхлопа.

Рассмотрим эти процессы на примере одноцилиндрового двигателя, работающего по четырёхтактному циклу.

**Т а к т в с а с ы в а н и я.** Поршень движется вниз от в. м. т. до н. м. т., создавая в полости цилиндра над поршнем разрежение (фиг. 10, А). При этом открывается впускной клапан и полость цилиндра сообщается через всасывающий трубопровод с карбюратором. Под влиянием разности давлений горячая смесь из карбюратора поступает в цилиндр. Давление в цилиндре во время такта всасывания зависит от ряда факторов: сопротивления всасывающего трубопровода, числа оборотов коленчатого вала и пр., и по величине колеблется для различных двигателей от 0,7 до 0,95 кг/см<sup>2</sup> (при работе двигателя на полной нагрузке, т. е. при полностью открытом дросселе).



Фиг. 10. Схема работы четырёхтактного двигателя:

А — всасывание; С — сжатие; В — рабочий ход; D — выхлоп. 1 — впускной клапан; 2 — всасывающая труба; 3 — свеча; 4 — выпускной клапан; 5 — выхлопная труба; 6 — поршень; 7 — шатун; 8 — коленчатый вал.

Степень наполнения цилиндра горячей смесью характеризуется коэффициентом наполнения, который представляет собой отношение объёма свежей смеси, засосанной за один ход поршня

(приведённой к нормальным атмосферным условиям), к рабочему объёму цилиндра. Для современных двигателей коэффициент наполнения лежит в пределах 0,75—0,85.

Температура засосанной смеси при работающем двигателе равна примерно 80—130°. Нагревание поступающей в цилиндр смеси происходит вследствие соприкосновения с нагретыми стенками деталей двигателя и смешивания с остаточными газами, имеющими высокую температуру. Чем большее количество горячей смеси будет всосано в цилиндр, тем больше тепла выделится при её сгорании и, следовательно, тем большую мощность сможет развить двигатель.

**Т а к т с ж а т и я.** По окончании такта всасывания при дальнейшем вращении коленчатого вала поршень движется вверх от н. м. т. до в. м. т., сжимая засосанную смесь (фиг. 10, С). При этом оба клапана закрыты.

<sup>1</sup> Четырёхтактный цикл впервые был предложен в 1861 г. французским инженером Бо-де-Роша; практически был осуществлен в 1876 г. в двигателе, запатентованном Отто.

При сжатии смеси увеличиваются давление и температура засосанной смеси, а чем они выше, тем с большей скоростью сгорает смесь и тем большую мощность может развить двигатель. Давление рабочей смеси достигает максимума в тот момент, когда поршень доходит до в.м.т. Величина давления в конце такта сжатия зависит в основном от степени сжатия и для различных карбюраторных двигателей колеблется в пределах 6—9 кг/см<sup>2</sup>. Температура смеси в конце такта сжатия приблизительно 300°.

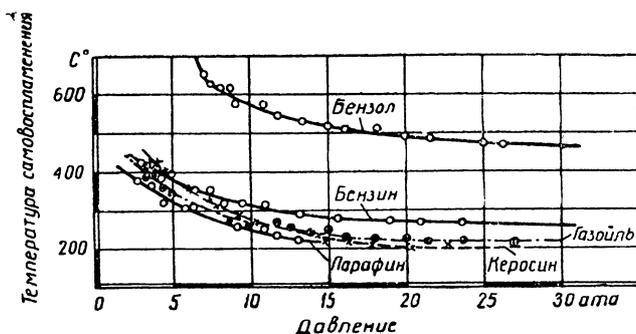
Степень сжатия современных карбюраторных двигателей  $\epsilon=4,5-7,5$ . В табл. 1 приводятся величины степени сжатия двигателей, установленных на некоторых автомобилях, эксплуатируемых в СССР.

Чем больше степень сжатия, тем больше давление и температура рабочей смеси в конце такта сжатия, тем большая мощность и экономичность может быть получена от двигателя. Однако увеличение степени сжатия карбюраторных двигателей допустимо лишь в известных пределах, так как при этом может наступить момент, когда при такте сжатия температура поднимается настолько, что произойдёт самовоспламенение рабочей смеси. Предельное значение величины степени сжатия должно быть таким, чтобы температура в конце такта сжатия была ниже температуры самовоспламенения. На фиг. 11 дан график температуры самовоспламенения различных топлив в зависимости от давления. Из графика видно, что из лёгких топлив, применяемых для карбюраторных двигателей, бензол имеет наиболее высокую температуру самовоспламенения.

Вторая причина, ограничивающая величину степени сжатия карбюраторных двигателей, — возникновение детонационных явлений при работе двигателя. Детонацией называют такое явление, когда в результате

Таблица 1

Марка автомобиля, на котором установлен двигатель	Степень сжатия двигателя
ГАЗ-М-1 . . . . .	4,6
ЗИС-5 . . . . .	4,7
Студебеккер US6 . . . . .	5,82
«Интернационал» М-5-6 . . . . .	6,1
Виллис МВ . . . . .	6,48
Шевроле G-7107 . . . . .	6,62
Форд-6 (2G8T) . . . . .	6,7
GMC CCKW-352 . . . . .	6,75



Фиг. 11. Температура самовоспламенения различных топлив в зависимости от давления.

большой скорости горения рабочей смеси давление в цилиндре возрастает почти мгновенно<sup>1</sup>. Нормальная скорость горения смеси в двигателе составляет примерно 20—30 м/сек, а при детонации скорость горения превосходит 2000—3000 м/сек. Явление детонации ещё недостаточно изуче-

<sup>1</sup> Скоростью горения называется скорость распространения фронта пламени по объёму камеры сгорания.

но и для его объяснения предложено много различных теорий. Наибольшее признание получила так называемая теория пероксидов. Сущность её заключается в следующем. Во время хода сжатия часть рабочей смеси под влиянием повышения давления и температуры химически видоизменяется, в результате чего образуются перенасыщенные кислородные соединения — пероксиды. Эти соединения химически неустойчивы и легко распадаются с большим выделением тепла. При распадении пероксидов такие же соединения образуются в соседних слоях, которые в свою очередь становятся очагами возникновения пероксидов, вследствие чего скорость образования пероксидов имеет прогрессивно возрастающий характер. В результате в течение очень короткого промежутка времени выделяется относительно большое количество энергии, т. е. имеет место горение взрывного характера.

Необходимо отметить, что возникновение детонационных явлений зависит не только от степени сжатия, но и от ряда других причин: качества топлива, конструктивных форм некоторых деталей двигателя, опережения зажигания и пр.

Способы борьбы с детонацией, крайне вредно отражающейся на двигателе, будут рассмотрены ниже (раздел II).

**Такт расширения (рабочий ход).** Сжатая рабочая смесь в в. м. т. воспламеняется электрической искрой, проскакивающей между электродами свечи (в это время, как и во всё время такта, оба клапана остаются закрытыми). При горении смеси выделяется большое количество тепла, вследствие чего температура и давление образующихся в цилиндре газов резко возрастают. Под воздействием давления продуктов сгорания поршень движется вниз и при помощи шатуна заставляет вращаться коленчатый вал (фиг. 10, B). Так как во время такта расширения газы совершают полезную работу, этот такт называют рабочим ходом.

Давление газов в начале рабочего хода (в. м. т.) составляет примерно 30—40 кг/см<sup>2</sup> и к концу рабочего хода, когда поршень достигает н. м. т., снижается до 4—5 кг/см<sup>2</sup>. Температура внутри цилиндра в момент вспышки достигает 1800—2000°.

**Такт выхлопа.** В конце рабочего хода, когда поршень достиг н. м. т., в цилиндре остаются отработавшие газы (продукты сгорания), которые необходимо оттуда удалить. Для этой цели служит четвёртый ход поршня — такт выхлопа. Во время такта выхлопа (фиг. 10, D) поршень движется вверх от н. м. т. до в. м. т. и выталкивает отработавшие газы через открытый выпускной клапан, выпускной трубопровод и глушитель (на фигуре не показан) в атмосферу.

Давление в цилиндре во время такта выхлопа составляет примерно 1,05—1,1 кг/см<sup>2</sup>, а температура выхлопных газов к концу выхлопа 700—800°.

Выше было показано, что в четырёхтактном двигателе за один цикл из четырёх ходов поршня только один ход — рабочий, а остальные три хода — подготовительные. Таким образом, в одноцилиндровом двигателе за два оборота коленчатого вала последний вращается непосредственно вследствие работы газов только в течение полуоборота. Остальные полтора оборота коленчатый вал вращается за счёт энергии, накопленной маховиком во время рабочего хода.

Очевидно, что во время рабочего хода скорость вращения маховика больше, чем во время трёх остальных ходов, когда маховик продолжает вращаться по инерции.

Для того чтобы несколько уменьшить неравномерность работы (вращения), на одноцилиндровом двигателе приходится устанавливать маховик значительных размеров.

Из-за невозможности получить равномерную работу одноцилиндрового двигателя, а также и по другим причинам, о которых будет сказано ниже, на автомобилях устанавливают двигатели с числом цилиндров не менее двух. В каждом цилиндре многоцилиндрового четырёхтактного карбюраторного двигателя происходят те же процессы и в той же последовательности, как показано выше, но рабочие ходы во всех цилиндрах проходят не одновременно. Например, у четырёхцилиндрового двигателя рабочий ход имеет место в одном из цилиндров через каждые полоборота коленчатого вала; у восьмицилиндрового двигателя — через четверть оборота. Чем больше цилиндров, тем равномернее работает двигатель и тем меньших размеров необходим маховик для достижения достаточно равномерной работы двигателя.

## §5. РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ДВУХТАКТНОГО КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

В двухтактном двигателе<sup>1</sup> цикл рабочего процесса происходит в течение двух ходов поршня, т. е. за один оборот коленчатого вала.

На фиг. 12 показана схема работы двухтактного двигателя. В цилиндре двигателя имеются три окна, которые в определённые моменты перекрываются поршнем. Окно 1 соединяется с карбюратором и служит для впуска в картер рабочей смеси. Через окно 2, соединённое с выхлопным патрубком, выпускаются отработавшие газы. Окно 3 служит для перепуска рабочей смеси из картера в цилиндр.

На фиг. 12, а показан момент, когда поршень идёт вверх, закрывая все окна, и начинает сжимать поступившую перед этим в цилиндр рабочую смесь. В это время под поршнем, в картере, образуется разрежение (у двухтактных двигателей этого типа картер герметичен). При дальнейшем движении поршня вверх открывается окно 1, и под влиянием атмосферного давления из карбюратора в картер поступает рабочая смесь (фиг. 12, б). При положении поршня, близком к в. м. т. (фиг. 12, в), сжатая в цилиндре рабочая смесь воспламеняется электрической искрой, и поршень под действием давления газов идет вниз. При ходе поршня вниз окно 1 перекрывается, и вслед затем происходит предварительное сжатие поступившей в картер смеси. В конце своего хода вниз поршень начинает открывать выпускное окно 2, через которое отработавшие газы устремляются через выхлопной трубопровод и глушитель в атмосферу, а затем и перепускное окно 3, через которое предварительно сжатая рабочая смесь устремляется из картера в цилиндр. Поток свежей рабочей смеси, заполняя цилиндр, выталкивает из него остатки отработавших газов (фиг. 12, г). Процесс выталкивания отработавших газов свежей рабочей смесью носит название продувки цилиндра, в соответствии с чем окно 3 часто называют продувочным.

Итак, в двухтактном двигателе при ходе поршня вверх происходит:

- 1) всасывание свежей рабочей смеси в картер двигателя;
- 2) сжатие ранее поступившей рабочей смеси в полости цилиндра;

при ходе поршня вниз:

- 1) рабочий ход и продувка в полости цилиндра;
- 2) сжатие свежей рабочей смеси в картере двигателя.

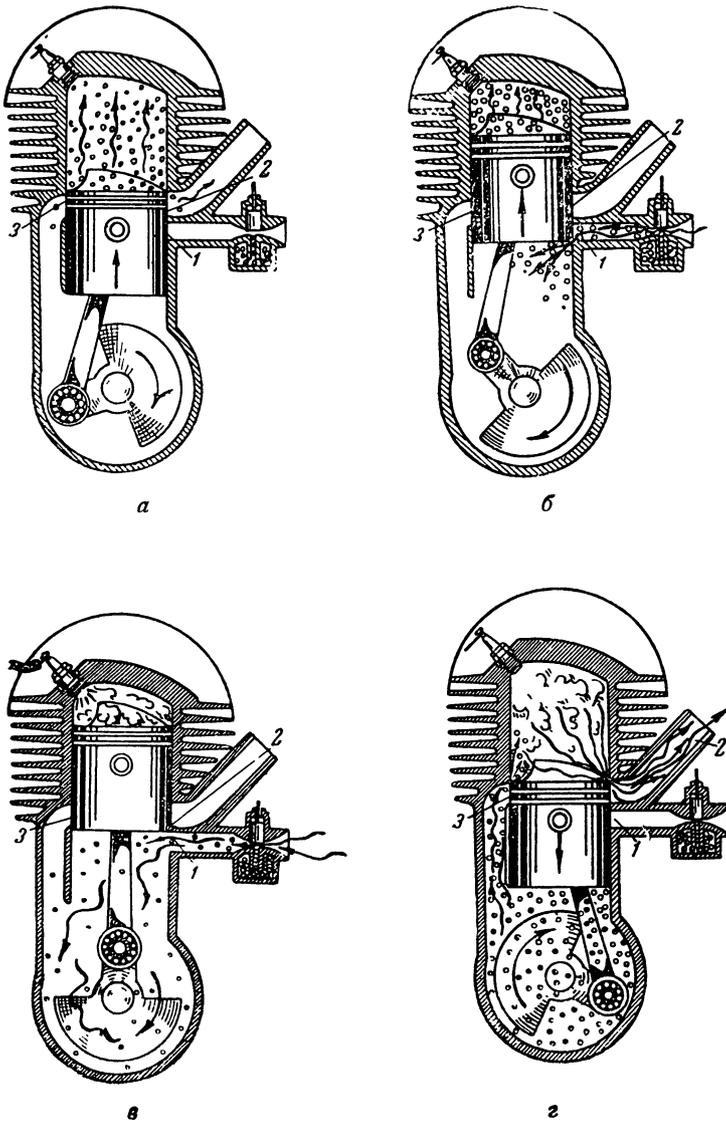
По сравнению с четырёхтактным двигателем двухтактный имеет следующие преимущества:

- 1) устройство его значительно проще вследствие отсутствия газораспределительного механизма, функции которого выполняет поршень;
- 2) рабочий ход происходит за каждый оборот коленчатого вала, поэтому двухтактный двигатель, имеющий такие же основные размеры и

<sup>1</sup> Двухтактный двигатель был изобретён в 1880 г. англичанином Клерком.

такое же число оборотов в минуту, как и четырёхтактный, теоретически должен давать вдвое большую мощность;

3) работа протекает равномернее вследствие более частого чередования рабочих ходов.



Фиг. 12. Схема работы двухтактного двигателя.

Вместе с тем двухтактный двигатель имеет и ряд недостатков; основные из них:

1) недостаточно хорошее удаление из цилиндра отработавших газов продувкой и частичный унос свежей смеси вместе с отработавшими газами во время продувки; по этой причине мощность двухтактного двигателя по сравнению с четырёхтактным (того же литража и при том же числе оборотов) увеличивается не в два раза, а приблизительно в 1,5—1,8 раза; в соответствии с этим двухтактный двигатель менее экономичен, чем четырёхтактный;

2) необходимость тщательной герметизации картера двигателя; при этом основная трудность заключается в осуществлении достаточно надёжного уплотнения коренных подшипников.

### § 6. РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ЧЕТЫРЁХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДИЗЕЛЯ

Двигатель Дизеля<sup>1</sup>, как и карбюраторный двигатель, в зависимости от конструкции может работать по четырёхтактному и двухтактному циклам.

Основное отличие двигателя Дизеля от карбюраторного двигателя заключается в следующем: в карбюраторном двигателе в цилиндры засасывается готовая горючая смесь, которая затем после сжатия воспламеняется электрической искрой; в двигателе Дизеля в цилиндры засасывается чистый воздух, который затем сжимается, после чего в цилиндр впрыскивается топливо, воспламеняющееся под влиянием высокой температуры сжатого воздуха.

Рассмотрим процессы, происходящие в двигателе Дизеля, работающем по четырёхтактному циклу. Схема четырёхтактного двигателя Дизеля представлена на фиг. 13.

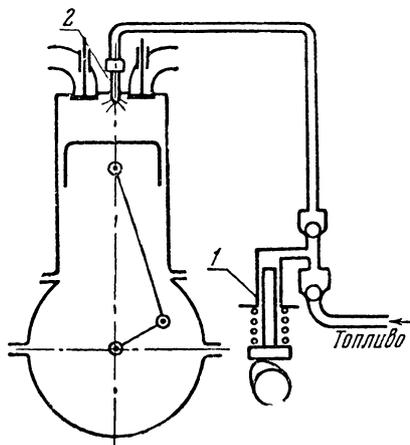
**Такт всасывания.** При такте всасывания поршень движется от в.м.т. к н. м. т., в силу чего через открытый впускной клапан в цилиндр поступает воздух.

**Такт сжатия.** При такте сжатия поршень движется от н. м. т. к в. м. т., оба клапана закрыты и засосанный в цилиндр воздух сжимается. Для того чтобы впрыснутое в среду сжатого воздуха топливо быстро воспламенилось, необходимо, чтобы температура сжатого воздуха была выше температуры самовоспламенения топлива на  $200\text{--}250^\circ$ . Высокая температура в конце сжатия достигается применением высоких степеней сжатия. Степень сжатия двигателя Дизеля колеблется в пределах  $12\text{--}20$ , т. е. в  $3\text{--}4$  раза превышает величину степени сжатия карбюраторного двигателя.

Применение такой высокой степени сжатия возможно благодаря тому, что в двигателе Дизеля сжимается не рабочая смесь, а воздух.

Давление в конце сжатия в двигателе Дизеля составляет  $30\text{--}40\text{ кг/см}^2$ , а в некоторых двигателях достигает  $70\text{ кг/см}^2$  (в случае применения наддува). Температура воздуха в конце сжатия обычно не ниже  $500\text{--}550^\circ$ , а в некоторых двигателях достигает  $800^\circ$ .

**Рабочий такт.** Во время рабочего такта поршень движется от в. м. т. к н. м. т. Оба клапана остаются закрытыми. В в. м. т. в цилиндр при помощи специального насоса 1 через форсунку 2 впрыскивается под большим давлением топливо (фиг. 13). Давление, под которым происходит впрыск топлива, во много раз превышает давление воздуха в камере сгорания. Это необходимо для тонкого распыливания и равномерного распределения капелек топлива в камере сгорания. Давление впрыска для разных двигателей колеблется от  $50$  до  $300\text{ кг/см}^2$ , а в не-



Фиг. 13. Схема четырёхтактного двигателя Дизеля.

<sup>1</sup> Изобретён Рудольфом Дизелем в 1892 г. Первый практически годный двигатель был построен Дизелем в 1897 г.

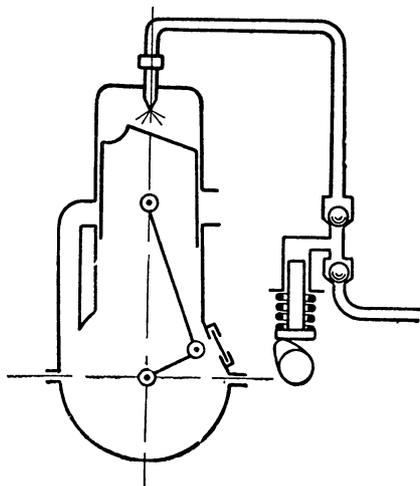
которых случаях достигает  $700 \text{ кг/см}^2$  и выше. Впрыснутое в мелко распылённом виде топливо распространяется в камере сгорания и, нагреваясь, воспламеняется, причём в процессе сгорания давление в цилиндре достигает  $60\text{--}100 \text{ кг/см}^2$  и выше (в зависимости от степени сжатия). На протяжении  $15\text{--}20\%$  хода поршня от в. м. т. к н. м. т. вследствие продолжающегося горения топлива давление в цилиндре остаётся примерно постоянным, а затем начинает снижаться.

**Такт выхлопа.** При такте выхлопа поршень движется от н. м. т. к в. м. т. и через открытый выпускной клапан выталкивает из цилиндра отработавшие газы.

В дальнейшем описанные процессы повторяются в той же последовательности.

## § 7. РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ДВУХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДИЗЕЛЯ

Рассмотрим работу двухтактного двигателя Дизеля. На фиг. 14 показана схема двухтактного двигателя Дизеля с кривошипно-камерной продувкой. Рабочий процесс в двигателе этого типа протекает в следующем порядке.



**Первый такт** — поршень движется от н. м. т. к в. м. т. (вверх). При ходе поршня вверх закрываются продувочные окна, причём над поршнем сжимается засосанный свежий воздух, а под поршнем в кривошипной камере происходит засасывание свежего воздуха через автоматические клапаны, открывающиеся в одну сторону.

**Второй такт** — поршень идёт от в. м. т. к н. м. т. (вниз). В в. м. т. в цилиндр впрыскивается (при помощи насоса высокого давления, через форсунку) мелко распылённое топливо, которое воспламеняется благодаря высокой температуре сжатого воздуха. Под влиянием расширения продуктов сгорания поршень идёт

Фиг. 14. Двухтактный двигатель Дизеля с кривошипно-камерной продувкой.

вниз, — начинается рабочий ход. Под поршнем в это время сжимается засосанный в кривошипную камеру воздух. При дальнейшем ходе поршня вначале открывается выпускное окно, через которое начинают выходить отработавшие газы, а затем открывается и перепускное окно, через которое из кривошипной камеры в цилиндр устремляется свежий воздух. При этом совершается продувка цилиндра, т. е. удаление отработавших газов и заполнение его свежим воздухом.

Таким образом в течение первого такта происходит:

Над поршнем: сжатие свежего воздуха  
Под поршнем: всасывание свежего воздуха

В течение второго такта происходит:

Над поршнем: рабочий ход и продувка  
Под поршнем: сжатие свежего воздуха

Очевидно, что двухтактный процесс двигателя Дизеля более совершенен, чем двухтактный процесс карбюраторного двигателя, так как продувка в двигателе Дизеля производится не рабочей смесью, а воздухом,

и, следовательно, нет потери топлива во время продувки, как это имеет место в карбюраторном двухтактном двигателе.

Описанная выше кривошипно-камерная продувка в дизелях применяется очень редко и только для маломощных двигателей. Причиной этого является несовершенство продувки такого типа, так как после неё в цилиндре остаются отработавшие газы в довольно большом количестве (до 20—30% от количества поступившего воздуха), что снижает мощность двигателя. В современных быстроходных двигателях Дизеля применяются специальные насосы, которые нагнетают воздух под значительным давлением в ресиверы, откуда воздух поступает для продувки в цилиндры.

\* \*

\*

Двигатели Дизеля обладают следующими преимуществами перед карбюраторными:

1. Благодаря высокой степени сжатия в двигателе Дизеля расход топлива в среднем на 30% меньше, чем у карбюраторных двигателей.

2. Рабочая смесь в двигателе Дизеля готовится путём механического распыливания топлива в воздушной среде, в результате чего обеспечивается достаточная однородность смеси и отпадает надобность в легко испаряющемся топливе. Поэтому в двигателях Дизеля можно использовать более тяжёлые сорта топлива, которые не находят применения в карбюраторных двигателях.

3. Применение тяжёлого топлива обеспечивает пожарную безопасность, что особенно важно для военных машин.

4. В двигателе Дизеля отсутствуют приборы зажигания.

К недостаткам двигателя Дизеля относятся следующие:

1. Высокие давления, возникающие в процессе работы двигателя Дизеля, вынуждают делать детали его более прочными, в результате чего увеличивается общий вес двигателя. Удельный вес автомобильных двигателей Дизеля, т. е. вес, приходящийся на 1 л. с., колеблется в пределах 5—12 кг/л. с. и превышает удельный вес карбюраторных двигателей на 30—70%.

2. Двигатели Дизеля по быстроходности уступают карбюраторным двигателям. Число оборотов коленчатого вала двигателя Дизеля обычно ограничивается 1800—2200 об/мин и редко 3000 об/мин. Это объясняется тем, что в этом двигателе затрачивается значительное время не только на сгорание топлива, но и на смесеобразование, которое происходит непосредственно в цилиндрах. В результате мощность, снимаемая с единицы рабочего объёма двигателя Дизеля, меньше, чем у быстроходных бензиновых двигателей, в силу чего габариты и вес двигателей Дизеля возрастают, что ограничивает область их применения, главным образом, грузовыми и специальными автомобилями.

3. Приборы для впрыска топлива сложны; насос высокого давления и форсунка требуют исключительной точности изготовления и поэтому дорого стоят.

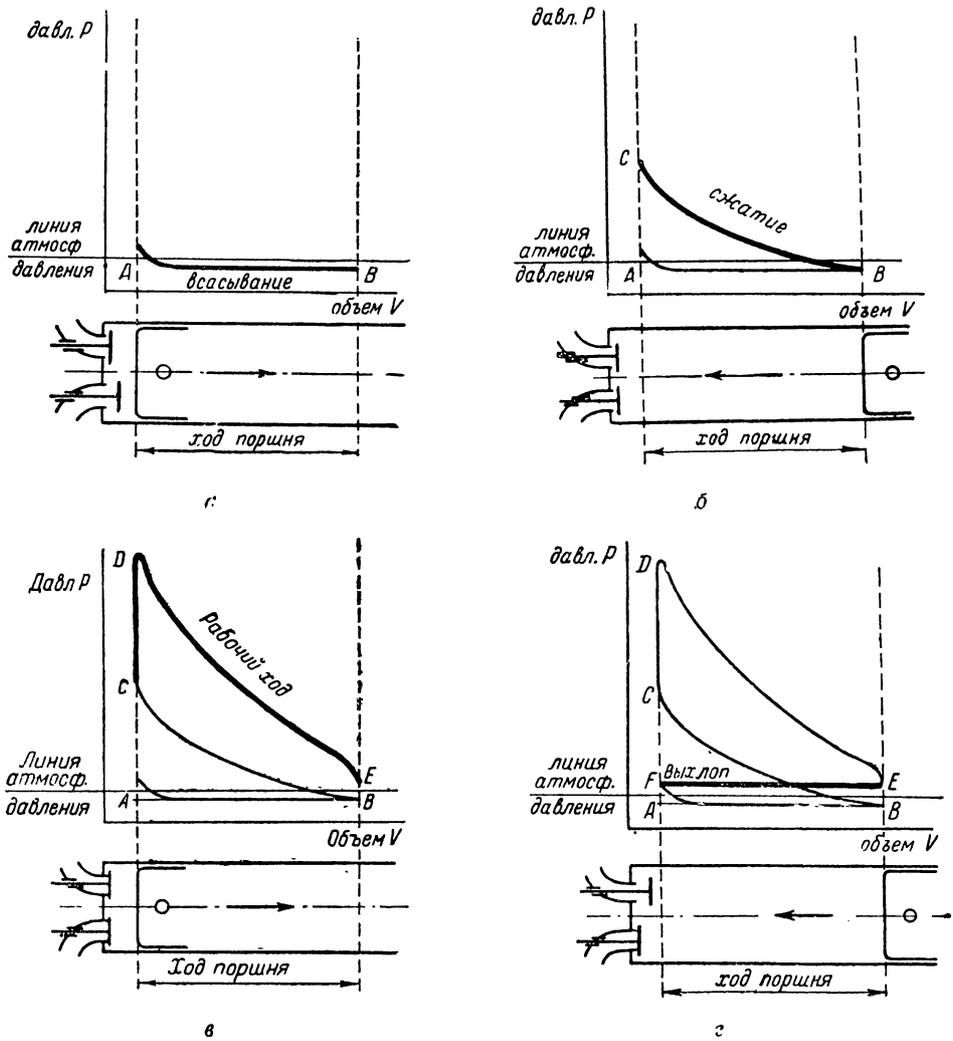
4. Запуск двигателя Дизеля от руки весьма затруднителен вследствие высокой степени сжатия. Поэтому необходимо иметь сильную и, следовательно, громоздкую аккумуляторную батарею для запуска при помощи стартера или специальное пусковое приспособление (инерционный стартер).

## § 8. ИНДИКАТОРНАЯ ДИАГРАММА

Рабочий процесс двигателя можно наглядно изобразить при помощи диаграммы, по оси ординат которой откладывается давление в цилиндре, а по оси абсцисс — объём цилиндра, соответствующий перемещению поршня.

Рассмотрим кривые изменения давлений в цилиндре, получающиеся на различных тактах для двигателя, работающего по четырёхтактному циклу Отто.

Первый такт — всасывание. Кривая всасывания  $AB$  изображена на фиг. 15,  $a$ . Она располагается ниже линии атмосферного давления, так как во время всасывания в цилиндре имеет место разрежение.

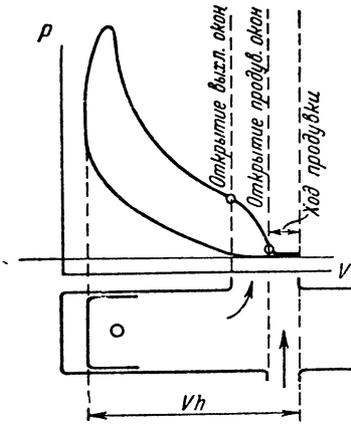


Фиг. 15. Индикаторная диаграмма цикла Отто:  
 $a$  — всасывание;  $б$  — сжатие;  $в$  — рабочий ход;  $г$  — выхлоп.

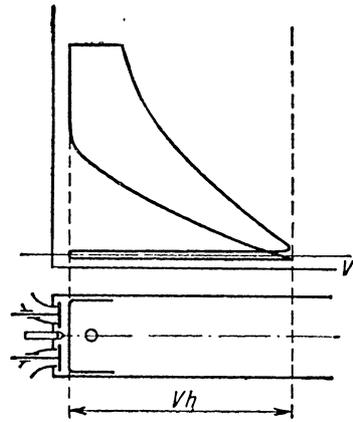
Второй такт — сжатие. Кривая сжатия  $BC$  изображена на фиг. 15,  $б$ . По мере уменьшения объёма цилиндра при ходе поршня к в. м. т. (при закрытых клапанах) давление в цилиндре увеличивается.

Третий такт — рабочий ход. Кривая рабочего хода дана на фиг. 15,  $в$ . У в. м. т. рабочая смесь в цилиндре воспламеняется электрической искрой. В связи с этим давление в цилиндре резко возрастает, что отмечается на диаграмме линией  $CD$ . Затем, по мере движения поршня к н. м. т., объём цилиндра увеличивается, а давление соответственно уменьшается (кривая  $DE$ ).

Четвёртый такт — выхлоп. Кривая выхлопа представлена на фиг. 15, *г*. Давление в цилиндре в это время несколько выше атмосферного, в соответствии с чем кривая давления выхлопа *EF* располагается выше линии атмосферного давления.



Фиг. 16. Индикаторная диаграмма двухтактного карбюраторного двигателя (рабочая).



Фиг. 17. Индикаторная диаграмма четырёхтактного двигателя Дизеля (теоретическая).

График, изображающий рабочий процесс двигателя и дающий представление о работе газов в цилиндре за цикл, называется индикаторной диаграммой. На фиг. 16, 17 и 18 приведены индикаторные диаграммы двухтактного карбюраторного двигателя, четырёхтактного и двухтактного двигателей Дизеля.

Индикаторная диаграмма снимается на работающем двигателе при помощи специального прибора — индикатора.

### § 9. ИНДИКАТОРНАЯ МОЩНОСТЬ

Мощность, развиваемая газами в цилиндре, называется индикаторной. Подсчёт индикаторной мощности двигателя можно произвести при наличии индикаторной диаграммы. Площадь индикаторной диаграммы пропорциональна работе газов за рабочий цикл.

Как известно, работа подсчитывается как произведение силы на путь:  $A = PS$ .

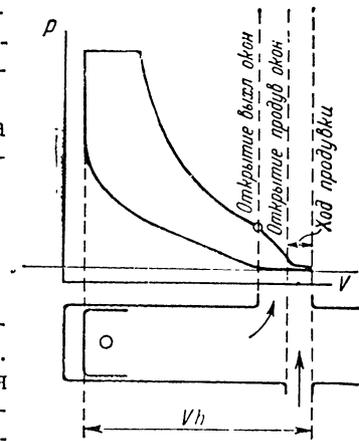
На индикаторной диаграмме по оси абсцисс откладывают величины объёма цилиндра, пропорциональные ходу поршня. Другими словами, по оси абсцисс отложены отрезки, которые в некотором масштабе представляют ход поршня, так как

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S,$$

где  $V$  — объём, описываемый поршнем;

$D$  — диаметр поршня;

$S$  — ход поршня.

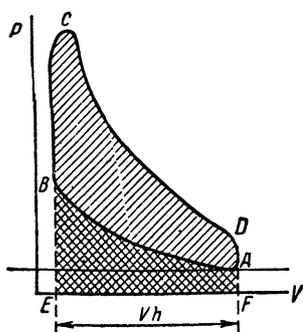


Фиг. 18. Индикаторная диаграмма двухтактного двигателя Дизеля (теоретическая).

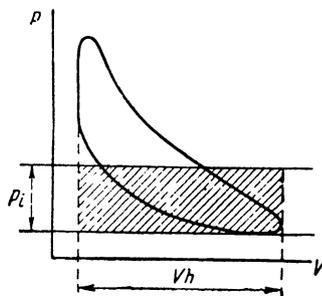
По оси ординат откладываются величины давления. Таким образом площади, заключённые между кривыми и осью абсцисс, пропорциональны работе двигателя. Площадь  $ECDF$  (фиг. 19) представляет собой работу газов за время рабочего хода, а площадь  $EBAF$  — работу, затрачиваемую на сжатие рабочей смеси. Следовательно, площадь индикаторной диаграммы  $ABCD$ , равная разности площадей  $ECDF$  и  $EBAF$ , представляет собой полезную работу газов за один цикл<sup>1</sup>.

Если площадь диаграммы  $ABCD$  заменить равновеликим прямоугольником, у которого основание пропорционально ходу поршня, то высота прямоугольника будет выражать так называемое среднее индикаторное давление  $p_i$  (фиг. 20), т. е. такое условное, постоянное по величине давление, которое, действуя на поршень в течение рабочего такта, даёт количество работы, равное работе, вычисленной по площади индикаторной диаграммы.

Теперь можно условно представить, что за время всего рабочего цикла на поршень постоянно действует средняя сила взамен переменных



Фиг. 19. К определению работы газов по индикаторной диаграмме.



Фиг. 20. Диаграмма среднего индикаторного давления.

по величине сил газов, имеющих в действительности. Для четырёхтактного двигателя, у которого один рабочий ход приходится на четыре хода поршня, такой средней силой, непрерывно действующей на поршень за время всего рабочего цикла, будет вычисленное нами среднее индикаторное давление, умноженное на величину площади поршня и делённое на число ходов, т. е. на 4:

$$P = \frac{p_i}{4} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \text{ кг.}$$

Работа газов за один оборот или за два хода поршня:

$$A = P \cdot 2S = \frac{p_i}{4} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 2S \text{ кгм.}$$

Мощность, т. е. работа в 1 сек.:

$$N = P \cdot 2S \cdot \frac{n}{60} = \frac{p_i}{4} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 2S \frac{n}{60} \text{ кгм/сек,}$$

где  $n$  — число оборотов в минуту.

<sup>1</sup> Работа, затрачиваемая в течение тактов всасывания и выхлопа, для упрощения не учитывается, так как по величине она незначительна.

Окончательно индикаторная мощность, выраженная в лошадиных силах, для всех цилиндров подсчитывается по формуле:

$$N_i = 0,87 D^2 S n p_i i \text{ л. с.},$$

где  $D$  — диаметр цилиндра в м;  
 $S$  — ход поршня в м;  
 $n$  — число оборотов в 1 мин.;  
 $p_i$  — среднее индикаторное давление в кг/см<sup>2</sup>;  
 $i$  — число цилиндров.

Чаще для вычисления индикаторной мощности применяется формула:

$$N_i = \frac{p_i V_h n}{900} \text{ л. с.},$$

где  $V_h$  — литраж двигателя.

Аналогично индикаторная мощность двухтактного двигателя подсчитывается по формуле:

$$N_i = 1,74 D^2 S n p_i i \text{ л. с.};$$

или

$$N_i = \frac{p_i V_h n}{450} \text{ л. с.}$$

Индикаторный коэффициент полезного действия. Тепловая энергия вводимого в цилиндр топлива не полностью превращается в механическую работу вследствие ряда причин: отдачи тепла в охлаждающую среду, неполного сгорания топлива и пр. Отношение количества тепла, эквивалентного работе газов в цилиндре, к теплу, подведённому в процессе работы, называется индикаторным коэффициентом полезного действия —  $\eta_i$ .

Величина индикаторного коэффициента полезного действия колеблется:

У карбюраторных двигателей . . . . . от 25 до 28%  
 У двигателя Дизеля . . . . . от 33 до 40%

### § 10. ЭФФЕКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ

Эффективной или действительной называется мощность, развиваемая на валу двигателя. Эффективная мощность меньше индикаторной, так как индикаторная мощность не может быть целиком использована вследствие того, что часть её затрачивается на трение в деталях двигателя, на насосные потери и на приведение в движение вспомогательных механизмов двигателя (органов газораспределения, охлаждения и т. п.).

Эффективная мощность современных двигателей составляет в среднем 0,8 индикаторной:

$$N_e = 0,8 N_i.$$

Отношение  $\frac{N_e}{N_i} = \eta_m$  называется механическим коэффициентом полезного действия двигателя. По величине этот коэффициент непостоянен и зависит от режима работы данного двигателя. С увеличением числа оборотов  $\eta_m$  уменьшается.

Величина  $p_e = p_i \eta_m$  называется средним эффективным давлением и составляет в среднем для карбюраторных двигателей 6,5 кг/см<sup>2</sup>, для двигателей Дизеля 6,0 кг/см<sup>2</sup>.

На основании среднего эффективного давления может быть подсчитана эффективная мощность двигателя по следующим формулам:

для четырёхтактного двигателя  $N_e = 0,87 D^2 S n p_e i$ , или  $\frac{p_e V_h n}{900}$ ;

для двухтактного двигателя  $N_e = 1,74 D^2 S n p_e i$ , или  $\frac{p_e V_h n}{450}$ .

## 11. ЭФФЕКТИВНЫЙ КОЭФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

Отношение количества тепла, превращённого в механическую работу на валу двигателя  $Q_2$ , ко всему количеству тепла, подведённому в процессе работы  $Q_1$ , называется эффективным или экономическим коэффициентом полезного действия:

$$\eta_e = \frac{Q_2}{Q_1}.$$

Подсчёт эффективного коэффициента полезного действия производится в следующем порядке:

Количество тепла, превращённого в механическую работу за 1 час:

$$Q_2 = 632 N_e,$$

где 632 — количество тепла в калориях, эквивалентное работе 1 л. с. в течение 1 часа;

$N_e$  — эффективная мощность двигателя.

Количество подведённого к двигателю тепла за 1 час:

$$Q_1 = H_u G_m,$$

где  $H_u$  — теплотворная способность 1 кг топлива (для бензина  $H_u = 10\,500$  кал.);

$G_m$  — часовой расход топлива в кг.

Таким образом

$$\eta_e = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{632 N_e}{H_u G_m}.$$

Эффективным коэффициентом полезного действия учитываются как тепловые, так и механические потери, вследствие чего он может быть выражен как произведение индикаторного и механического коэффициентов полезного действия

$$\eta_e = \eta_i \eta_m.$$

Величина эффективного коэффициента полезного действия колеблется у карбюраторных двигателей от 20 до 26%, у двигателей Дизеля от 26 до 35%.

## § 12. НАЛОГОВАЯ МОЩНОСТЬ

Для характеристики двигателя иногда приводится термин «налоговая мощность». Для её подсчёта в различных странах применяют разные формулы.

В Америке и Англии применяют формулу:

$$N_n = 0,4 D^2 i \text{ налоговых л. с.},$$

где  $D$  — диаметр цилиндра в дюймах;

$i$  — число цилиндров.

Та же формула при диаметре цилиндра, выраженном в мм, имеет вид:

$$N_n = \frac{D^2 i}{1613} \text{ налоговых л. с.}$$

В СССР и в ряде европейских стран, в том числе в Германии, пользуются формулой:

$$N = 0,3 i D^2 S \text{ налоговых л. с.,}$$

где  $i$  — число цилиндров;

$D$  — диаметр цилиндра в см;

$S$  — ход поршня в м.

Во Франции применяют формулу:

$$N_n = k D^2 S n i \text{ налоговых л. с.,}$$

где  $k$  — коэффициент, равный для одноцилиндрового двигателя 0,0002, двухцилиндрового — 0,00017, четырёхцилиндрового — 0,00015, шестицилиндрового — 0,00013;

$D$  — диаметр цилиндра в см;

$S$  — ход поршня в м.

$n$  — число оборотов в секунду.

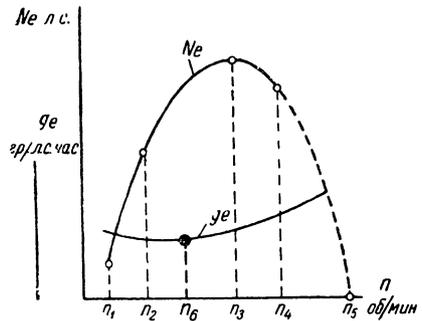
В Италии для подсчёта налоговой мощности пользуются формулой:

$$N_n = k D^2 i \text{ налоговых л. с.,}$$

где  $k$  — коэффициент, равный для легковых автомобилей 0,0525, для грузовых 0,035.

Все эти формулы не дают представления о фактической мощности двигателя, так как подсчитанная по ним мощность в некоторых случаях в 5 раз меньше действительной. Объясняется это тем, что формулы налоговой мощности получены из формулы эффективной мощности путём замены ряда параметров (в том числе и среднего эффективного давления  $p_e$ ) условным числовым коэффициентом, который по мере усовершенствования двигателей возрастает.

Налоговая мощность является официальным параметром, применяемым финансовыми органами при определении ставок налогов на автомобили. Многие фирмы обозначают мощность двигателей дробью, в которой числитель представляет собой налоговую мощность, а знаменатель — эффективную. Некоторые фирмы указывают в своих инструкциях и проспектах только налоговую мощность.



Фиг. 21. Внешняя характеристика двигателя.

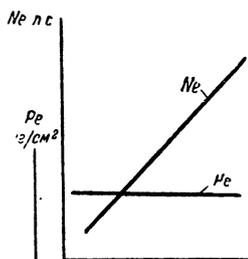
### § 13. ВНЕШНЯЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

Внешней характеристикой двигателя называются кривые изменения его эффективной мощности и удельного расхода топлива в зависимости от числа оборотов коленчатого вала при полной нагрузке, т. е. при полном открытии дросселя.

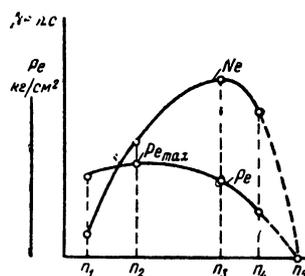
Внешняя характеристика двигателя представлена на фиг. 21. Кривая эффективной мощности  $N_e$  имеет начало при оборотах  $n_1$ . Это число

оборотов является минимальным, при котором двигатель может работать устойчиво при полной нагрузке (не следует смешивать с минимальными оборотами двигателя на холостом ходу, т. е. при отсутствии нагрузки). Для современных двигателей  $n_1 \approx 500-600$  об/мин. С увеличением числа оборотов, как видно из графика, мощность двигателя возрастает до максимума при  $n_3$ . Максимальная мощность и соответствующие ей обороты обычно и указываются в паспорте двигателя, в инструкциях и других документах.

При дальнейшем увеличении оборотов мощность двигателя уменьшается. В диапазоне оборотов от  $n_3$  до  $n_4 = (1,1-1,25) n_3$  падение мощности не столь значительно и поэтому число оборотов  $n_4$  может считаться рабочим. Дальнейшее увеличение оборотов ведёт к резкому падению мощности, и при числе оборотов  $n_5$  мощность двигателя снижается до нуля. На диапазоне оборотов от  $n_4$  до  $n_5$  двигатель не должен работать, так как при этом инерционные силы возвратно движущихся частей вырастают до опасных пределов, могущих привести к аварии двигателя.



Фиг. 22. Внешняя характеристика двигателя при  $p_e = \text{const}$ .



Фиг. 23. Кривая изменения среднего эффективного давления  $p_e$ .

Рассмотрим причины, вызывающие падение эффективной мощности двигателя с ростом оборотов свыше  $n_3$ . Из формулы эффективной мощности  $N_e = 0,87 D^2 S n p_e i$  следует, что если бы среднее эффективное давление  $p_e$  оставалось постоянным, то мощность  $N_e$  увеличилась бы пропорционально оборотам, что иллюстрируется графиком фиг. 22. В действительности же величина эффективного давления не остаётся постоянной по мере изменения числа оборотов двигателя. Обычно кривая  $p_e$  имеет вид, показанный на фиг. 23. Максимум  $p_e$  имеет место при некоторых средних оборотах  $n_2$ . При числе оборотов менее  $n_2$  несколько снижается  $p_e$ , что объясняется увеличивающимися потерями тепла в окружающую среду в связи с увеличением продолжительности рабочего цикла. При числе оборотов выше  $n_2$  также снижается  $p_e$ , причём падение  $p_e$  продолжается до числа оборотов  $n_5$ , при котором  $p_e = 0$ . Убывание величины  $p_e$  в диапазоне числа оборотов  $n_2-n_5$  объясняется в основном двумя причинами:

- 1) уменьшением коэффициента наполнения по мере роста числа оборотов двигателя;
- 2) возрастанием потерь на трение.

Удельным расходом топлива, кривая которого нанесена на графике фиг. 21, называется величина расхода топлива в граммах на 1 л. с. в час и обозначается  $q$  г/л с.-ч. Минимум удельного расхода топлива при числе оборотов  $n_6$  обычно указывается в паспортных данных двигателя. По этой величине можно до некоторой степени судить об экономичности двигателя.

Величина минимального удельного расхода топлива при полной нагрузке у современных автомобильных двигателей лежит в пределах:

1) для карбюраторных двигателей 240—280 г/л. с.-ч.,

2) для двигателей Дизеля 180—230 г/л. с.-ч.

Внешняя характеристика двигателя может быть получена при испытании его на специальном тормозном стенде. При этом обычно замеряется крутящий момент на валу двигателя. Эффективная мощность подсчитывается по формуле:

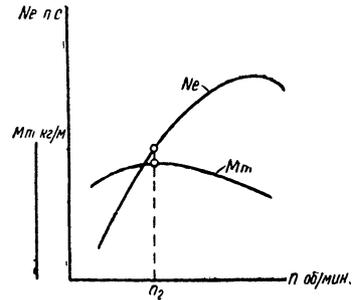
$$N_e = \frac{M_m n}{716,2} \text{ л. с.},$$

где  $M_m$  — крутящий момент на валу двигателя в кгм;

$n$  — число оборотов двигателя, соответствующее замеренному крутящему моменту.

Максимальная величина крутящего момента и соответствующее ей число оборотов обычно приводятся в паспортных данных двигателя.

Кривая крутящего момента изображена на фиг. 24. По характеру протекания она повторяет кривую среднего эффективного давления, отличаясь от неё лишь масштабом. Максимум  $M_m$  и максимум  $p_e$  соответствуют одному и тому же числу оборотов двигателя.



Фиг. 24. Кривые изменения мощности и крутящего момента двигателя.

## Г л а в а II

### ЦИЛИНДРЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

#### § 1. УСТРОЙСТВО ЦИЛИНДРА

Рабочий процесс протекает в цилиндре двигателя. Стенки цилиндра являются направляющими поверхностями для поршня при его возвратно-поступательном движении.

Устройство цилиндра показано на фиг. 25. Внутренняя поверхность цилиндра 1, вдоль которой движется поршень, называется з е р к а л о м ц и л и н д р а. Зеркало цилиндра должно быть тщательно обработано для уменьшения трения поршня и колец. Цилиндр в верхней части закрывается крышкой (головкой) 3, которая крепится к нему при помощи шпилек и гаек или болтов. В головке размещается камера сгорания 4. В головку же ввёртывается свеча зажигания. Для обеспечения надлежащей герметичности между головкой и цилиндром помещается специальная прокладка 5.

В случае водяного охлаждения двигателя цилиндр, а также его головка окружены водяной рубашкой 2. Если двигатель охлаждается воздухом, то цилиндр и головка снабжаются рёбрами, которые увеличивают поверхность охлаждения. Цилиндр с воздушным охлаждением показан на фиг. 26.

При нижнем расположении клапанов цилиндр имеет с боковой стороны приливы, в которых размещены два канала; по одному из них происходит впуск рабочей смеси, а по другому — выпуск отработавших газов.

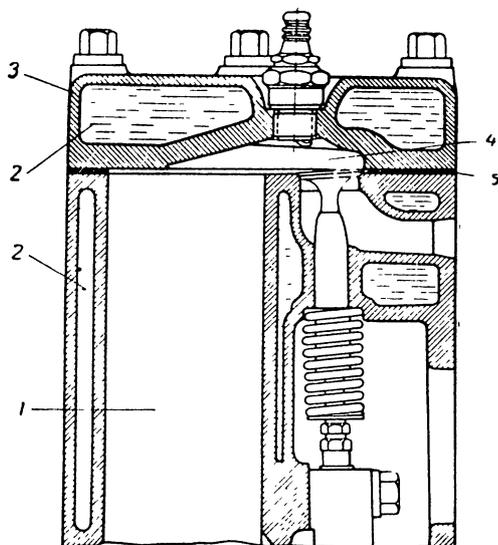
При верхнем расположении клапанов впускные и выпускные каналы помещаются в головке цилиндра.

## § 2. ЧИСЛО И РАСПОЛОЖЕНИЕ ЦИЛИНДРОВ

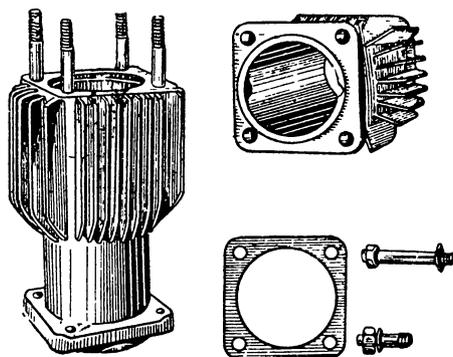
На современных автомобилях устанавливают двигатели с числом цилиндров не менее двух. Одноцилиндровые двигатели в настоящее время на автомобилях совершенно не применяются в основном по следующим причинам:

- 1) невозможно обеспечить достаточную равномерность работы двигателя;
- 2) неуравновешенность сил инерции, возникающих при возвратно-поступательном движении поршня, вызывает вибрации автомобиля.

Наибольшее распространение получили двигатели с числом цилиндров от двух до восьми. Реже применяются 12-цилиндровые и в единичных случаях встречаются



Фиг. 25. Цилиндр автомобильного двигателя с водяным охлаждением: 1 — зеркало цилиндра; 2 — водяная рубашка; 3 — головка цилиндра; 4 — камера сгорания; 5 — прокладка.



Фиг. 26. Цилиндр автомобильного двигателя с воздушным охлаждением.

16- и 24-цилиндровые (только на автомобилях высокого класса и гоночных).

Цилиндры многоцилиндровых двигателей располагаются в один или два ряда. В первом случае все цилиндры устанавливают вертикально или горизонтально в один ряд (линейное расположение). Во втором случае цилиндры располагают в два ряда под углом друг к другу в 45, 60, 90 или 180° (цилиндры расположены горизонтально по обе стороны коленчатого вала).

Двигатели с двухрядным расположением цилиндров под углом друг к другу менее 180° называются V-образными; при расположении под углом 180° — оппозитными.

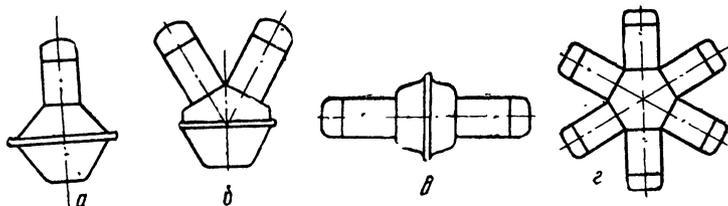
В исключительно редких случаях на автомобилях устанавливают двигатели с звездообразным расположением цилиндров. Схемы двигателей с различным расположением цилиндров показаны на фиг. 27.

Величина угла между цилиндрами зависит от числа цилиндров и выбирается так, чтобы вспышки в цилиндрах происходили через равные промежутки времени. При двухрядном расположении цилиндров значительно уменьшается общая длина двигателя, а следовательно, и длина отдельных его деталей, например коленчатого вала, кулачкового вала, картера, вследствие чего прочность последних увеличивается. Поэтому двигатели с большим числом цилиндров, как правило, выполняются двухрядными.

Другое преимущество двухрядного расположения цилиндров — возможность снижения общей высоты двигателя, что крайне важно в отношении улучшения обзора из кабины водителя. В этом отношении на первом месте стоят двигатели с горизонтальным расположением цилиндров, как, например, у автомобиля Краупп. Большое распространение получили двигатели с горизонтальным расположением цилиндров на автобусах (автобусы Уайт, Хеншель и др.) из-за удобства общей компоновки машины.

Некоторым недостатком двухрядного расположения цилиндров является относительное увеличение ширины двигателя.

Двигатели двух-, четырёх- и восьмицилиндровые выполняются как с однорядным, так и двухрядным расположением цилиндров.



Фиг. 27. Схемы расположения цилиндров двигателей:  
*а* — однорядное; *б* — двухрядное V-образное; *в* — двухрядное  
 оппозитное; *г* — звездообразное.

Шестицилиндровые двигатели выполняются только с однорядным расположением цилиндров, а 12- и 16-цилиндровые только с двухрядным расположением цилиндров.

### § 3. БЛОК ЦИЛИНДРОВ

В начале развития автомобильной техники применялись многоцилиндровые двигатели с отдельно отлитыми цилиндрами, которые крепились своими фланцами к общему картеру.

Помимо простоты изготовления преимуществом такой конструкции является возможность замены отдельных цилиндров в случае повреждения одного из них.

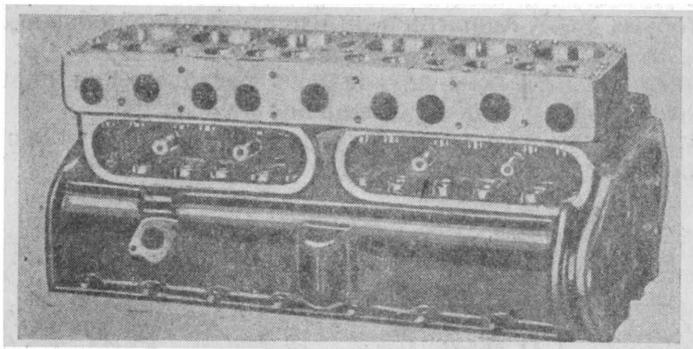
Наряду с положительными качествами эта конструкция обладает некоторыми недостатками: двигатель получается громоздким из-за увеличения длины, что в свою очередь вызывает значительное увеличение веса; усложняются детали для подвода воды, всасывающие и выхлопные трубы и т. д. Кроме того, при такой конструкции трудно обеспечить параллельность осей всех цилиндров. Жёсткость конструкции также недостаточна. Из-за перечисленных недостатков такая конструкция двигателей на современных автомобилях применяется крайне редко, лишь для некоторых конструкций двигателей с воздушным охлаждением.

У современных двигателей цилиндры отливаются в общем блоке (моноблок). Отливка такой сложной детали стала возможной благодаря усовершенствованию технологии производства. Обычно моноблок отливается вместе с верхней частью картера, что обеспечивает большую жёсткость всей конструкции.

В качестве примера моноблочной конструкции на фиг. 28 показан блок шестицилиндрового двигателя Студебеккер.

При двухрядном расположении цилиндры иногда отливаются в двух блоках, причём оба они крепятся болтами или шпильками к общему картеру.

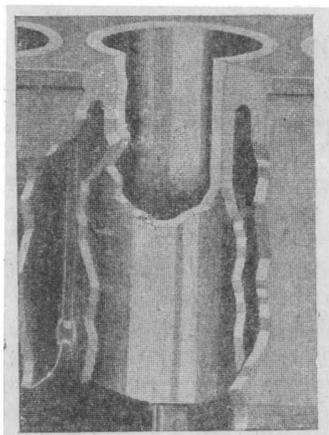
Основной недостаток моноблочной конструкции — необходимость замены всего блока в случае повреждения одного из цилиндров. Для устранения этого недостатка на некоторых двигателях применяют вставные гильзы цилиндров. При такой конструкции можно, когда в этом появляется необходимость, заменять гильзы в отдельных цилиндрах.



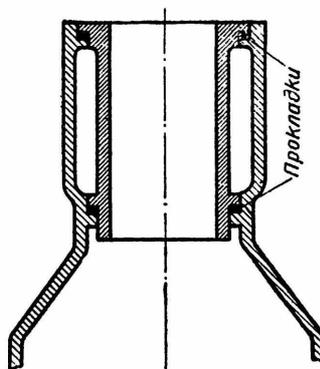
Фиг. 28. Блок цилиндров двигателя Студебеккер.

На фиг. 29 показана часть блока двигателя «Интернационал» с запрессованной в него гильзой цилиндра. В данном случае гильза запрессована в расточенный цилиндр и не омывается охлаждающей всдой. Такая гильза называется сухой.

На фиг. 30 показан другой способ запрессовки гильзы, при котором она омывается охлаждающей водой. Такая гильза называется мокрой. При запрессовке мокрой гильзы особое внимание уделяется её уплотне-



Фиг. 29. Блок двигателя «Интернационал» с запрессованной в него гильзой цилиндра.

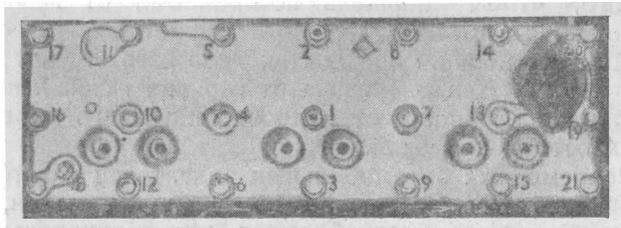


Фиг. 30. Блок двигателя с запрессованной гильзой цилиндра, омываемой охлаждающей водой.

нию в блоке, с тем чтобы устранить возможность протекания воды в картер или в цилиндр, для чего применяются специальные резиновые прокладки.

В большинстве случаев материалом для блока цилиндров служит мелкозернистый серый чугун. Гильзы изготавливаются из мелкозернистого чугуна, а в некоторых случаях, с целью уменьшения их износа, применяют сталь. Иногда для облегчения веса всего двигателя при применении гильз блок цилиндров отливают из алюминиевого сплава.

Головка блока цилиндров для обеспечения достаточной плотности крепится к блоку при помощи большого количества шпилек. Затяжка шпилек должна производиться в определённом порядке во избежание



Фиг. 31. Порядок затяжки шпилек головки блока цилиндров двигателя Додж.

коробления головки блока и неплотного прилегания прокладки. На фиг. 31 показан порядок затяжки шпилек головки шестицилиндрового двигателя Додж.

### Глава III

## ШАТУННО-ПОРШНЕВАЯ ГРУППА

В шатунно-поршневую группу входят: 1) поршень, 2) поршневые кольца, 3) поршневой палец, 4) шатун.

### § 1. ПОРШНИ

Усилия, воспринимаемые поршнем от давления газов при рабочем ходе, весьма значительны. Если принять давление газов в начале рабочего хода равным  $40 \text{ кг/см}^2$ , а диаметр поршня равным, например,  $90 \text{ мм}$ , то усилие от давления газов на днище поршня составит около  $2500 \text{ кг}$ . Чтобы воспринять такую нагрузку, поршень должен быть достаточно прочным.

При равномерном вращении коленчатого вала поршень в цилиндре движется с переменной скоростью: в верхней и нижней мёртвых точках скорость поршня равна нулю, а примерно в середине хода достигает своего максимума. Таким образом поршень в цилиндре движется неравномерно — с положительным или с отрицательным ускорением, и, следовательно, при этом возникают силы инерции, величина которых, зависящая от числа оборотов двигателя и от веса поршня, может достигать весьма больших значений, особенно в современных высокооборотных двигателях. Для уменьшения сил инерции вес поршня должен быть по возможности малым.

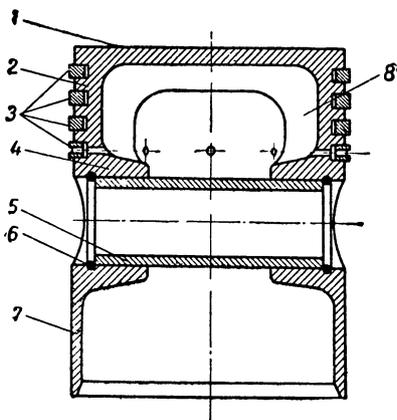
Удовлетворение противоречащих друг другу требований — достаточной прочности и минимального веса — достигается путём придания поршню рациональной формы (местное усиление наиболее нагруженных частей, введение рёбер жёсткости и т. п.), с одной стороны, и подбором соответствующих материалов — с другой.

Дополнительным требованием к поршню является возможно низкая его температура при работе двигателя на всех режимах.

В тепловом отношении поршень находится в весьма неблагоприятных условиях, так как значительную часть времени он непосредственно соприкасается с горячими газами в цилиндре двигателя, причём отвод тепла в стенки цилиндра и в окружающую среду затруднён рядом причин. Вследствие этого температура поршня может настолько возрасти, что появится опасность его заклинивания в цилиндре, преждевременного воспламенения рабочей смеси, появления детонационных явлений и пр.

Чтобы снизить температуру поршня, поверхность его охлаждения стремятся увеличить при помощи специальных охлаждающих рёбер (одновременно увеличивающих и прочность поршня); стараются также достигнуть того, чтобы поршень воспринимал от газов минимальное количество тепла и чтобы это тепло возможно быстрее от него отводилось. С этой целью поршни предпочтительно изготовляют из таких материалов, при которых теплопередача от горячих газов к поршню была бы малой, а теплопроводность от наиболее нагретого днища к охлаждаемым поверхностям — высокой.

Поршни современных автомобильных двигателей изготовляют чаще всего из лёгких алюминиевых, реже из магниевых сплавов, а также из чугунов. Чугунные поршни употребляются для сравнительно малооборотных двигателей, главным образом грузовых автомобилей. На некоторых двигателях (например Форда) применяют стальные поршни.



Фиг. 32. Поршневая группа в сборе:  
1 — днище поршня; 2 — головка поршня;  
3 — поршневые кольца; 4 — бобышки; 5 — поршневой палец; 6 — замок пальца; 7 — юбка поршня; 8 — рёбра.

К преимуществам поршней из лёгких сплавов относятся:

1) малый вес (удельный вес чугуна 7,3, алюминиевого сплава в зависимости от состава до 2,9, магниевых сплавов — электрон, дауметалл—1,82); вес выполненного алюминиевого поршня на 25—30% меньше веса чугунного поршня того же размера<sup>1</sup>;

2) малая теплопередача от газов (на 30% меньше, чем у чугуна);

3) хорошая теплопроводность (в 4—5 раз больше, чем у чугуна);

4) меньшие потери на трение поршня о стенки цилиндра по сравнению с чугунным поршнем.

Благодаря более низкой температуре поршней из лёгких сплавов применение их на двигателе обеспечивает некоторое увеличение мощности последнего из-за увеличения коэффициента наполнения вследствие меньшего подогрева смеси во время такта всасывания.

Наряду с этим поршни из лёгких сплавов имеют следующие недостатки:

1) малая износоустойчивость по сравнению с чугунными;

2) большой коэффициент теплового расширения (в 2—2,5 раза больше, чем у чугуна);

3) уменьшение прочности при нагреве (прочность поршней из алюминиевых сплавов снижается при  $t = 350^\circ$  на 65—70%, а чугунных — на 18—20%);

4) сравнительно высокая стоимость (особенно поршней из магниевых сплавов) и необходимость использования дефицитного стратегического сырья, требующегося для ряда важных отраслей военной промышленности.

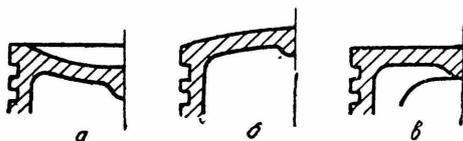
Конструкция поршней. Поршень (фиг. 32) состоит из днища 1, головки 2 и юбки 7. Днище воспринимает давление газов, а боковая поверхность головки имеет канавки для поршневых колец 3. В головке расположены поршневые бобышки 4 с отверстиями для поршневого пальца. Юбка 7 служит для направления поршня в цилиндре и передаёт на стенки цилиндра боковые усилия.

<sup>1</sup> Применяющиеся в последнее время на некоторых двигателях стальные поршни имеют вес всего на 10% больше алюминиевых.

Днище поршня может иметь различную форму: вогнутую, выпуклую, плоскую и фасонную.

Вогнутое днище (фиг. 33, *а*) улучшает форму камеры сгорания, приближая её к сферической, но такая форма способствует нагарообразованию из-за скопления масла на днище и в настоящее время для поршней карбюраторных двигателей употребляется сравнительно редко.

Выпуклое днище (фиг. 33, *б*) способствует стеканию попадающего на него масла и поэтому нагарообразование при такой форме минимальное. Поршни с выпуклым днищем употребляются также сравнительно



Фиг. 33. Различные формы днища поршней четырёхтактных двигателей:

*а* — вогнутое; *б* — выпуклое; *в* — плоское.

редко по двум причинам: 1) форма камеры сгорания получается не рациональной; 2) температура днища более высокая, нежели при других формах.

Плоское днище (фиг. 33, *в*) наиболее распространено, так как такая форма является средней между вогнутой и выпуклой и позволяет избежать недостатков, присущих последним, причём в технологическом отношении наиболее удобна.

Фасонное днище (фиг. 34) применяется с целью придать камере сгорания наилучшие формы для обеспечения бездетонационной и мягкой работы двигателя. В последние годы поршни с фасонным днищем получили некоторое распространение и применяются, например, на двигателях Бюик, GMC и др.

Днища поршней двухтактных двигателей обычно имеют специальную форму: на днище делается отражатель, называемый дефлектором (отклонитель), который служит для отклонения потока газов в процессе продувки. На фиг. 35 показаны поршни двухтактных двигателей с различными дефлекторами.

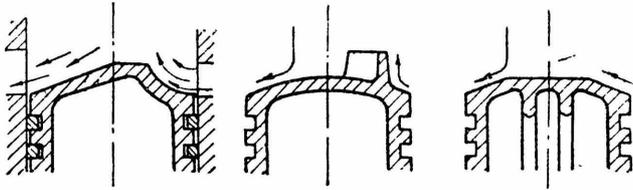
Головка поршня имеет утолщённые боковые стенки для лучшего отвода тепла от днища и размещения канавок для поршневых колец. Число канавок обычно не превышает трёх-четырёх. Верхние канавки служат для компрессионных (уплотняющих) колец, а нижняя — для маслосгонного кольца. По поясу нижней канавки просверливается ряд сквозных отверстий в теле головки для стока излишков масла, собираемых маслосгонным кольцом, в картер. Часто помимо канавок для поршневых колец в верхней части головки протачивается узкая канавка *1* (фиг. 36), которая называется «воздушным экраном» или «воздушным буфером» и является некоторой тепловой изоляцией верхнего поршневого кольца, находящегося в наиболее нагретой части поршня.

Через бобышки передаются усилия, воспринимаемые поршнем. В большинстве случаев бобышки помещаются в головке поршня. Когда



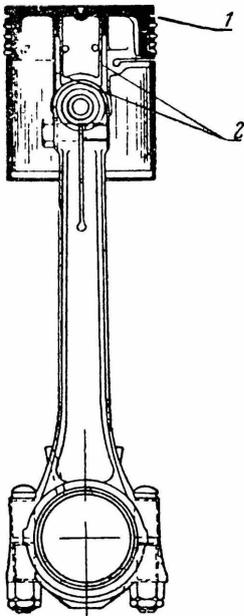
Фиг. 34. Поршень четырёхтактного двигателя GMC с фасонным днищем.

бобышки помещены ниже головки, они соединяются с ней специальными приливами (фиг. 36). Иногда бобышки смещены относительно оси поршня. Этим при боковом расположении свечи устраняется перекося, а следовательно, и стук поршня в цилиндре во время вспышки.

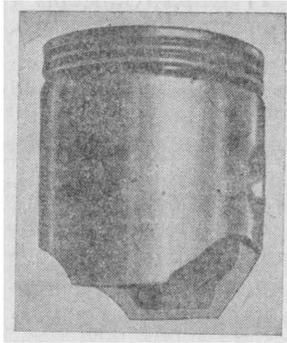


Фиг. 35. Различные формы днища поршней двухтактных двигателей.

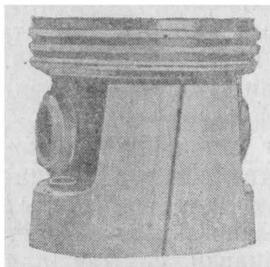
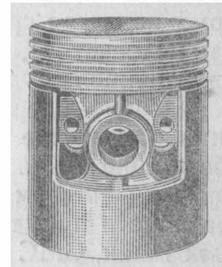
У чугунных поршней юбка делается сплошной (неразрезной). В некоторых конструкциях, например у двигателей Шевроле (фиг. 37), те стороны юбки, которые не испытывают бокового давления, имеют выемки, что даёт возможность уменьшить общий вес поршня.



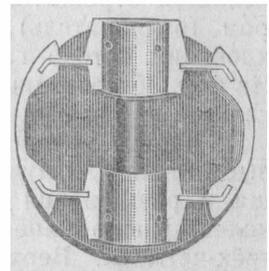
Фиг. 36. Поршень и шатун двигателя Виллис:  
1 — теплоизоляционная канавка; 2 — рёбра, связывающие бобышки с головкой.



Фиг. 37. Поршень двигателя Шевроле.



Фиг. 38. Поршень двигателя ГАЗ-М-1 из алюминиевого сплава с разрезной юбкой.



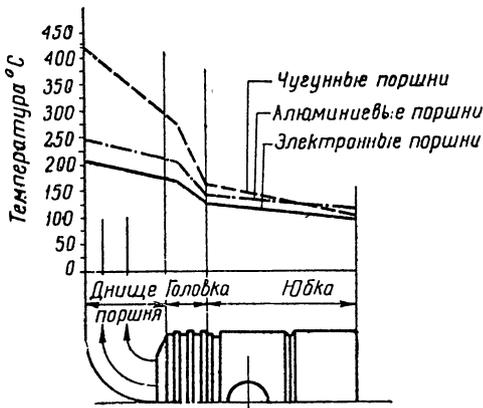
Фиг. 39. Поршень с инварными пластинами.

Поршни из алюминиевых сплавов, как правило, имеют разрезную юбку (фиг. 38). Алюминиевый поршень с неразрезной юбкой, ввиду значительного коэффициента теплового расширения алюминия, устанавливается в цилиндре в холодном состоянии с большим зазором, который уменьшается после того, как поршень нагреется во время работы. Большой зазор вызывает стуки поршня о стенки цилиндра, пока двигатель не

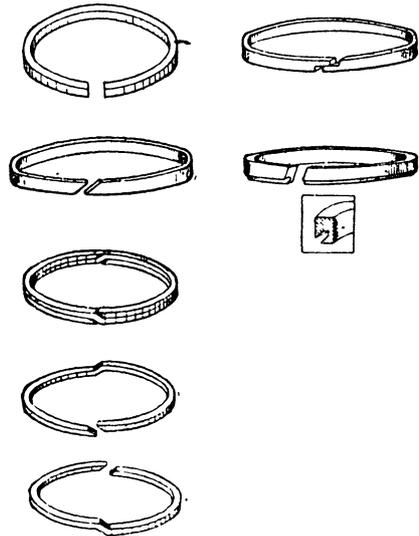
разогреться. Разрез юбки даёт возможность устанавливать поршень с минимальным зазором между юбкой и зеркалом цилиндра, вследствие чего устраняются стуки в непрогретом двигателе. Поршни с разрезной юбкой устанавливаются в цилиндре так, что разрез юбки обращён на левую сторону цилиндра (по ходу автомобиля), не испытывающую бокового давления при рабочем ходе.

На некоторых двигателях применяются поршни из алюминиевых сплавов с инварными пластинами, связывающими обе рабочие части юбки (фиг. 39). Инвар—сплав с большим содержанием никеля (до 37%). Коэффициент расширения инвара в 10 раз меньше, чем у чугуна. Благодаря этому инварные пластины ограничивают расширение юбки поршня при нагреве.

Зазор между поршнем и стенкой цилиндра. Так как температура поршня по высоте не одинакова, о чём даёт представление фиг. 40, то и температурный зазор по высоте поршня должен быть также неодинаковым. Величина температурного зазора (ориентировочно)



Фиг. 40. Температура различных точек поршня.



Фиг. 41. Различные конструкции компрессионных колец.

для чугунного поршня при  $d = 100$  мм у головки от 0,2 до 0,4 мм, у юбки — от 0,1 до 0,2 мм. Для поршней из алюминиевых и магниевых сплавов зазор делается в  $1\frac{1}{2}$ —2 раза больший. Вследствие сказанного наружный диаметр юбки поршня больше, чем головки; переход от максимального к минимальному диаметру может быть выполнен плавно (конусность) или ступенчато.

Температурные и механические деформации поршня по окружности также неодинаковы, поэтому для обеспечения равномерного зазора по окружности поршень иногда выполняется с овальным сечением; овальность достигается шлифованием по копиру.

## § 2. ПОРШНЕВЫЕ КОЛЬЦА

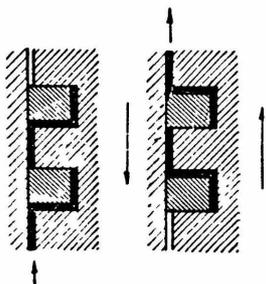
Чтобы обеспечить герметичность полости цилиндра, поршень снабжают уплотнительными (компрессионными) кольцами, изготовленными из специального серого чугуна. Помещённое в цилиндр кольцо плотно прилегает к его стенкам, так как в свободном состоянии его наружный диаметр больше диаметра цилиндра. Компрессионные кольца различных типов показаны на фиг. 41.

Поршневые кольца изготавливаются со стыком (замком) трёх типов: прямым, косым и ступенчатым. Прямой стык вполне надёжно обеспечивает герметичность, так как благодаря скоротечности процесса газы не успевают проникнуть через стыки нескольких колец. Поэтому в последнее время большинство двигателей имеет кольца с прямым стыком, как наиболее простые в изготовлении.

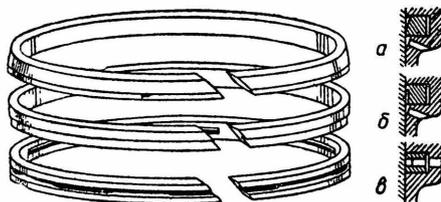
Для создания лучшей герметичности иногда употребляют более сложные по конструкции поршневые кольца.

В качестве примера на фиг. 41 (внизу, слева) показано составное поршневое кольцо, устраняющее возможность прорыва газов через стыки.

При движении поршня в цилиндре некоторое количество масла вследствие насосного действия колец попадает в камеру сгорания, где, частично сгорая, образует нагар. Насосное действие поршневых колец пояснено на фиг. 42. Слева показан момент, когда поршень идёт вниз и кольца прижаты к верхней части канавок, а зазор внизу заполняется маслом. При обратном ходе поршня (фиг. 42, правый рисунок) кольца

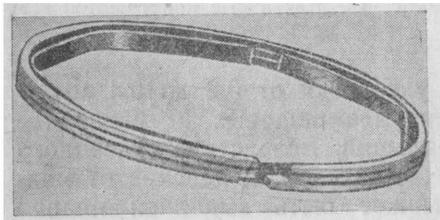


Фиг. 42. Схема насосного действия колец.



Фиг. 43. Различные конструкции маслогонных колец.

прижимаются к нижней части канавок и выжимают масло кверху. Таким образом, благодаря трению и силе инерции кольца попеременно прижимаются то к верхней, то к нижней части канавок, нагнетая масло в камеру сгорания. Помимо насосного действия колец масло может проникать в камеру сгорания также из-за перепада давления во время хода всасывания.



Фиг. 44. Поршневое кольцо с экспандером.

Для ограничения попадания масла в камеру сгорания устанавливают маслогонные кольца. Маслогонные кольца чаще всего имеют сквозные щели (фиг. 43, в), профрезерованные с некоторыми интервалами по всей окружности. Собранные со стенок цилиндра излишнее масло через эти щели, а затем через отверстия, просверленные в теле поршня, стекает обратно в картер.

На фиг. 43, а и б показаны маслогонные кольца других типов, не имеющие фрезерованных щелей. В данном случае снимаемое со стенок цилиндра масло собирается в канавке, проточенной по окружности поршня, и оттуда, через отверстия в теле поршня, стекает в картер.

Чтобы улучшить условия смазки цилиндра, а также прирабатываемость кольца, его наружную поверхность обрабатывают на конус, а кромки делают с фасками, уступами и пр. Поэтому для правильной уста-

новки на одной из сторон такого кольца делается знак или надпись. Например кольца некоторых американских двигателей имеют надпись «top» (верх).

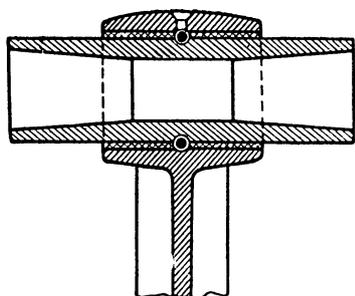
В некоторых конструкциях между кольцом и стенкой канавки поршня ставится стальное пружинящее кольцо, называемое экспандером (фиг. 44), которое дополнительно прижимает основное кольцо к цилиндру. При наличии экспандера необходимая герметичность цилиндра сохраняется даже в случае значительного износа и снижения упругости поршневого кольца.

### § 3. ПОРШНЕВОЙ ПАЛЕЦ

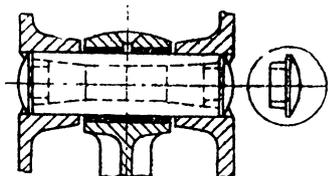
Поршень соединяется с шатуном при помощи поршневого пальца. Палец изготовляют из высококачественной стали и цементируют его поверхность, так как он передаёт значительные усилия и работает на износ.

Для уменьшения веса палец выполняют, как правило, пустотелым. По способу соединения с шатуном и поршнем различают:

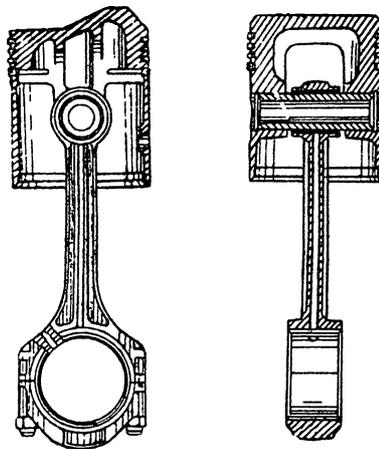
1) плавающие пальцы;



Фиг. 45. Способ крепления поршневого пальца двигателя ГАЗ-М



Фиг. 47. Способ крепления поршневого пальца двигателя при помощи «грибков».



Фиг. 46. Способ крепления поршневого пальца двигателя GMC.

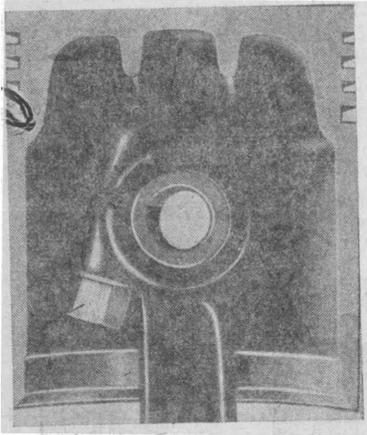
2) пальцы, закреплённые в головке шатуна;

3) пальцы закреплённые в бобышках поршня.

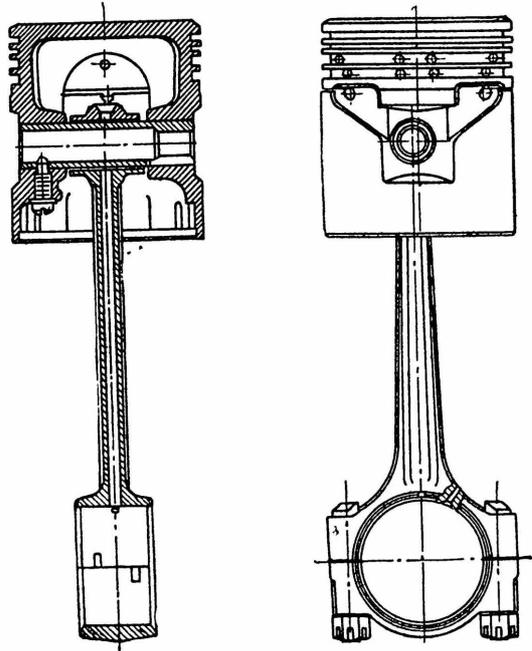
Наиболее распространены плавающие пальцы, т. е. свободно вращающиеся как в головке шатуна, так и в бобышках, так как при такой конструкции износ распределяется равномерно по всей поверхности пальца. Плавающий палец предохраняется от осевого перемещения при помощи пружинных колец или «грибков». На фиг. 45 показан плавающий палец поршня двигателя ГАЗ-М. В данном случае палец крепится в шатуне при помощи одного пружинного кольца, помещающегося в проточках наружной поверхности пальца и внутренней поверхности втулки головки шатуна. На фиг. 46 показано крепление пальца поршня при помощи двух пружинных колец, помещённых в канавках бобышек поршня с двух сторон пальца. На фиг. 47 показан способ предохранения пальца от трения торцом о зеркало цилиндра при помощи «грибков» из лёгкого сплава или бронзы. При осевом смещении пальца со стенками

цилиндра соприкасаются грибки из мягкого металла, которые не оставляют на его зеркале царапин.

На фиг. 48 показан способ крепления пальца в головке шатуна при помощи болта, стягивающего разрезную головку. Для надежной фиксации и устранения проворачивания и продольного перемещения пальца в головке шатуна на нём фрезеруется лыска, в кото-



Фиг. 48. Способ крепления поршневого пальца двигателя в головке шатуна (Студебеккер).



Фиг. 49. Способ крепления поршневого пальца двигателя Олдсмобил.

рую входит стяжной болт. Такой способ крепления также имеет значительное распространение (двигатели Студебеккер, ЗИС-5, Виллис и др.).

Весьма редко применяется способ крепления пальца в бобышках поршня (фиг. 49) ввиду недостаточной надёжности.

#### § 4. ШАТУН

Назначение шатуна заключается в передаче усилий от поршня к коленчатому валу. Шатун состоит из следующих элементов (фиг. 50):

1) верхней головки 1, соединяющейся при помощи пальца с поршнем;

2) стержня или тела шатуна 2;

3) нижней головки 3, соединяющейся с шейкой коленчатого вала.

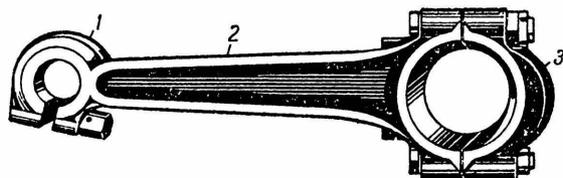
Когда палец не крепится жёстко в верхней головке шатуна, в нее запрессовывается втулка и делается отверстие для смазки.

Стержень шатуна в большинстве случаев имеет двутавровое сечение; шатуны со стержнями круглого, овального или крестообразного сечения в настоящее время почти совершенно вышли из употребления на автомобильных двигателях.

Нижняя головка шатуна в большинстве случаев разъёмная, причём крышка крепится при помощи двух или четырёх шпилек или болтов<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Отдельные конструкции шатунов имеют неразъёмную нижнюю головку в том случае, если коленчатый вал разъёмный или когда в качестве шатунных подшипников применяются подшипники качения (роликовый или шариковый).

Нижняя головка, как правило, снабжается подшипником скользящего типа. Внутренняя поверхность подшипника для уменьшения трения покрывается слоем антифрикционного сплава. В качестве антифрикционного сплава чаще всего применяется баббит. Баббитом заливается либо непосредственно внутренняя часть нижней головки шатуна, либо специальные вкладыши. На фиг. 51 показан шатун двигателя ГАЗ-М, у

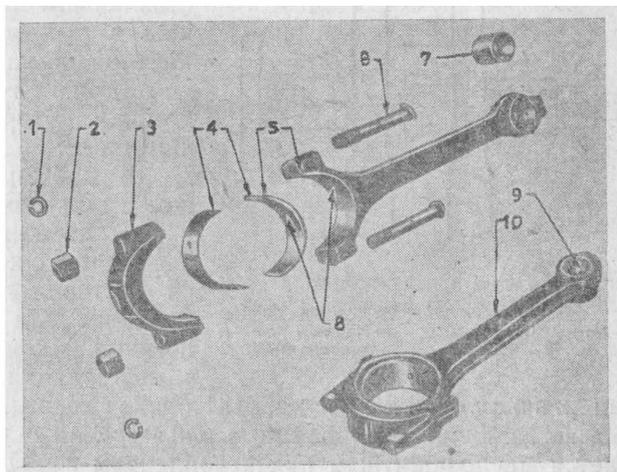


Фиг. 50. Шатун двигателя Студебеккер:  
1 — верхняя головка; 2 — стержень или тело шатуна;  
3 — нижняя головка.

которого баббит залит непосредственно в нижнюю головку. Такой способ заливки требует относительно большого расхода баббита. Для компенсации нормального износа шатунных подшипников между обеими половинами нижней головки шатуна устанавливаются тонкие листовые



Фиг. 51.  
Шатун  
двигателя  
ГАЗ-М-1.



Фиг. 52. Шатун двигателя Додж:  
1 — стопорная шайба; 2 — гайка шатунного болта; 3 — крышка нижней головки шатуна; 4 — тонкостенные вкладыши; 5 — замковый выступ и впадина; 6 — шатунные болты; 7 — втулка верхней головки; 8 и 9 — отверстия для смазки; 10 — шатун в сборе.

латунные прокладки. По мере износа шатунного подшипника часть прокладок вынимается и крышка головки вновь подтягивается. При большом износе или выплавлении баббита приходится снимать всю шатунно-поршневую группу для заливки подшипников вновь.

Устранение чрезмерного зазора в подшипниках по мере износа значительно упрощается при применении тонкостенных взаимозаменяемых вкладышей, получивших широкое распространение в настоящее время. Такие вкладыши штампуются из тонкой калиброванной стальной ленты. Внутренняя часть вкладыша покрывается тонким слоем баббита. При износе подшипника вкладыши заменяются новыми, причём к каждому

двигателю изготавливается комплект вкладышей 4—5 различных ремонтных размеров в зависимости от износа шейки коленчатого вала. На фиг. 52 представлен шатун двигателя Додж с двухслойными (биметаллическими) тонкостенными вкладышами.

Для предохранения вкладыша от проворота в головке шатуна применяются замки различных типов. Часто в качестве такого замка на вкладыше выштамповывается специальный выступ, который плотно входит в соответствующую выемку в головке или крышке шатуна.

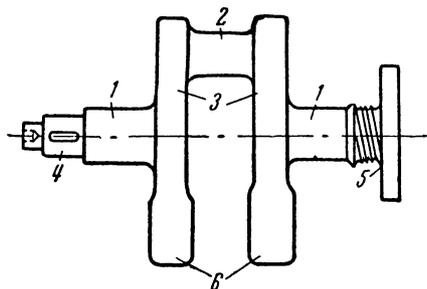
## Глава IV

### КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ, МАХОВИК, КАРТЕР, КРЕПЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

#### § 1. КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ

Коленчатый вал воспринимает полезную работу газов, получаемую в цилиндрах двигателя, и передает её на трансмиссию автомобиля. Кривошипы коленчатого вала дают возможность осуществить возвратно-поступательные движения поршней. С коленчатым валом связаны приводы различных механизмов двигателя.

Основными элементами коленчатого вала являются (фиг. 53):



Фиг. 53. Схема коленчатого вала одноцилиндрового двигателя:

1 — коренная шейка; 2 — шатунная шейка;  
3 — щека; 4 — носок вала; 5 — хвостовик вала.

1) коренные шейки 1, представляющие собой опоры вала, лежащие в подшипниках, размещённых в картере двигателя;

2) шатунные шейки 2<sup>1</sup>, при помощи которых вал связывается с шатунами;

3) щёки 3, связывающие коренные и шатунные шейки;

4) передняя часть вала 4, называемая носком, на котором крепится шестерня привода распределения и храповик для запуска двигателя при помощи рукоятки;

5) задняя часть вала 5, называемая хвостовиком; на хвостовике крепится маховик, поэтому он обычно заканчивается фланцем или — редко — конусом; хвостовик снабжается маслосащитным приспособлением в виде гребня, сальника, маслосгонной резьбы и пр.; такое устройство необходимо для предотвращения вытекания масла из двигателя через задний коренной подшипник; масло, попадающее на гребень, отбрасывается центробежной силой на стенки картера; маслосгонная резьба отгоняет попадающее на неё масло обратно в картер;

6) противовесы 6, основным назначением которых является разгрузка коренных подшипников от центробежных сил инерции неуравновешенных масс кривошипа и нижней части шатуна.

У высокооборотных двигателей эти центробежные силы достигают значительной величины и вызывают дополнительную нагрузку на коренные подшипники, а иногда и вибрации двигателя. Чтобы уравновесить центробежные силы инерции, на продолжении щёк кривошипов вала устанавливаются противовесы, массы которых эквивалентны неуравнове-

<sup>1</sup> В данном случае, поскольку на фиг. 52 представлен вал одноцилиндрового двигателя, — одна шатунная шейка.

шенным массам кривошипов и нижних головок шатунов. В большинстве случаев противовесы отковываются заодно целое с коленчатым валом, но встречаются конструкции, в которых противовесы, изготовленные отдельно, прикрепляются к щёкам болтами или шпильками (фиг. 68).

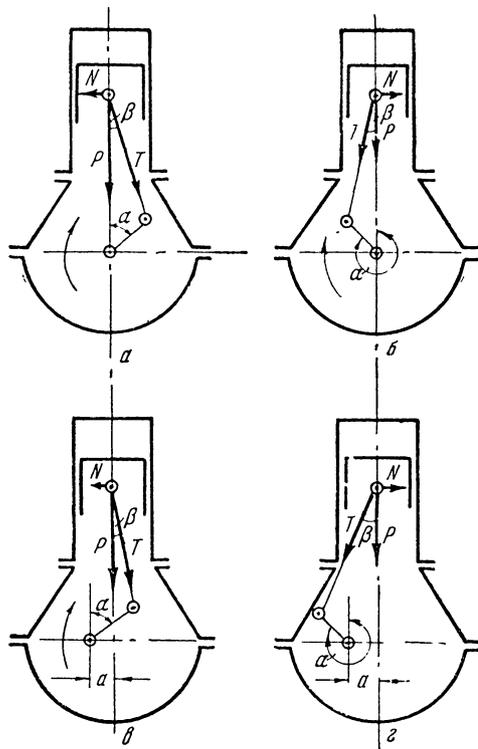
## § 2. СМЕЩЕНИЕ ОСИ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА (ДЕЗАКСАЖ)

На некоторых двигателях ось вращения коленчатого вала смещается относительно оси цилиндра вправо (по ходу автомобиля). Смещение оси вращения коленчатого вала — дезаксаж — делается для того, чтобы более равномерно распределить боковые давления на стенки цилиндра. Поясним это схемами сил, действующих в аксиальном и дезаксиальном кривошипных механизмах (фиг. 54).

Сила давления вспышки  $P$ , действующая на поршень во время рабочего хода, может быть разложена по правилу параллелограмма на две составляющие (фиг. 54, а), из которых составляющая сила  $T$ , действуя вдоль по шатуну, передаётся на шейку, заставляя вращаться коленчатый вал, а составляющая  $N$  прижимает поршень к стенке цилиндра и является вредной силой, так как вызывает износ стенок цилиндра и боковой поверхности поршня. Во время хода сжатия возникающее в цилиндре давление также может быть разложено на такие же составляющие (фиг. 54, б), причём в этом случае составляющая  $N$  действует на противоположную стенку цилиндра, вызывая её износ.

Так как давление вспышки примерно в 4—5 раз больше давления сжатия, то и боковое давление во время рабочего хода получается во столько же раз большим, нежели при ходе сжатия. В результате этого бо́льший износ получает правая, по ходу автомобиля, стенка цилиндра.

Схемы сил, действующих в дезаксиальном кривошипном механизме, представлены на фиг. 54, в и г. Во время рабочего хода (фиг. 54, в) при том же угле  $\alpha$  поворота кривошипа давление на стенку цилиндра получается меньшим, нежели в предыдущем случае, благодаря меньшему углу  $\beta$  между осью цилиндра и шатуном. При ходе сжатия (фиг. 54, г) в дезаксиальном механизме угол  $\beta$  между осью цилиндра и шатуном будет больше, нежели у аксиального механизма, а следовательно, и боковое давление будет также больше. Таким образом дезаксиальный кривошипный механизм позволяет несколько уменьшить боковое давление на стенку цилиндра при рабочем ходе и увеличить при



Фиг. 54. Схема сил, действующих на стенки цилиндра при аксиальном и дезаксиальном кривошипных механизмах.

ходе сжатия, тем самым делая более равномерным износ противоположных стенок цилиндра.

Величина дезаксажа обычно не превышает 10% хода поршня.

### § 3. ФОРМЫ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Форма коленчатого вала (расположение кривошипов) зависит от ряда условий, которыми конструктор задаётся при проектировании данного двигателя:

- 1) числа и расположения цилиндров;
- 2) принятого порядка чередования рабочих ходов в цилиндрах — порядка работы двигателя;
- 3) уравновешенности сил инерции, возникающих при возвратно-поступательном движении поршней;
- 4) равномерности работы двигателя.

Рассмотрим формы коленчатых валов многоцилиндровых двигателей в соответствии с перечисленными факторами.

#### Коленчатые валы двухцилиндровых двигателей

В каждом цилиндре четырёхтактного двигателя вспышка происходит один раз за два оборота коленчатого вала, т. е. через  $720^\circ$ . В двухцилиндровом двигателе за два оборота коленчатого вала происходят всего две вспышки, по одной в каждом цилиндре. Из условия равномерности работы двигателя промежутки между вспышками должны быть через  $\frac{720^\circ}{2} = 360^\circ$  поворота коленчатого вала.

У двухцилиндрового двигателя с однорядным расположением цилиндров лучшие результаты в отношении равномерности работы даёт коленчатый вал с коленами, расположенными в одной плоскости, по одну сторону от продольной оси вала (фиг. 55). Чередование тактов у двигателя с таким валом показано в табл. 2.

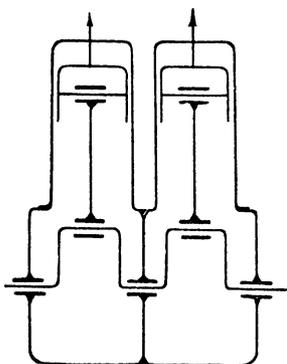
Таблица 2

Чередование тактов двухцилиндрового двигателя  
(по схеме фиг. 55)

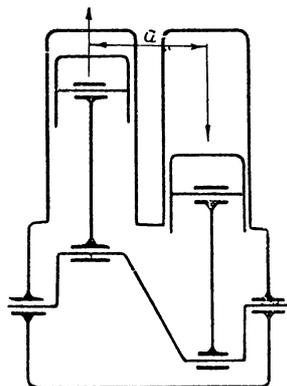
Цилиндр	1	2
Угол поворота коленчатого вала		
$0^\circ - 180^\circ$	<b>Рабочий ход</b>	Всасывание
$180^\circ - 360^\circ$	Выхлоп	Сжатие
$360^\circ - 540^\circ$	Всасывание	<b>Рабочий ход</b>
$540^\circ - 720^\circ$	Сжатие	Выхлоп

Из таблицы видно, что чередование вспышек происходит через равные промежутки, т. е. через  $360^\circ$ . Однако двигатели с такой формой коленчатого вала не получили распространения по той причине, что силы инерции возвратно движущихся частей благодаря одновременному движению поршней в обоих цилиндрах в одном направлении достигают большой величины. Эти силы инерции создают переменную по величине и направлению нагрузку на опоры двигателя, которая передаётся далее на раму автомобиля, вызывая вибрацию последнего.

На фиг. 56 представлена схема двухцилиндрового двигателя с однорядным расположением цилиндров и коленчатым валом, у которого кривошипы повернуты друг относительно друга на  $180^\circ$ . При такой схеме



Фиг. 55. Схема двухцилиндрового двигателя с однорядным расположением цилиндров и коленчатым валом с кривошипами, расположенными по одну сторону от оси вала.



Фиг. 56. Схема двухцилиндрового двигателя с однорядным расположением цилиндров и коленчатым валом, у которого кривошипы повернуты друг относительно друга на  $180^\circ$ .

когда в первом цилиндре происходит такт всасывания, во втором цилиндре может быть такт выхлопа или такт сжатия. Оба случая чередования тактов приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Чередование тактов двухцилиндрового двигателя (по схеме фиг. 55)

Цилиндр	1	2
Угол поворота коленчатого вала		
$0^\circ-180^\circ$	Всасывание	Выхлоп
$180^\circ-360^\circ$	Сжатие	Всасывание
$360^\circ-540^\circ$	Рабочий ход	Сжатие
$540^\circ-720^\circ$	Выхлоп	Рабочий ход

Таблица 4

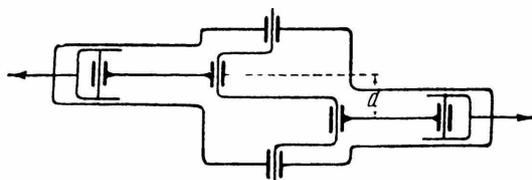
Чередование тактов двухцилиндрового двигателя (по схеме фиг. 56)

Цилиндр	1	2
Угол поворота коленчатого вала		
$0^\circ-180^\circ$	Всасывание	Сжатие
$180^\circ-360^\circ$	Сжатие	Рабочий ход
$360^\circ-540^\circ$	Рабочий ход	Выхлоп
$540^\circ-720^\circ$	Выхлоп	Всасывание

Как видно из таблиц, в обоих случаях чередование вспышек происходит неравномерно, т. е. через  $180^\circ$  и  $540^\circ$ , поэтому такой двигатель работает неравномерно. Но силы инерции в этом случае уравновешены лучше, чем в предыдущем, так как поршни в цилиндрах движутся в противоположные стороны. Некоторая неуравновешенность остаётся вследствие того, что силы инерции в в. м. т. и н. м. т. не равны друг другу. Кроме того, при работе двигателя создаётся пара сил с плечом  $a$ , переменная по величине и направлению. Для уменьшения величины этой пары сил цилиндры стремятся предельно сблизить.

Лучшие результаты в отношении равномерности хода и уравновешенности сил инерции даёт двухцилиндровый двигатель с оппозитно расположенными цилиндрами и коленчатым валом, у которого колена повернуты

одно относительно другого на  $180^\circ$  (фиг. 57). Чередование вспышек у этого двигателя происходит через равные промежутки —  $360^\circ$ , что видно из табл. 5.



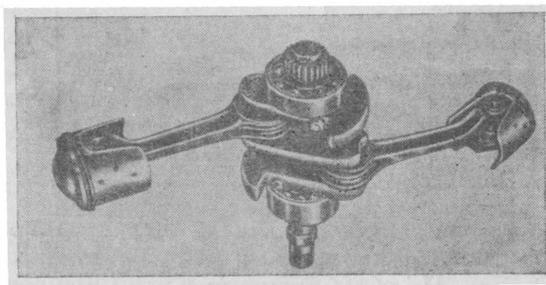
Фиг. 57. Схема двухцилиндрового двигателя с оппозитным расположением цилиндров и коленчатым валом, у которого кривошипы повернуты друг относительно друга на  $180^\circ$ .

Таблица 5

Чередование тактов двухцилиндрового двигателя с оппозитно расположенными цилиндрами

Угол поворота коленчатого вала	Цилиндр	1	2
	$0^\circ - 180^\circ$		Всасывание
$180^\circ - 360^\circ$		Сжатие	Выхлоп
$360^\circ - 540^\circ$		Рабочий ход	Всасывание
$540^\circ - 720^\circ$		Выхлоп	Сжатие

Силы инерции, возникающие в цилиндрах такого двигателя, равны друг другу и направлены в противоположные стороны, однако они создают, как и в предыдущем случае, пару сил с плечом  $a$  с той разницей, что величина этой пары значительно меньше, так как плечо  $a$  зависит только от конструктивных размеров вала, а не от габаритов цилиндров.

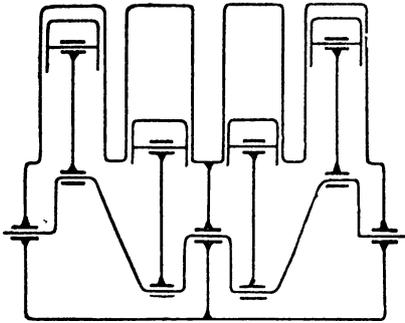


Фиг. 58. Коленчатый вал в сборе с шатунами и поршнями двухцилиндрового двигателя «Дуглас» с оппозитным расположением цилиндров.

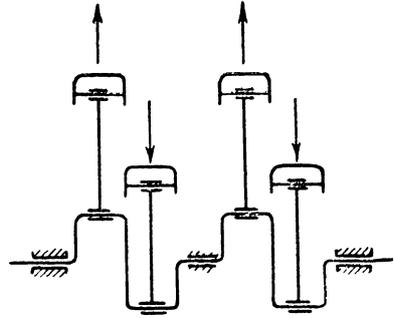
Коленчатые валы двухцилиндровых двигателей выполняются, как правило, двухопорными, т. е. имеют две коренные шейки. Это позволяет применять для коренных шеек шариковые или роликовые подшипники без значительного усложнения конструкции двигателя. Пример конструкции коленчатого вала двухцилиндрового двигателя показан на фиг. 58.

## Коленчатые валы четырёхцилиндровых двигателей

За два оборота коленчатого вала четырёхцилиндрового двигателя происходят четыре вспышки. Для равномерности работы чередование вспышек в отдельных цилиндрах должно происходить через  $\frac{720^\circ}{4} = 180^\circ$  поворота коленчатого вала. Такому требованию удовлетворяет двигатель, коленчатый вал которого имеет колена, расположенные в одной



Фиг. 59. Схема четырёхцилиндрового двигателя.



Фиг. 60. Схема коленчатого вала четырёхцилиндрового двигателя с кривошипами, последовательно повернутыми на  $180^\circ$ .

плоскости (фиг. 59). При этой форме коленчатого вала могут быть два порядка чередования тактов согласно табл. 6 и 7.

Таблица 6

Чередование тактов четырёхцилиндрового двигателя				
Цилиндр	1	2	3	4
Угол поворота коленчатого вала				
$0^\circ - 180^\circ$	Всасывание	Выхлоп	Сжатие	Рабочий ход
$180^\circ - 360^\circ$	Сжатие	Всасывание	Рабочий ход	Выхлоп
$360^\circ - 540^\circ$	Рабочий ход	Сжатие	Выхлоп	Всасывание
$540^\circ - 720^\circ$	Выхлоп	Рабочий ход	Всасывание	Сжатие

Таблица 7

Чередование тактов четырёхцилиндрового двигателя				
Цилиндр	1	2	3	4
Угол поворота коленчатого вала				
$0^\circ - 180^\circ$	Всасывание	Сжатие	Выхлоп	Рабочий ход
$180^\circ - 360^\circ$	Сжатие	Рабочий ход	Всасывание	Выхлоп
$360^\circ - 540^\circ$	Рабочий ход	Выхлоп	Сжатие	Всасывание
$540^\circ - 720^\circ$	Выхлоп	Всасывание	Рабочий ход	Сжатие

В первом случае порядок чередования рабочих ходов или, как говорят, порядок работы будет 1—2—4—3, во втором случае — 1—3—4—2. В отношении равномерности работы и уравновешенности сил инерции оба эти порядка работы равноценны.

На автомобильных четырёхцилиндровых двигателях чаще применяется порядок работы 1—2—4—3, т. е. рабочие ходы происходят последовательно в первом, втором, четвертом, а затем третьем цилиндрах.

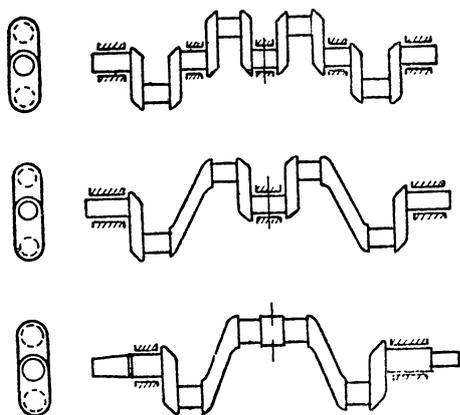
Силы инерции в четырёхцилиндровом двигателе в основном уравновешены, так как одновременно два поршня движутся вверх, а два — вниз. Некоторая неуравновешенность остаётся вследствие того, что величина сил инерции поступательно движущихся масс в в. м. т. несколько больше, нежели в н. м. т.

Можно добиться равномерности чередования вспышек, применив коленчатый вал с кривошипами, последовательно повернутыми на 180° (фиг. 60), но в этом случае возникают неуравновешенные переменные

по величине и направлению пары сил. Поэтому такая схема формы коленчатого вала совершенно не применяется.

Коленчатый вал четырёхцилиндрового двигателя может иметь две, три, четыре или пять коренных шеек (фиг. 61). Чем больше опор имеет коленчатый вал, тем более жёсткой и надёжной получается конструкция двигателя, однако увеличение числа опор вызывает увеличение стоимости и габаритов двигателя. Чаще всего для четырёхцилиндровых двигателей применяются валы на трёх опорах.

На фиг. 62 виден коленчатый вал четырёхцилиндрового двигателя автомобиля Виллис. Криво-

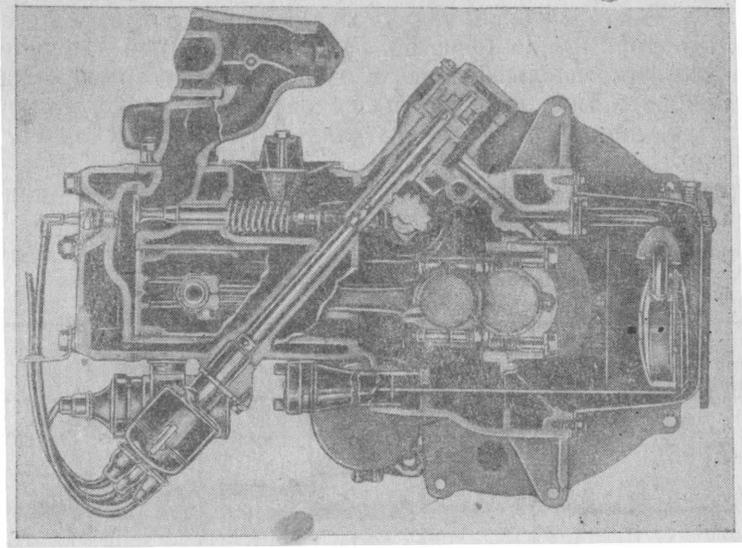
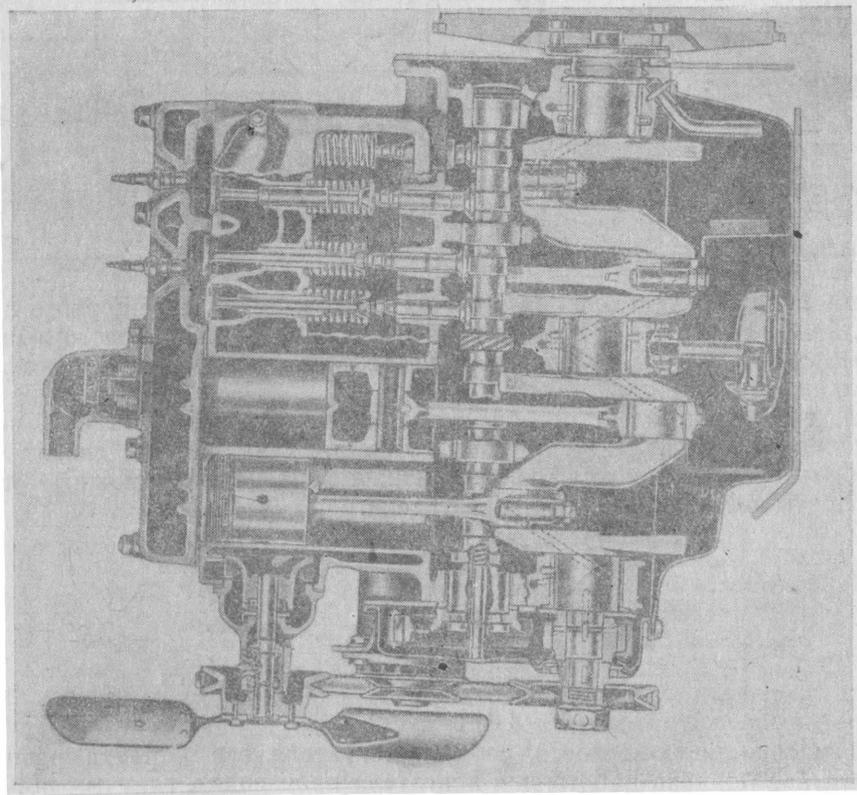


Фиг. 61. Схемы коленчатых валов четырёхцилиндровых двигателей с различным числом опор.

шипы вала расположены в одной плоскости. Для разгрузки коренных подшипников от центробежных сил инерции вал имеет четыре противовеса, откованные заодно целое с ним; три коренные шейки смонтированы в подшипниках с тонкостенными биметаллическими вкладышами, удерживаемых от провёртывания специальными штифтами. Передний подшипник, имеющий вкладыш с буртиками, удерживает вал от осевых перемещений. В связи с этим торец щеки, примыкающей к этому подшипнику, имеет шлифованную поверхность. Упорная шайба ограничивает возможность перемещения вала в сторону маховика и прижимается к торцу коренной шейки специальной гайкой через втулку шкива вентилятора и звёздочку цепного привода распределительного вала. Пунктирными линиями показаны наклонные сверления в щеках вала для подвода смазки к шатунным подшипникам. На заднем конце вала имеется гребень для отвода масла и фланец для крепления маховика.

### Коленчатые валы шестицилиндровых двигателей

Из условия равномерности работы двигателя рабочие ходы шестицилиндрового двигателя должны происходить через  $\frac{720^\circ}{6} = 120^\circ$  поворота коленчатого вала. Поэтому кривошипы вала шестицилиндрового



Фиг. 62. Продольный и поперечный разрезы двигателя Виплис.

двигателя попарно смещаются на 120° (первые три колена смещены на 120° по отношению друг к другу, а последующие имеют зеркальное расположение). При этом различают два типа валов. Первый тип показан на фиг. 63, а. Здесь второй и пятый кривошипы повернуты на 120° (по часовой стрелке) относительно первого кривошипа, а третий и четвёртый — на 240°. Во втором типе (фиг. 63, б) второй и пятый кривошипы повернуты на 240° относительно первого, а третий и четвёртый — на 120°.

Вал второго типа имеет большее распространение. Этот тип вала применяется, например, на двигателях ЗИС-5, Студебеккер, Шевроле, Додж и др.

Порядок работы шестицилиндрового двигателя с таким валом можно определить из табл. 8.

Таблица 8  
Чередование тактов шестицилиндрового двигателя

Угол поворота коленчатого вала \ Цилиндр	1	2	3	4	5	6
0° 180°	Всасывание	Сжатие	РАБОЧ. ХОД	Всасывание	Выхлоп	РАБОЧИЙ ХОД
180° 360°	Сжатие	РАБОЧИЙ ХОД	Выхлоп	Сжатие	Всасывание	Выхлоп
		Всасывание	РАБОЧИЙ ХОД	Сжатие		
360° 540°	РАБОЧИЙ ХОД	Выхлоп	Сжатие	Выхлоп	РАБОЧИЙ ХОД	Всасывание
		Всасывание		Выхлоп		
540° 720°	Выхлоп	Сжатие	РАБОЧИЙ ХОД	Всасывание	Выхлоп	Сжатие
		Всасывание	Выхлоп			

Здесь порядок чередования рабочих ходов, начиная с первого цилиндра, 1—5—3—6—2—4. Если поменять местами такты первого и шестого, второго и пятого, третьего и четвёртого цилиндров, то можно получить ещё три порядка работы.

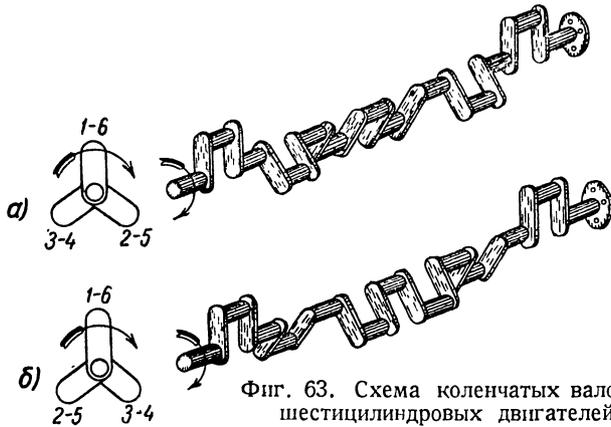
Вал, выполненный по первой схеме, позволяет получить ещё четыре порядка работы. Таким образом у шестицилиндрового двигателя может быть восемь порядков работы<sup>1</sup>. Ниже приведены возможные порядки работы шестицилиндрового двигателя.

- |                |  |
|----------------|--|
| 1) 1—4—2—6—3—5 | } Для вала с расположением кривошипов по схеме фиг. 63, а. |
| 2) 1—3—2—6—4—5 |  |
| 3) 1—4—5—6—3—2 |  |
| 4) 1—3—5—6—4—2 |  |
| 5) 1—5—3—6—2—4 | } Для вала с расположением кривошипов по схеме фиг. 63, б; |
| 6) 1—2—4—6—5—3 |  |
| 7) 1—5—4—6—2—3 |  |
| 8) 1—2—3—6—5—4 |  |

В отношении равномерности работы двигателя все порядки равноценны. Выбор порядка работы для двигателя производят, главным образом, исходя из условий равномерного заполнения цилиндров рабочей смесью (исключив возможность попадания выхлопных газов из цилиндра,

<sup>1</sup> Каждый порядок работы требует соответствующего расположения кулачков на распределительном валу.

где выхлоп начинается, в соседний, где выхлоп заканчивается). При этом чередование вспышек происходит через несколько цилиндров, что даёт возможность избежать последовательной ударной нагрузки на близко расположенные подшипники. В этом отношении лучшим является такой порядок работы, при котором вспышки происходят попеременно то



Фиг. 63. Схема коленчатых валов шестицилиндровых двигателей.

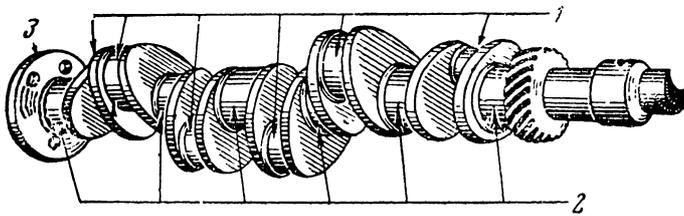
в первой половине двигателя (1, 2, 3-й цилиндры), то во второй (4, 5, 6-й цилиндры). Этому условию удовлетворяют два порядка:

- 1) 1—5—3—6—2—4;
- 2) 1—4—2—6—3—5.

Наиболее часто принимают порядок работы 1—5—3—6—2—4. Такой порядок работы имеют двигатели ЗИС-5, Форд-6, Студебеккер, Шевроле, Додж и др.

Силы инерции поступательно движущихся масс, действующие в отдельных цилиндрах шестицилиндрового двигателя, взаимно уравновешивают друг друга, поэтому такой двигатель является полностью уравновешенным.

Шестицилиндровый двигатель обладает большой плавностью хода благодаря частому чередованию вспышек (через 120°).



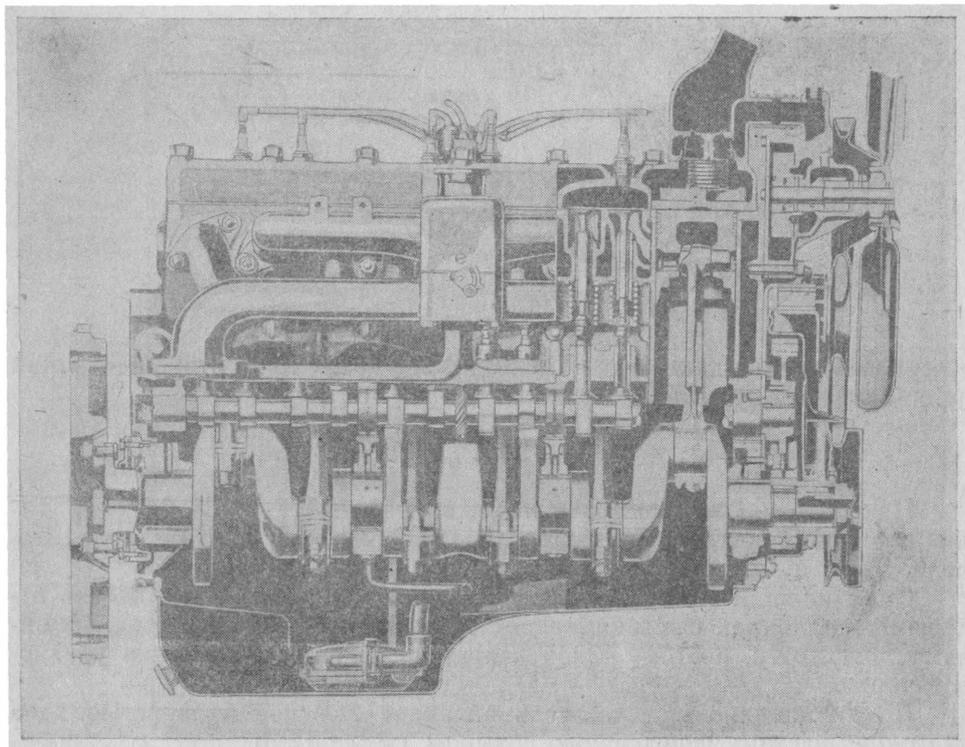
Фиг. 64. Коленчатый вал двигателя ЗИС-5:

1 — шатунные шейки; 2 — коренные шейки; 3 — фланец крепления маховика.

С увеличением числа цилиндров уменьшается момент инерции маховика, необходимый для обеспечения требуемой равномерности хода двигателя. Поэтому у шестицилиндрового двигателя маховик имеет сравнительно небольшой момент инерции, а следовательно, небольшие размеры и вес.

Коленчатые валы шестицилиндровых двигателей изготавливают с тремя, четырьмя и семью коренными шейками. Вал на трёх опорах применяется редко. На фиг. 64 представлен вал шестицилиндрового двигателя ЗИС-5 на семи опорах.

Вал шестицилиндрового двигателя Додж (фиг. 65) имеет четыре опоры. Этот вал имеет противовесы для разгрузки коренных подшипников от центробежных сил инерции. На переднем конце вала крепятся звёздочка цепного привода распределительного вала, шкив привода вентилятора, генератора и водяного насоса и храповик. На заднем конце вала имеется фланец для крепления маховика. Между фланцем и задней коренной шейкой помещён маслосбрасывающий гребень. Вал фиксируется в осевом направлении задним подшипником.



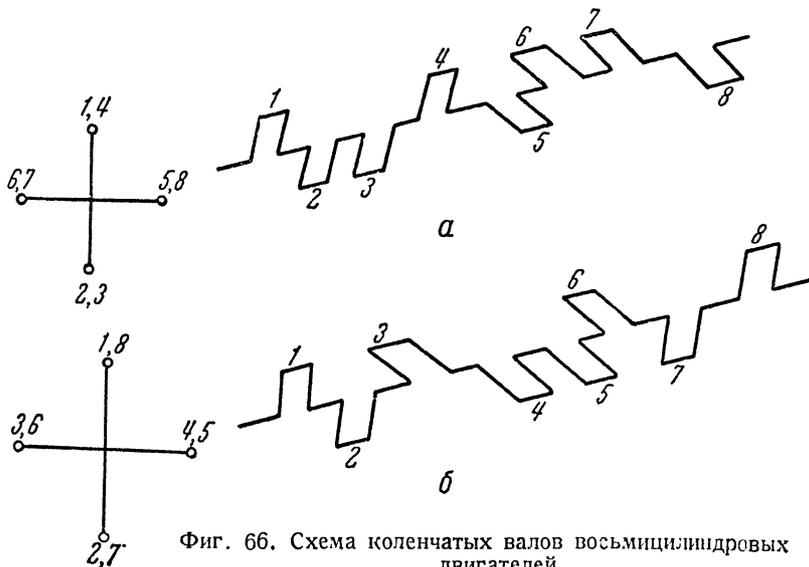
Фиг. 65. Продольный разрез двигателя Додж.

### Коленчатые валы восьмицилиндровых однорядных двигателей

Из условий равномерности работы чередование рабочих ходов у восьмицилиндрового двигателя должно быть через  $\frac{720^\circ}{8} = 90^\circ$  поворота коленчатого вала. При однорядном расположении цилиндров равномерное чередование вспышек возможно в том случае, если коленчатый вал имеет форму, соответствующую двум, один за другим поставленным под углом  $90^\circ$ , коленчатым валам четырёхцилиндровых двигателей (фиг. 66, а), или форму, показанную на фиг. 66, б. Для каждого из этих валов можно осуществить восемь комбинаций различных порядков работы двигателя. Наибольшее распространение имеет вал, у которого 3, 4, 5 и 6-й кривошипы расположены в одной плоскости (фиг. 66, б). Возможные порядки работы у двигателя с таким валом следующие:

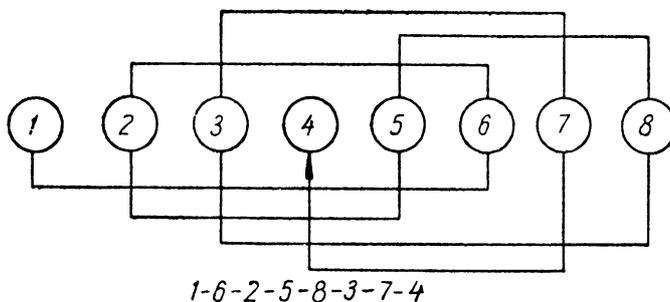
- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1) 1—3—2—4—8—6—7—5. | 5) 1—6—2—4—8—3—7—5, |
| 2) 1—3—2—5—8—6—7—4, | 6) 1—6—2—5—8—3—7—4, |
| 3) 1—3—7—4—8—6—2—5, | 7) 1—6—7—4—8—3—2—5, |
| 4) 1—3—7—5—8—6—2—4, | 8) 1—6—7—5—8—3—2—4, |

Наибольшее распространение имеет порядок работы 1—6—2—5—8—3—7—4. В частности, такой порядок работы имеет двигатель ЗИС-101.

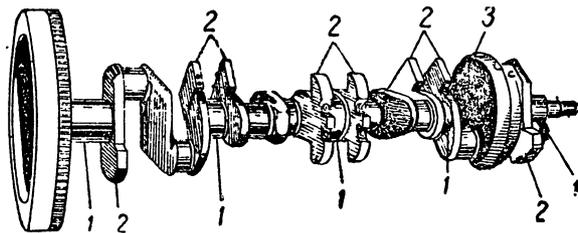


Фиг. 66. Схема коленчатых валов восьмицилиндровых двигателей.

При этом порядке вспышки происходят поочерёдно в наиболее удалённых цилиндрах, что видно из фиг. 67.



Фиг. 67. Схема порядка работы восьмицилиндрового двигателя.



Фиг. 68. Коленчатый вал двигателя ЗИС-101:  
1 — коренные шейки; 2 — противовесы; 3 — демпфер крутильных колебаний.

Коленчатые валы однорядных восьмицилиндровых двигателей выполняются с пятью или девятью коренными шейками. На фиг. 68 показан коленчатый вал восьмицилиндрового двигателя ЗИС-101. Расположение колен у этого вала выполнено по схеме фиг. 66, б таким образом, что

1, 2, 7 и 8-е колена расположены в одной плоскости, а 3, 4, 5 и 6-е колена — в перпендикулярной плоскости. Вал имеет пять коренных шеек. Его противовесы изготовлены отдельно и крепятся к щёкам при помощи двух шпилек каждый, а для надёжности крепления гайки после затяжки приваривают электросваркой к шпилькам.

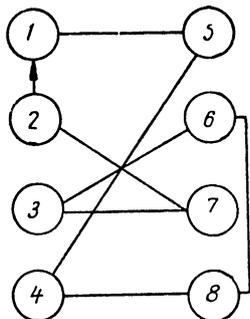
Между первой и второй шатунными шейками расположен демпфер крутильных колебаний, назначение которого будет объяснено ниже.

### Коленчатые валы V-образных восьмицилиндровых двигателей

У восьмицилиндровых V-образных двигателей коленчатый вал может иметь форму вала четырёхцилиндрового двигателя с кривошипами, лежащими в одной плоскости. При расположении цилиндров под углом  $90^\circ$  у такого двигателя происходит равномерное чередование вспышек через  $90^\circ$ . Однако при указанной форме вала силы инерции поступательно движущихся масс неуравновешены, поэтому в настоящее время такая форма вала для восьмицилиндровых двигателей не применяется.

В современных V-образных восьмицилиндровых двигателях применяется форма вала, при которой четыре кривошипа располагаются крестообразно. При этом, наряду с равномерным чередованием вспышек через  $90^\circ$  (если угол между цилиндрами  $90^\circ$ ), может быть достигнута также и полная уравновешенность двигателя.

Восьмицилиндровые V-образные двигатели могут иметь следующие порядки работы:



1-5-4-6-6-3-7-2

Фиг. 69. Схема порядка работы V-образного восьмицилиндрового двигателя.

- 1) 1-8-2-7-4-5-3-6,
- 2) 1-6-3-5-4-7-2-8,
- 3) 1-8-3-6-4-5-2-7,
- 4) 1-8-4-2-7-3-6-5,
- 5) 1-5-4-8-6-3-7-2,
- 6) 1-5-2-6-4-8-3-7,
- 7) 1-5-2-6-4-8-3-7,
- 8) 1-7-2-5-4-6-3-8.

Наиболее распространённый порядок работы: 1-5-4-8-6-3-7-2. Схема его приведена на фиг. 69. Такой порядок работы применяется на восьмицилиндровом двигателе Форд.

В некоторых случаях для уменьшения габаритов двигателя угол между цилиндрами делают меньше  $90^\circ$ , но это нарушает равномерное чередование вспышек через каждые  $90^\circ$ . В частности, при расположении цилиндров под углом  $60^\circ$  вспышки чередуются в следующем порядке:  $0-60^\circ-180^\circ-240^\circ-360^\circ-420^\circ-540^\circ-600^\circ-$

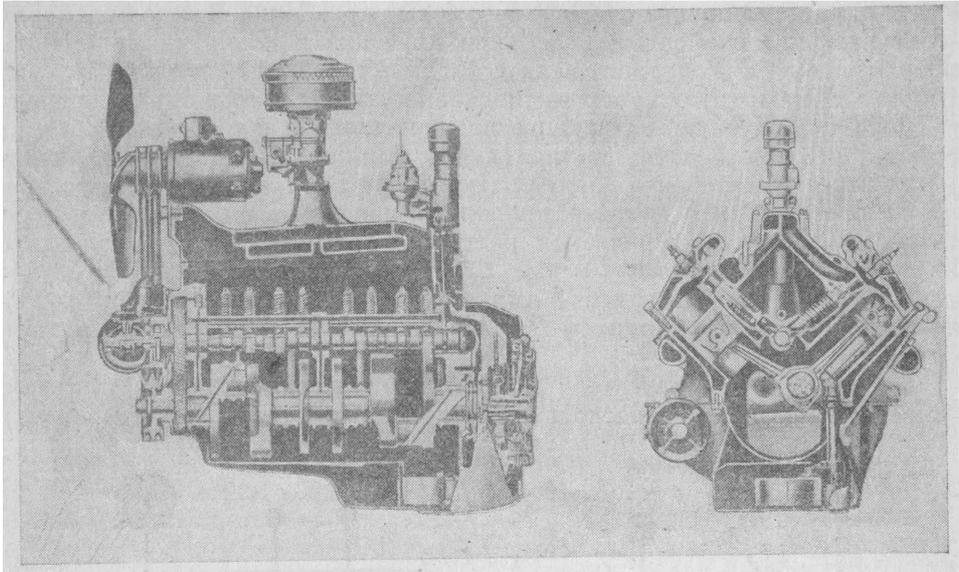
$720^\circ$ , т. е. с интервалами в  $60$  и  $120^\circ$ . Такое расположение цилиндров иногда применяют, чтобы избежать резонансных явлений в коленчатом валу, которые могут иметь место при правильном чередовании вспышек.

Устройство коленчатого вала V-образного восьмицилиндрового двигателя Форд видно из фиг. 70. Вал покоится на трёх опорах и имеет четыре кривошипа: первый и четвёртый располагаются в одной плоскости, второй и третий — в перпендикулярной плоскости. К каждой шатунной шейке крепятся два шатуна. Противовесы откованы как одно целое с валом.

### Коленчатые валы 12-цилиндровых двигателей

По условиям равномерности работы чередование рабочих ходов у 12-цилиндрового двигателя должно происходить через  $\frac{720^\circ}{12} = 60^\circ$  поворота коленчатого вала.

Вследствие большой длины однорядные 12-цилиндровые двигатели на автомобилях встречаются редко; требуемая равномерность работы достигается у V-образного 12-цилиндрового двигателя с углом между



Фиг. 70. Продольный и поперечный разрезы V-образного восьмицилиндрового двигателя Форд.

цилиндрами  $60^\circ$ . Коленчатый вал таких двигателей подобен валу шестицилиндрового двигателя при условии, что на каждой шатунной шейке крепятся по два шатуна.

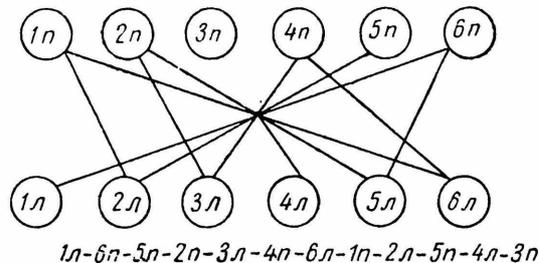
Порядок работы двигателя выбирается таким, чтобы чередование вспышек в одном ряду соответствовало чередованию в обычном шестицилиндровом двигателе (например 1—5—3—6—2—4), а вспышки во втором ряду распределялись между вспышками первого ряда, причём чередование вспышек во втором ряду такое же, как в первом. Обозначая цилиндры первого ряда цифрами с индексом «л», а цилиндры второго ряда цифрами с индексом «п», получим такой порядок работы:

$1_л - 6_п - 5_л - 2_п - 3_л - 4_п - 6_л - 1_п - 2_л - 5_п - 4_л - 3_п$ .

Схема порядка работы представлена на фиг. 71. При таком порядке работы одна шатунная шейка коленчатого вала не нагружается два раза подряд от своих двух шатунов, что является одним из важных условий при выборе порядка работы всякого V-образного двигателя.

#### § 4. ДЕМПФЕР (ГАСИТЕЛЬ) КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Всякий коленчатый вал испытывает переменные скручивающие нагрузки. Для ознакомления с происходящими при этом явлениями в

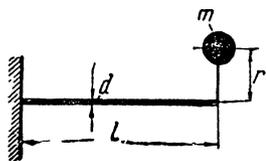


Фиг. 71. Схема порядка работы 12-цилиндрового двигателя:

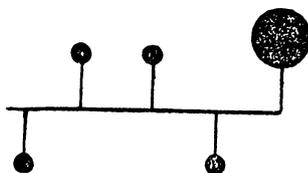
в коленчатом валу представим себе упругий прямой вал, один конец которого закреплён, а на другом, свободном конце на радиусе  $r$  размещена масса  $m$  (фиг. 72). Если свободный конец вала закрутить на некоторый угол, а затем отпустить, то под влиянием упругости вала и инерции массы  $m$  система начнёт совершать угловые колебания. Такие колебания носят название свободных колебаний кручения и подчиняются определённым законам. У данного вала с заданной массой период, в течение которого происходит одно полное колебание, будет строго определённым.

Если выведенную из равновесия и начавшую колебаться систему предоставить самой себе, то постепенно амплитуды колебаний начнут уменьшаться и колебания будут затухать вследствие внутреннего трения. Если же к такой системе приложить внешнюю периодически действующую силу, причём период внешней силы совпадёт с периодом свободных колебаний системы или будет кратен ему, то в этом случае возникнет явление резонанса — амплитуда крутильных колебаний будет возрастать и вал под влиянием увеличивающегося напряжения может разрушиться.

Коленчатый вал двигателя можно схематически представить также в виде системы вала с несколькими массами (кривошипы и маховик)



Фиг. 72. Схема вала, закреплённого одним концом, и с массой, сосредоточенной на свободном конце.



Фиг. 73. Схематическое изображение коленчатого вала.

(фиг. 73). Такой вал, будучи закручен и затем отпущен, начнёт колебаться со своим, свойственным ему периодом колебаний. Но к кривошипам коленчатого вала всегда приложены периодически действующие силы и в том случае, если период действия этих сил совпадёт с периодом свободных колебаний коленчатого вала (или будет кратен ему), наступит явление резонанса. Таким образом при каком-то определённом числе оборотов, при котором период действия сил начнёт совпадать с периодом свободных колебаний коленчатого вала, может произойти его поломка. Число оборотов коленчатого вала двигателя, при котором имеет место резонанс, называется критическим.

Для того чтобы избежать резонанса, коленчатые валы автомобильных двигателей делают возможно более жёсткими, с тем чтобы уменьшить период колебаний, т. е. увеличить частоту колебаний и тем самым сделать невозможным резонанс при числах оборотов, соответствующих эксплуатационным режимам двигателя. Однако это не всегда возможно. В частности, применение противовесов на коленчатом валу значительно увеличивает период свободных колебаний. В то же время тенденция к увеличению быстроходности двигателей приводит к тому, что период действия внешних сил уменьшается. Поэтому крутильный резонанс может иметь место в современных двигателях в том случае, если не приняты меры к гашению возникающих крутильных колебаний.

С целью гашения возникающих крутильных колебаний на многих коленчатых валах автомобильных двигателей устанавливают специальные устройства, называемые демпферами крутильных колебаний. На

фиг. 74 показано устройство фрикционного демпфера, получившего наибольшее распространение. Демпфер обычно устанавливается на переднем конце вала (носке), там, где угловые амплитуды колебаний имеют максимальную величину. Принцип действия фрикционного демпфера заключается в том, что энергия возникающих крутильных колебаний коленчатого вала частично поглощается работой трения внутри демпфера.

Демпфер представляет собой маховичок 1, состоящий из двух массивных шайб, свободно сидящих на ступице шкива привода вентилятора. Шайбы при помощи распорных пружин 2 прижимаются к фрикционным дискам 3. При возникновении крутильных колебаний маховичок благодаря своей массе стремится вращаться равномерно, вследствие чего происходит пробуксовка конца коленчатого вала относительно маховичка. При этом трение, возникающее между маховичком и фрикционными дисками, уменьшает амплитуду крутильных колебаний.

### § 5. МАХОВИК

Маховик служит: а) для вывода деталей кривошипно-шатунного механизма из мёртвых точек; б) для аккумуляции энергии во время рабочего такта, необходимой для вращения коленчатого вала в течение трёх остальных подготовительных тактов, и в) для устранения неравномерности вращения коленчатого вала.

У двигателей с числом цилиндров более четырёх рабочие такты, протекающие в разных цилиндрах, накладываются друг на друга, поэтому для вывода кривошипно-шатунного механизма из мёртвых точек и для вращения коленчатого вала во время подготовительных тактов надобность в маховике отпадает. Равномерность вращения вала многоцилиндрового двигателя и без маховика обычно достаточна. Поэтому с увеличением числа цилиндров размеры маховика уменьшаются и его роль сводится к следующему:

1) обеспечение плавной работы двигателя на малых оборотах холостого хода;

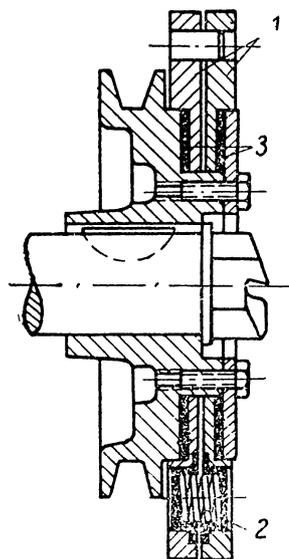
2) облегчение трогания автомобиля с места путём использования живой силы маховика и

3) облегчение запуска двигателя.

Маховик обычно отливается из чугуна и представляет собой диск, основная масса которого сосредоточена на ободе. Маховик должен быть тщательно динамически сбалансирован для того, чтобы при вращении его не возникало неуравновешенных центробежных сил, которые вызывают «биение» коленчатого вала, вибрации двигателя и усиленный износ коренных подшипников.

На маховике монтируется механизм сцепления, что является одним из условий, определяющих его размеры.

В большинстве случаев маховик крепится к фланцу коленчатого вала при помощи болтов. Для точной центровки маховика по валу его посадка на фланец производится при помощи специальной заточки или установочных штифтов. Так как маховик балансируется с коленчатым



Фиг. 74. Демпфер фрикционного типа:  
1 — маховичок демпфера; 2 — распорные пружины; 3 — фрикционные диски.

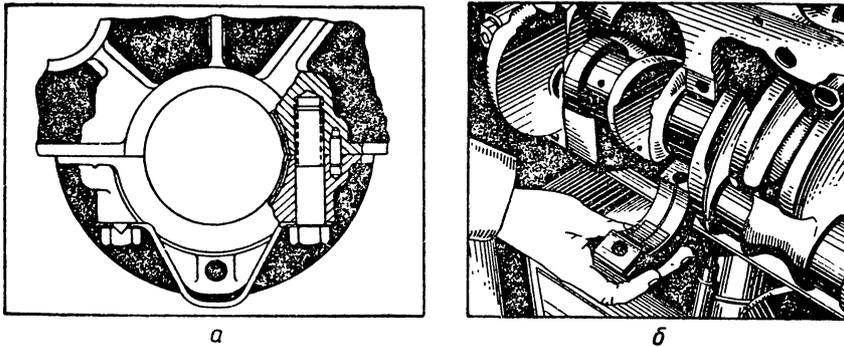
валом в сборе, то при последующих разборках двигателя не должно нарушаться их взаимное положение, что также важно и для сохранения положения установочных меток (например для установки зажигания), которые наносятся на обод маховика. С этой целью установочные штифты или болты крепления маховика располагаются несимметрично. На обод маховика запрессовывается зубчатый венец, в зацепление с которым входит шестерня стартера при запуске двигателя.

### § 6. КАРТЕР ДВИГАТЕЛЯ

Картер двигателя является основанием, на котором монтируются главные детали двигателя. Картер состоит обычно из двух половин — верхней и нижней.

Верхняя половина картера в большинстве случаев отливается заодно с цилиндрами для обеспечения большей жёсткости конструкции. В передней и задней стенках верхнего картера, а также в средних перегородках размещаются подшипники коренных шеек коленчатого вала. Крышки коренных подшипников съёмные и крепятся к картеру двумя или четырьмя шпильками или болтами.

Правильная установка крышек на место после разборки обеспечивается в большинстве случаев установочными штифтами (фиг. 75, а) или точно обработанными уступами в плоскостях разъёма (фиг. 75, б).



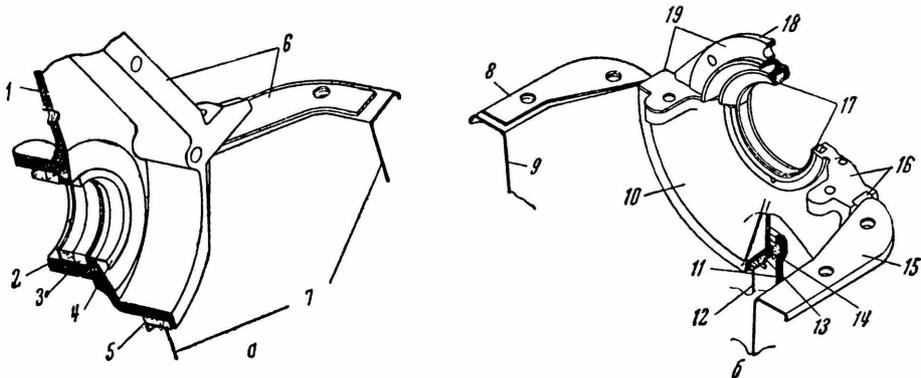
Фиг. 75. Способы фиксации крышки коренного подшипника:  
а — установочной шпилькой; б — уступами в картере и торцами крышки.

В гнездах коренных подшипников помещаются вкладыши, залитые слоем антифрикционного металла (баббит, бронзовые сплавы и пр.). Обычно вкладыши изготовляют из стали, редко из бронзы. В плоскости разъёма подшипников укладываются регулировочные прокладки. По мере увеличения зазора между шейкой вала и подшипником часть прокладок удаляется при перетяжке подшипников.

В настоящее время на многих двигателях применяются тонкостенные биметаллические вкладыши типа описанных выше шатунных вкладышей.

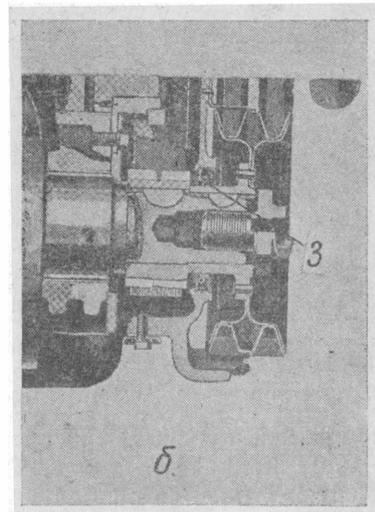
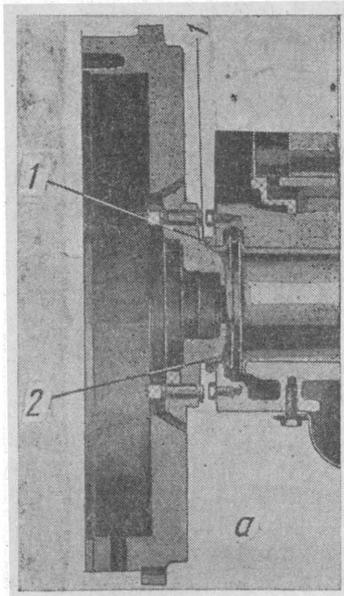
Коренные подшипники одного двигателя отличаются друг от друга своей длиной. Большую длину имеет задний подшипник, так как он несёт дополнительную нагрузку от маховика, а также средний подшипник (при нечётном числе подшипников), одновременно нагружаемый силами инерции двух средних цилиндров, так как кривошипы вала расположены симметрично относительно середины. Один из подшипников — средний, задний или передний — фиксирует вал от осевых перемещений. Для этой цели его вкладыш снабжается специальным буртиком. При большой

длине коленчатого вала фиксирующим обычно делают средний подшипник, с тем чтобы сократить величину теплового удлинения вала по концам.



Фиг. 76. Уплотнения концов коленчатого вала и картера двигателя «Интернационал»: а — уплотнения переднего конца: 1 — крышка распределительных шестерён; 2 — корпус сальника; 3 — сальники; 4 — маслоотражатель; 5 — прокладка; 6 — прокладка; 7 — нижняя половина картера; б — уплотнение заднего конца: 8 — прокладка; 9 — нижняя половина картера; 10 — корпус сальника нижний; 11 — картер маховика; 12 — нижняя половина картера; 13, 14, 15, 16 и 19 — прокладки; 17 — сальник; 18 — корпус сальника верхний.

Весьма важно обеспечить надёжное уплотнение картера в местах разъемов во избежание утечки масла. Особенно хорошее уплотнение должно быть в местах выхода переднего и заднего концов коленчатого вала из картера. Для этого применяют пробковые, кожаные или фетровые сальники. Кроме того, для отвода масла, сбрасываемого с коленчатого вала, на стенках картера и в крышках

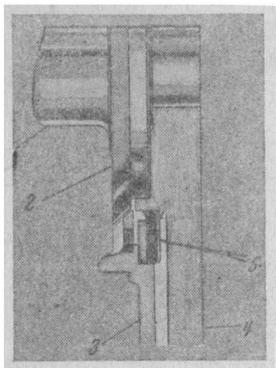


Фиг. 77. Уплотнение концов коленчатого вала двигателя Додж: а — уплотнение заднего конца; 1 — сальник; 2 — гребень; б — уплотнение переднего конца; 3 — сальник.

подшипников устраиваются маслоотражатели и дренажные каналы. Различные виды уплотнений на концах коленчатого вала показаны на фиг. 76—79.

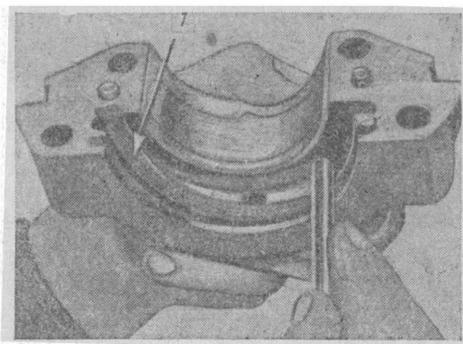
Во время работы двигателя внутри картера может создаться повышенное давление из-за прорыва газов через поршневые кольца. Для

устранения возможного при этом выдавливания масла через сальники и неплотности в соединениях картер через специальное отверстие, называемое сапуном, соединяется с атмосферой. Отверстие сапуна, закрываемое



Фиг. 78. Уплотнение заднего конца коленчатого вала двигателя Студебеккер:

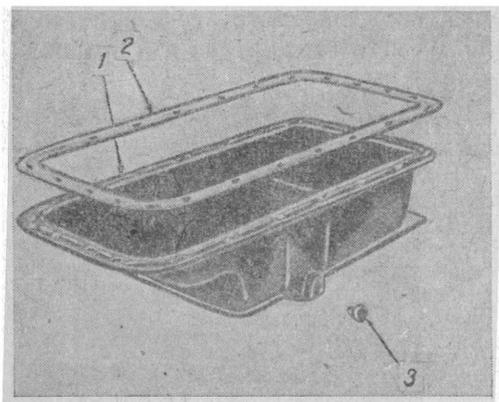
1 — коленчатый вал; 2 — гребень; 3 — картер маховика; 4 — маховик; 5 — сальник.



Фиг. 79. Способ установки заднего сальника двигателя Шевроле:

1 — сальник.

мое крышкой или воздухоочистителем, обычно используется одновременно для заливки в картер масла. Чтобы масло не выплескивалось наружу, трубка сапуна внутри снабжается отражательными перегородками.



Фиг. 80. Нижний картер двигателя Виллис: 1 — картер; 2 — прокладка; 3 — спускная пробка.

В верхней части картера, кроме коленчатого вала, монтируется распределительный вал, для чего в стенках картера и в перегородках предусматриваются отверстия для установки подшипников распределительного вала.

Различные приливы в виде фланцев и кронштейнов, имеющиеся на картере, служат для установки механизмов: стартера, генератора, водяной помпы, бензопомпы и пр.

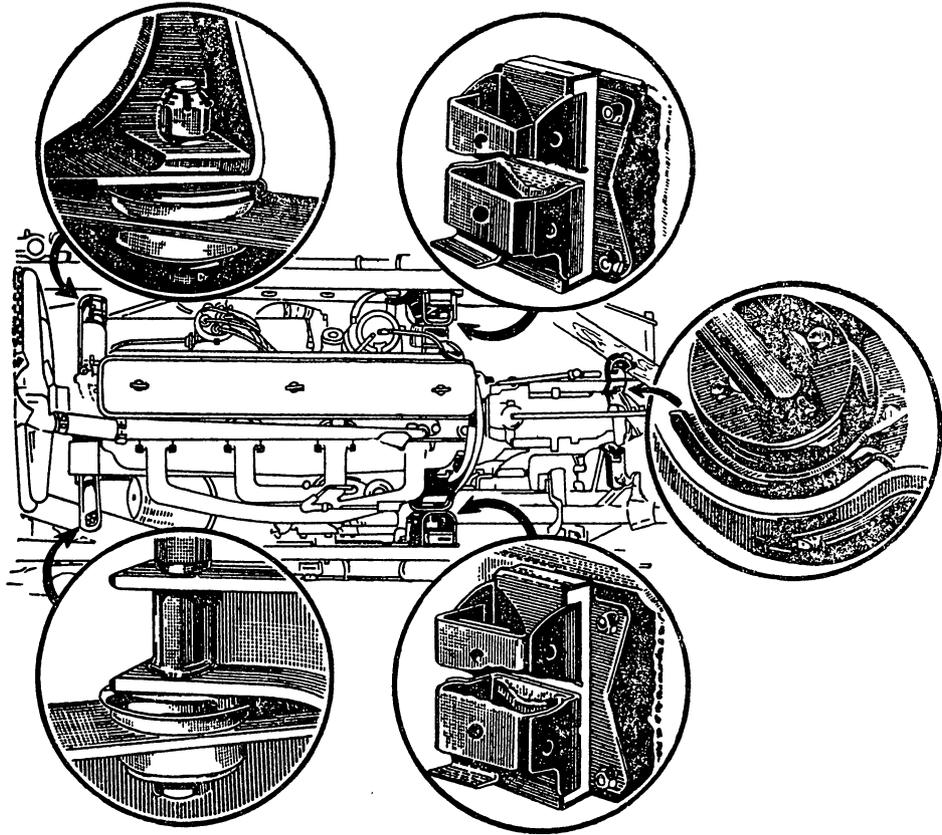
Нижняя половина картера (фиг. 80), обычно штампуется из листовой стали и используется как масляный резервуар. Соединение нижней половины картера с верхней производится при помощи болтов. В дно нижней части картера ввёртывается пробка для спуска масла.

Картер маховика в большинстве случаев отливается отдельно и скрепляется с картером двигателя при помощи болтов или шпилек. Правильная установка картера маховика обеспечивается специальными установочными штифтами.

## § 7. КРЕПЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ НА РАМЕ

Двигатель крепится к раме в нескольких точках. Количество точек крепления различно, но в большинстве случаев не превышает четырёх. В редких случаях применяется крепление в пяти точках, показанное на

фиг. 81 для двигателя ЗИС-101. Спереди двигатель опирается двумя лапами на раскосы рамы. Крепление передних лап производится болтами, причём под лапы и головки болтов подкладываются резиновые шайбы. Задние лапы — у картера маховика — опираются на специальные кронштейны. Кронштейны состоят из отдельных элементов, завулканизированных в одно целое резиной. Пятая точка опоры, находящаяся в задней части коробки передач, смонтированной в одном блоке с двигателем, необходима ввиду больших размеров и веса коробки передач.



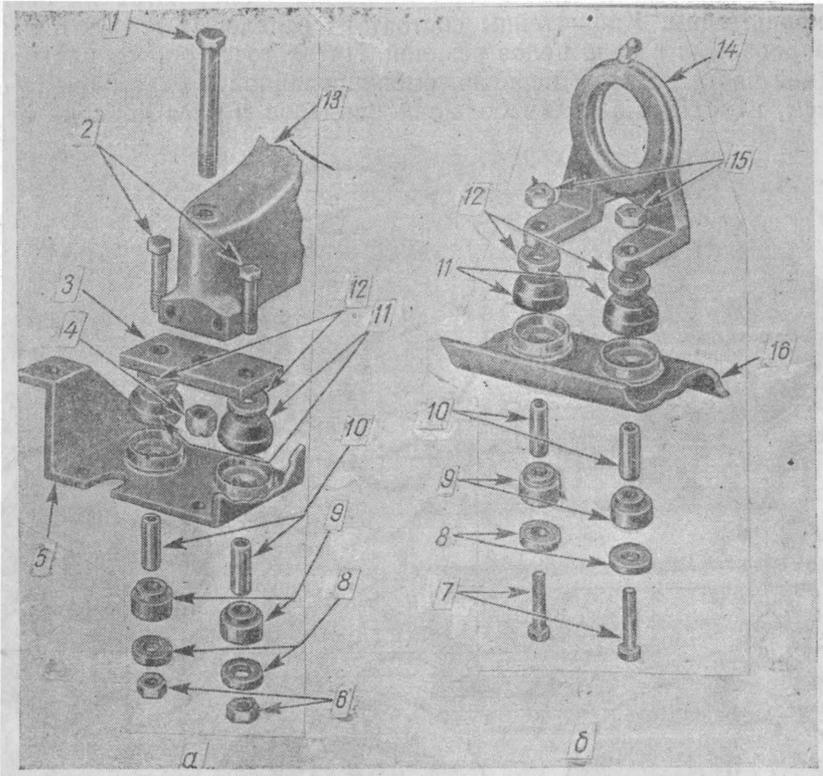
Фиг. 81. Крепление двигателя ЗИС-101 на раме.

Наиболее распространённым является крепление двигателя на трёх упругих опорах, снабжённых резиновыми подушками, пружинами и пр. с целью уменьшения напряжений, возникающих в местах крепления двигателя к раме при деформациях рамы.

На фиг. 82 показаны детали крепления двигателя Студебеккер. Этот двигатель крепится на трёх точках. Спереди двигатель цилиндрическим приливом верхнего картера опирается на специальный кронштейн 14, устанавливаемый на поперечине рамы через резиновые подушки 9 и 11. Каждая из двух задних лап двигателя крепится болтом 1 к пластине 3, а последняя связывается с кронштейном рамы 5 также через резиновые подушки.

На некоторых легковых автомобилях применяется так называемая «плавающая» подвеска двигателя, т. е. крепление его на двух точках. Так осуществлено крепление двигателя автомобиля ГАЗ-М (фиг. 83). Спереди двигатель опирается через резиновую подушку на кронштейн 1,

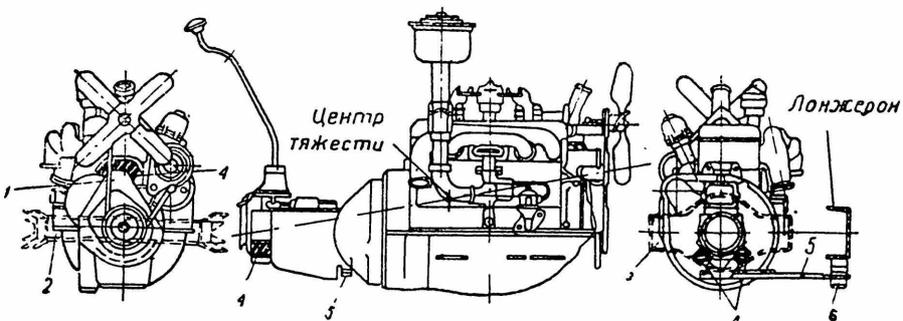
укреплённый на поперечине рамы 2. Задняя точка крепления находится на картере коробки передач, который лежит в резиновых подушках 4 на поперечине рамы 3. Для ограничения угла поворота двигателя отно-



Фиг. 82. Детали крепления двигателя Студебеккер на раме:

*a* — заднее крепление; *b* — переднее крепление; 1 — болт крепления задней лапы; 2 — болты крепления опорной пластины; 3 — опорная пластина; 4 — коронная гайка; 5 — задний кронштейн рамы; 6 — гайки крепления опорной пластины; 7 — болты крепления переднего кронштейна; 8 — шайбы; 9 — нижние резиновые подушки; 10 — распорные втулки резиновых подушек; 11 — верхние резиновые подушки; 12 — шайбы; 13 — задняя лапа; 14 — передний кронштейн двигателя; 15 — гайки крепления переднего кронштейна двигателя; 16 — поперечина рамы.

сительно его оси применена консольная рессора 5, основание которой прикреплено к задней части двигателя, а упругий конец находится в кронштейне 6, укрепленном на раме.



Фиг. 83. Крепление двигателя автомобиля ГАЗ-М на раме:

1 — передний кронштейн; 2 — поперечина рамы передняя; 3 — поперечина рамы задняя; 4 — заднее крепление; 5 — консольная рессора; 6 — кронштейн крепления реактивной рессоры.

Линия, соединяющая переднюю и заднюю опоры, проходит примерно через центр тяжести двигателя. Преимущество такого крепления заключается в том, что вибрации двигателя почти не передаются на раму даже в том случае, если двигатель недостаточно уравновешен. Поэтому такой тип крепления применяется для двигателей с числом цилиндров не более четырёх.

Необходимо отметить, что «плавающее» крепление двигателя вызывает конструктивное усложнение крепления некоторых деталей, связанных, с одной стороны, с двигателем, получающим довольно большие угловые колебания, а с другой стороны, с рамой. Так, глушитель приходится крепить к раме не жёстко, а через пружинящий элемент.

## Глава V

### ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ

На четырёхтактных двигателях современных автомобилей встречаются два типа механизмов газораспределения: 1) клапанный и 2) бесклапанный или золотниковый. Наиболее распространён клапанный механизм газораспределения.

В зависимости от расположения клапанов различают два типа конструкций механизмов клапанного газораспределения: 1) с нижними клапанами и 2) с верхними (или подвесными) клапанами.

Отличительным признаком механизма с нижними клапанами является расположение последних в блоке цилиндров. В механизме с верхними клапанами клапаны располагаются в головке цилиндров.

Клапаны, открывающие доступ рабочей смеси или воздуха в цилиндры, называются впускными, а открывающие выход для отработавших газов из цилиндров — выпускными.

В каждом цилиндре имеются два клапана<sup>1</sup> — впускной и выпускной; количество кулачков на распределительном валу соответствует числу клапанов. У четырёхцилиндрового двигателя — 8 кулачков, шестицилиндрового — 12 и т. д.

В течение рабочего цикла четырёхтактного двигателя, т. е. за два оборота коленчатого вала, каждый из клапанов должен открыться по одному разу. Отсюда следует, что распределительный вал за два оборота коленчатого вала должен повернуться один раз, следовательно, передаточное число между ними будет 1 : 2.

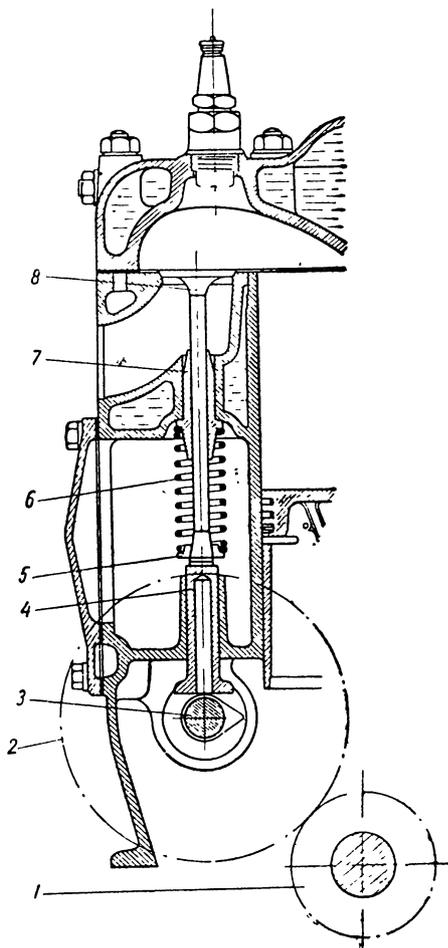
#### § 1. МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ С НИЖНИМИ КЛАПАНАМИ

При вращении распределительного вала 3 (фиг. 84), связанного распределительными шестернями 1 и 2 с коленчатым валом, кулачок, сделанный заодно целое с распределительным валом, набегаёт на толкатель 4 и поднимает его. Толкатель давит на стержень клапана 8 и, преодолевая усилие пружины 6, поднимает клапан. При дальнейшем вращении кулачка пружина, упирающаяся одним концом в тело блока двигателя, а другим в опорную шайбу 5, укреплённую на стержне клапана, опускает последний.

<sup>1</sup> На некоторых двигателях, например на двигателях гоночных автомобилей, иногда устанавливаются по два — три впускных и столько же выпускных клапанов. Это делается для лучшего наполнения и очистки цилиндров, что даёт возможность получить более высокую мощность. Такой механизм получается очень сложным и поэтому на нормальных двигателях не применяется.

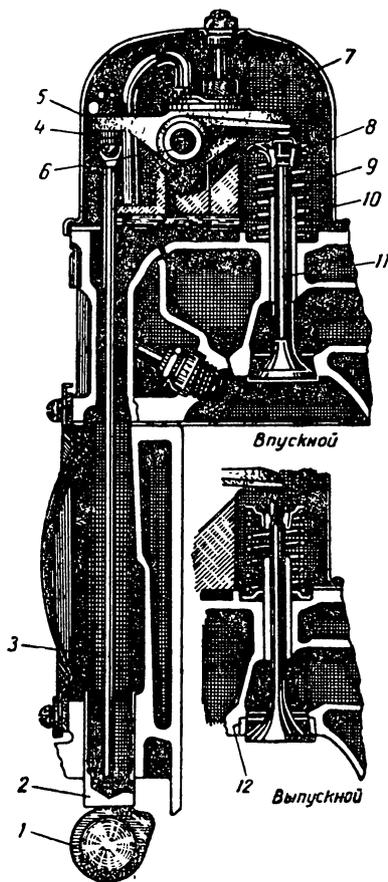
## § 2. МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ С ВЕРХНИМИ КЛАПАНАМИ

При верхнем расположении клапанов их привод несколько усложняется по сравнению с приводом к нижним клапанам. Как видно из фиг. 85, при верхнем расположении клапанов для передачи усилия к стержню клапана имеются дополнительные детали: коромысло 5, смонтированное на оси 6, установленной в специальных кронштейнах 7 на го-



Фиг. 84. Схема механизма газораспределения с нижними клапанами:

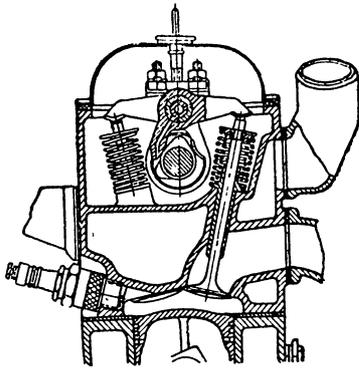
1 — 2 распределительные шестерни; 3 — распределительный вал; 4 — толкатель; 5 — опорная шайба; 6 — клапанная пружина; 7 — направляющая втулка; 8 — клапан.



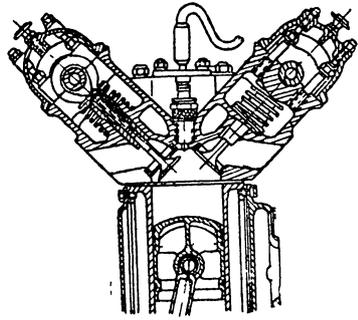
Фиг. 85. Механизм газораспределения с верхними клапанами:

1 — кулачок; 2 — толкатель; 3 — толкающая штанга; 4 — регулировочный винт с шаровой головкой; 5 — коромысло; 6 — ось коромысел; 7 — кронштейн оси коромысел; 8 — тарелка клапанной пружины; 9 — клапанная пружина; 10 — направляющая втулка клапана; 11 — клапан; 12 — вставное гнездо выпускного клапана.

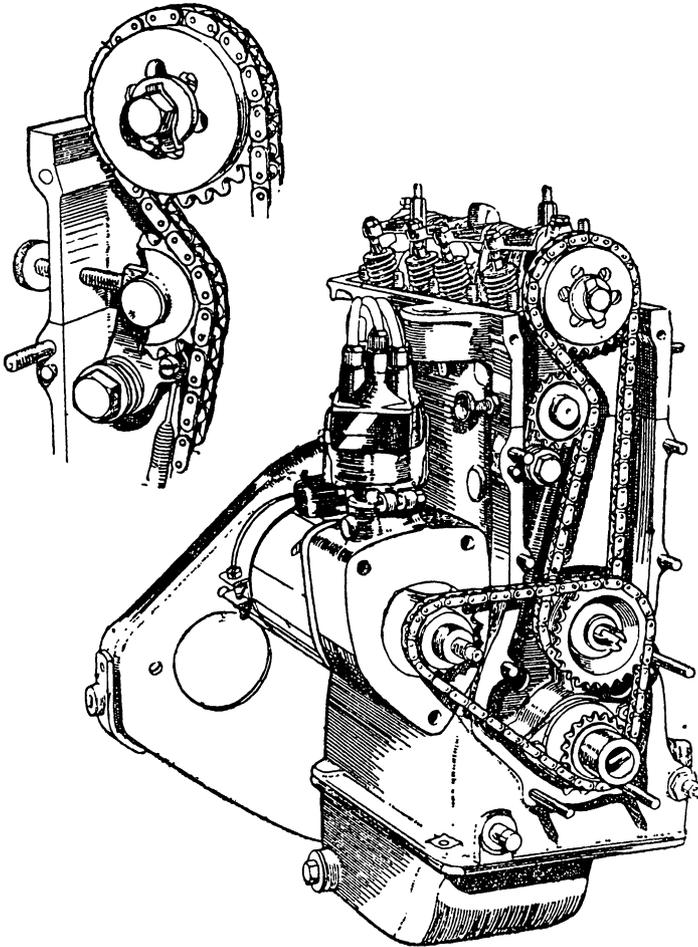
ловке блока цилиндров, и толкающая штанга 3, передающая усилие от толкателя к коромыслу. В указанной схеме привод к распределительному валу такой же, как и у механизма с нижними клапанами. Несколько иная схема привода показана на фиг. 86. В этом случае распределительный вал располагается в верхней части двигателя, толкающие штанги отсутствуют и кулачки воздействуют на коромысло непосредственно. На фиг. 87 показана конструкция, где кулачки распределительного вала непосредственно воздействуют на стержни клапанов. Привод к распределительному валу в этих конструкциях осуществляется при помощи вер-



Фиг. 86. Механизм газораспределения с распределительным валом в верхней части двигателя.



Фиг. 87. Верхнее расположение распределительных валов с непосредственным воздействием кулачков на стержни клапанов.



Фиг. 88. Двигатель малолитражного автомобиля Зингер с цепным приводом к механизму газораспределения и с распределительным валом, расположенным в верхней части двигателя.

тикального вала с коническими (или геликоидальными) шестернями или при помощи цепной передачи (фиг. 88).

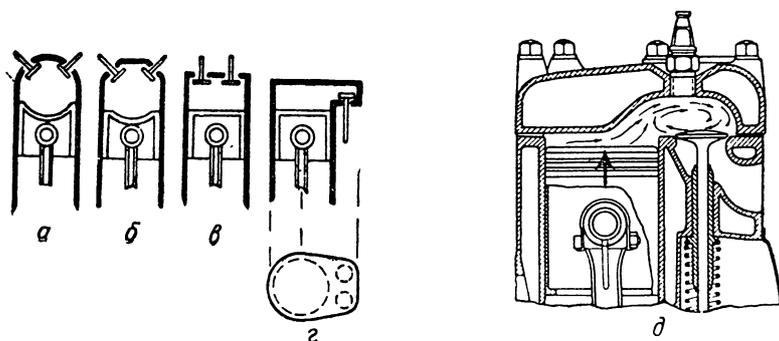
При верхнем расположении клапанов несколько улучшается наполнение цилиндров благодаря меньшему торможению горючей смеси во всасывающих каналах, имеющих более плавные переходы, чем при нижних клапанах, а также обеспечивается более совершенная форма камеры сгорания.

К недостаткам механизма с верхними клапанами нужно отнести бóльший вес возвратно движущихся деталей, вследствие чего приходится устанавливать более сильные клапанные пружины для преодоления инерции этих деталей при посадке клапана или же устанавливать дополнительные пружины у толкателя, воспринимающие инерционные усилия штанг и толкателей (ЗИС-101). Этот недостаток устраняется при расположении распределительного вала в верхней части двигателя, но при этом усложняется привод к распределительному валу.

### § 3. РАСПОЛОЖЕНИЕ КЛАПАНОВ И ФОРМЫ КАМЕР СГОРАНИЯ

Расположение клапанов тесно связано с формой камеры сгорания. На фиг. 89 представлены основные формы камер сгорания, встречающиеся на автомобильных двигателях.

Наиболее рациональной является сферическая форма камеры сгорания (фиг. 89, а). Такая форма удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к камере сгорания: возможность применения высокой степени сжатия без возникновения детонационных явлений и по-



Фиг. 89. Различные формы камер сгорания:  
а — сферическая; б — шатровая; в — цилиндрическая; з — L-образная; д — L-образная типа Рикардо.

лучение минимальной поверхности камеры при данном объёме. Чем меньше поверхность камеры, тем лучше используется тепло, поскольку меньшее количество его теряется через стенки камеры сгорания. Наряду с этим чем более компактна камера, тем меньше пути горения и, следовательно, меньше возможность возникновения детонации.

Для получения сферической или приближающейся к ней по форме шатровой (фиг. 89, б) камер сгорания клапаны располагаются наклонно. При цилиндрической (фиг. 88, в) форме камеры сгорания клапаны располагаются вертикально.

При нижнем расположении клапанов в настоящее время применяются главным образом L-образные камеры сгорания различной конфигурации (фиг. 90). Большое распространение имеет L-образная камера типа Рикардо (фиг. 89, д). Такого типа камеры обладают тем преимуществом, что способствуют хорошему завихрению смеси. Завихрение смеси

обеспечивается горловиной между камерой сгорания и рабочим объёмом цилиндра. При интенсивном завихрении скорость сгорания получается большей, поэтому большее количество тепла переходит в механическую работу и меньшее количество тепла воспринимается стенками камеры сгорания. Однако пути горения в L-образной камере получаются довольно значительными, и это может послужить причиной детонации.



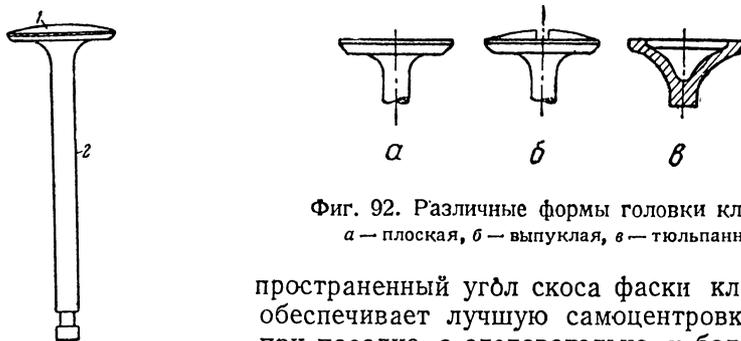
Фиг. 90. Различные формы L-образных камер современных двигателей.

Поэтому, чтобы устранить возможность детонации, между днищем поршня и головкой оставляют весьма малый зазор для более интенсивного охлаждения заряда в этой части камеры. Для той же цели поршень, а иногда и головку делают из лёгких сплавов. Примером L-образной камеры сгорания, выполненной по типу Рикардо, может служить камера сгорания двигателя ГАЗ-М (фиг. 107).

#### § 4. ДЕТАЛИ КЛАПАННОГО МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

##### Клапаны

Клапан состоит из головки 1 и стержня 2 (фиг. 91). Головка имеет шлифованную конусную фаску, которая является опорной поверхностью клапана. Соответствующая фаска делается в гнезде для клапана. Каждый клапан тщательно притирается к своему гнезду. Наиболее рас-



Фиг. 92. Различные формы головки клапанов:  
а — плоская, б — выпуклая, в — тюльпанная.

Фиг. 91. Клапан автомобильного двигателя:  
1 — головка; 2 — стержень.

пространенный угол скоса фаски клапана  $45^\circ$  обеспечивает лучшую самоцентрировку клапана при посадке, а следовательно, и более плотное закрытие.

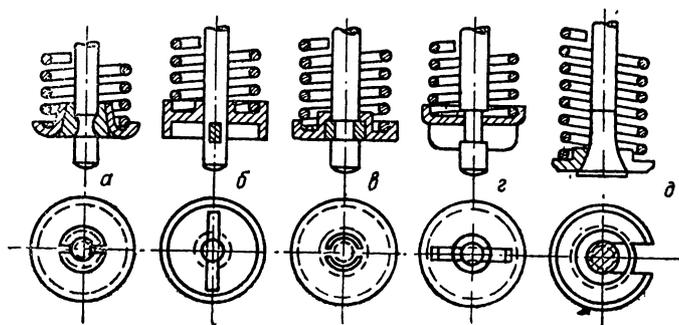
Форма головки клапана может быть различной. Наиболее употребительные формы головки — плоская, выпуклая, тюльпанная (фиг. 92). Форма головки должна обеспечить достаточную прочность и сопротивляемость короблению, так как температура клапанов достигает  $300\text{--}400^\circ$  у впускного и  $800\text{--}900^\circ$  у выпускного.

Тюльпанные головки, обладая хорошей обтекаемостью и высоким сопротивлением короблению, употребляются, главным образом, для впускных клапанов. При применении для выпускного клапана такая головка вследствие большой поверхности нагрева будет перегреваться.

Переход от головки к стержню делается плавным, что увеличивает прочность клапана, улучшает отвод тепла от головки и уменьшает сопротивление потоку газов.

Ввиду более тяжёлых температурных условий гнездо выпускного клапана подвергается большему износу, нежели гнездо впускного клапана. Поэтому на многих двигателях гнездо выпускного клапана изготовляется в виде кольца из жароупорной стали или специального чугуна, запрессованного в тело блока или головки цилиндров. Вставные гнезда для выпускных клапанов имеют двигатели ГМС, «Интернационал», Додж, Форд-6 и др.

Для лучшего наполнения цилиндров свежей рабочей смесью и очистки от отработавших газов диаметр головки клапана делают возможно большим, насколько это позволяют конструкция и размеры головки и цилиндра. В целях взаимозаменяемости впускной и выпускной клапаны иногда делают одинакового размера и изготовляют из одинакового материала (например ГАЗ-М). Но чаще впускной и выпускной клапаны делают различных размеров. По условиям конструкции двигателя (форма всасывающего и выхлопного коллекторов, камеры сгорания и пр.) приходится диаметр одного клапана увеличивать, а дру-



Фиг. 93. Различные способы крепления клапанных пружин.

го уменьшать, что позволяет в одних случаях улучшить наполнение, а в других улучшить очистку цилиндров от отработавших газов. Однако у большинства двигателей диаметр впускного клапана больше, чем у выпускного.

Стержни клапанов имеют концы различной формы в зависимости от способа крепления клапанных пружин (фиг. 93). Чаще всего применяются три вида крепления клапанных пружин:

1. На конце стержня имеется выточка для установки разрезанной на две части цилиндрической или конической втулки, на которую опирается тарелка клапанной пружины. Этот способ крепления наиболее употребителен и применяется на двигателях Додж, Виллис, ГМС, «Интернационал» и др. (фиг. 93, а, в).

2. Конец стержня имеет цилиндрическое или прямоугольное отверстие, в которое вставляется чека, удерживающая тарелку клапанной пружины; причём от выпадения из отверстия чека удерживается за крайнами тарелки. Такой способ крепления применён на двигателях ЗИС-5, Студебеккер и др. (фиг. 93, б).

3. Конец стержня имеет коническое утолщение, на которое садится тарелка клапанной пружины. Для надевания на стержень тарелка имеет прорезь, ширина которой соответствует диаметру цилиндрической части стержня. Такое крепление применяется на двигателе ГАЗ-М, Форд и др. (фиг. 93, д).

Выше указывалось, что клапаны, особенно выпускные, работают в условиях высокой температуры. В связи с этим к материалу клапанов предъявляются особые требования: сохранять механические свойства

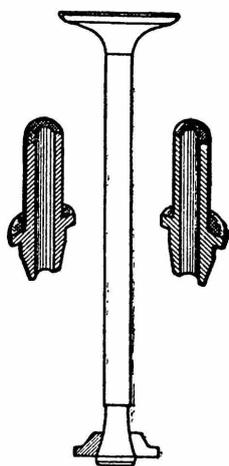
при высокой температуре и хорошо сопротивляться окислению, вызывающему образование окалины. Ухудшение механических свойств и окисление приводят к быстрому износу фаски клапана и нарушению герметичности закрытия отверстий. Стержень клапана должен быть износоустойчивым, так как он работает в неблагоприятных условиях смазки. Вследствие различных температурных условий работы впускной и выпускной клапаны делают иногда из различных материалов. В качестве материала для клапанов применяют хромистую, вольфрамовую и кремниво-хромистую (сильхром) стали.

### Направляющие втулки клапанов

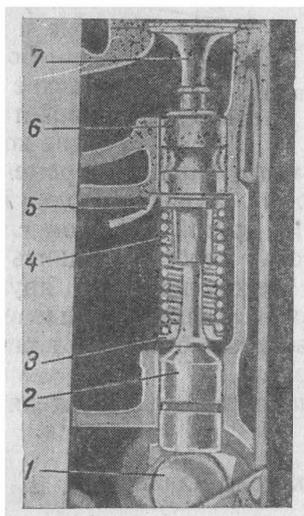
Направляющие втулки клапанов изготовляют из чугуна и редко — с целью уменьшения трения и лучшего отвода тепла от стержня клапана — из бронзы. В зависимости от формы стержня клапана втулки делают цельными или разрезными. В частности, у двигателей Форд и

ГАЗ-М втулки изготовляют разрезными из-за утолщений, имеющих на конце стержня клапана.

Для предохранения от осевых перемещений втулки двигателя ГАЗ-М имеют буртики, которыми они опираются на тело блока (фиг. 94). Втулка

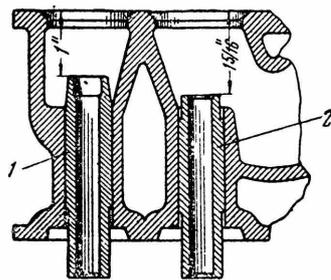


Фиг. 94. Клапан и разрезная направляющая втулка двигателя ГАЗ-М.



Фиг. 95. Распределительный механизм двигателя Форд-6:

1 — распределительный вал; 2 — толкатель; 3 — тарелка клапанной пружины; 4 — пружина; 5 — замочная пластина; 6 — втулка клапана; 7 — клапан.



Фиг. 96. Направляющие втулки клапанов двигателя Виллис: 1 — втулка выпускного клапана; 2 — втулка впускного клапана.

двигателя Форд-6 (фиг. 95) имеет проточку, в которую вставляется замочная пластинка 5, также опирающаяся на тело блока. На многих двигателях втулки запрессовываются в блок (фиг. 96).

Втулки впускных клапанов обычно имеют отверстия для смазки стержня. Выпускные клапаны не смазываются во избежание пригорания масла.

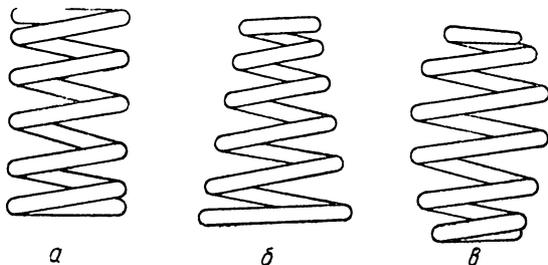
Длина втулок впускного и выпускного клапанов в большинстве случаев одинакова, но на некоторых двигателях для получения одинаковой износоустойчивости втулка выпускного клапана делается несколько длиннее.

Различные по длине втулки применяются в двигателях Шевроле, Виллис (фиг. 96) и др.

## Клапанные пружины

Клапанная пружина должна обеспечить плотность посадки клапана в гнездо, что достигается предварительным сжатием пружины. Последняя должна быть достаточно сильной, чтобы преодолеть инерционные усилия, возникающие при движении клапана. Эти инерционные усилия стремятся оторвать клапан от толкателя, что может привести к нарушению работы газораспределения.

Когда период собственных колебаний клапанной пружины совпадает с периодом подъёма клапана (или будет кратен ему), наблюдается явление резонанса.



Фиг. 97. Различные типы клапанных пружин: а — цилиндрическая; б — коническая; в — бочкообразная.

При резонансных колебаниях пружин также нарушается работа газораспределения.

Встречаются клапанные пружины разных типов: цилиндрические, бочкообразные и конические (фиг. 97).

Бочкообразные и конические пружины обладают свойством гасить возникающие колебания. Это же свойство присуще цилиндрическим пружинам с переменным шагом витков.

С той же целью в некоторых случаях на один клапан устанавливают по две пружины (одна внутри другой). В этом случае навивка пружин производится в разные стороны, чтобы устранить возможность попадания витков одной пружины между витками другой при вибрации или поломке. При двух пружинах несколько уменьшается общая их высота, что имеет значение для двигателей с верхними клапанами, так как позволяет снизить габариты двигателя.

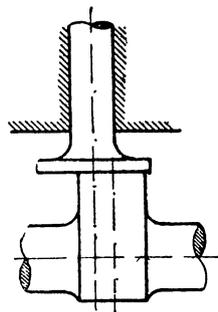
Двойные пружины применяются на двигателях ЗИС-101, «Интернационал» и др.

## Толкатели клапанов

Толкатель клапана представляет собой цилиндрический стержень, перемещающийся в направляющей втулке или отверстии в блоке, и предназначен для передачи усилия от распределительного вала к стержню клапана и одновременного восприятия боковых усилий от кулачка. Чтобы уменьшить удельное боковое давление толкателя на стенки направляющей втулки и понизить этим износ, наружный диаметр толкателя стремятся увеличить. Для облегчения его делают пустотелым и тонкостенным.

Различные типы толкателей представлены на фиг. 83, 84, 95, 99 и 100. Наиболее часто применяются толкатели с плоским (тарельчатым) наконечником. Для более равномерного износа толкателя его ось иногда смещают относительно оси симметрии кулачка, вследствие чего кулачок, поднимая толкатель, заставляет его поворачиваться за счёт сил трения относительно собственной оси (фиг. 98).

Толкатель с роликовым наконечником типа ЗИС-101 (фиг. 100) в настоящее время применяется редко. Он обуславливает меньший износ поверхности кулачка благодаря меньшей работе трения, но при этом

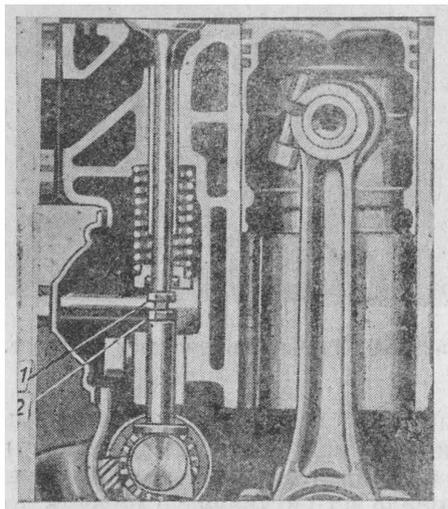


Фиг. 98. Смещение оси толкателя относительно оси симметрии кулачка.

имеет ряд существенных недостатков: большой вес, сложность и дороговизна в производстве, большой износ ролика и его оси у высокооборотных двигателей.

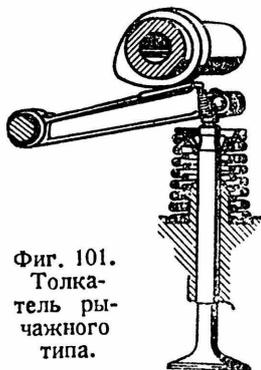
На некоторых двигателях применяют толкатели рычажного типа (фиг. 101).

Между толкателем и стержнем клапана предусматривается зазор, величина которого колеблется от 0,1 до 0,25 мм для впускного и от 0,2 до 0,5 мм для выпускного клапанов. Этот зазор необходим для компен-

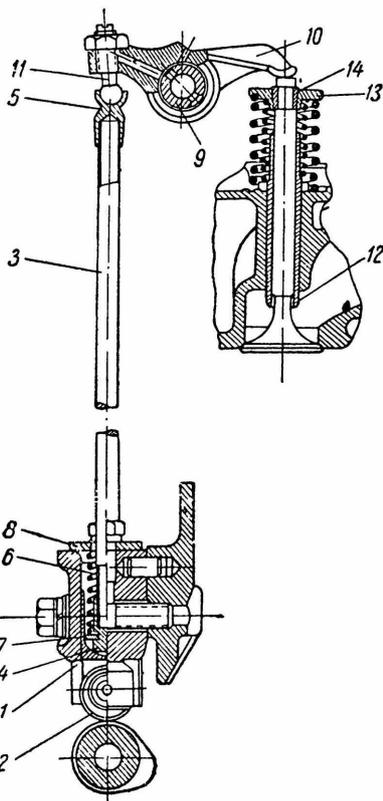


Фиг. 99. Клапанный механизм двигателя Студебеккер с приспособлением для регулирования температурного зазора:

1 — регулировочный болт; 2 — контргайка.



Фиг. 101.  
Толкатель рычажного типа.



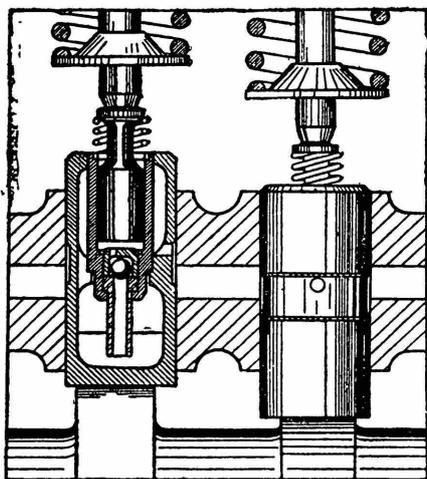
Фиг. 100. Газораспределительный механизм двигателя ЗИС-101:

1 — толкатель; 2 — ролик; 8 — толкающая штанга; 4 и 5 — наконечники штанги; 6 — пружина толкателя; 7 — чека; 8 — уборная накладка; 9 — ось коромысел; 10 — коромысло; 11 — регулировочный винт; 12 — направляющая клапана; 13 — тарелка клапана; 14 — коническая разрезная втулка.

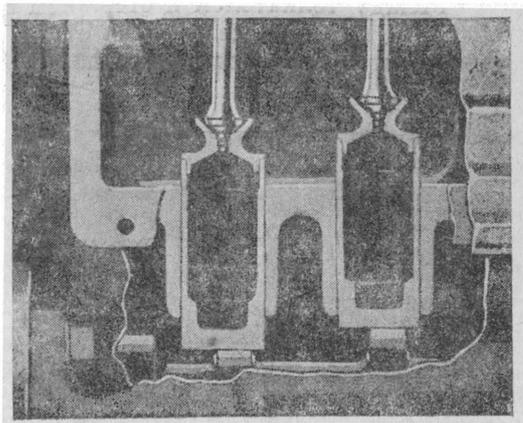
сации теплового удлинения клапана, чем обеспечивается надёжная посадка его в гнездо.

На некоторых конструкциях необходимый зазор получается подбором определённых размеров клапана и толкателя и не регулируется (Форд, ГАЗ-М). Такая система упрощает конструкцию, но по мере износа деталей (клапана, гнезда, толкателя) требует замены клапана новым. Кустарные методы (вытяжка стержня, стачивание торца), применяемые при отсутствии запасных частей, не обеспечивают надёжной работы клапанов.

В большинстве двигателей с нижним расположением клапанов предусматривается возможность регулировки зазора при помощи регулировочных болтов, которые ввёртываются в тело толкателей и закрепляются контргайками (фиг. 99).

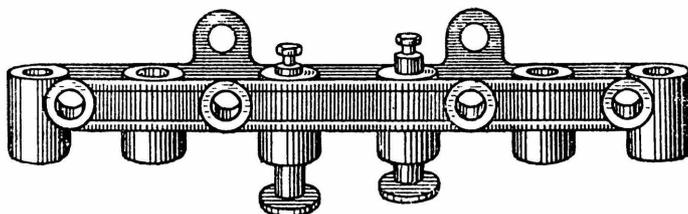


Фиг. 102. Гидравлический толкатель с автоматической установкой зазора.



Фиг. 103. Толкатели двигателя Шевроле.

В настоящее время на ряде двигателей имеются так называемые гидравлические толкатели, одна из конструкций которых показана на фиг. 102. Здесь масляный насос через канал в картере, кольцевую выточку толкателя и отверстие подаёт масло во внутреннюю полость толкателя. Через шариковый клапан масло поступает под плунжер, где образует масляную подушку, соответствующую величине необходимого теплового зазора между стержнем клапана и толкателем. Благо-



Фиг. 104. Направляющие толкателей ЗИС-5.

даря автоматическому выбору зазора механизм газораспределения работает без шума в клапанах и не нуждается в регулировке.

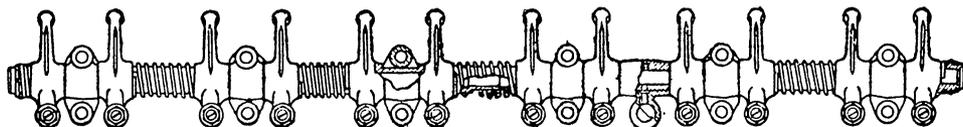
Толкатели могут перемещаться в направляющих, расточенных непосредственно в приливах блока (фиг. 103). Но во многих случаях для удобства ремонта применяют либо отдельные направляющие втулки, запрессованные в тело блока, либо групповые направляющие в виде отдельных отливок, привёртываемых болтами к блоку. Такое устройство применено, в частности, на двигателях ЗИС-5. На фиг. 104 показана отливка секции с направляющими для группы толкателей двигателя ЗИС-5.

### Детали привода к верхним клапанам

На большинстве двигателей, имеющих верхнеклапанное распределение, распределительный вал расположен в нижней части двигателя, поэтому передача усилия от толкателей к клапанам производится через

толкающие штанги и коромысла. Основные требования к штанге — жёсткость относительно продольного изгиба и минимальный вес. Штангу для облегчения часто делают трубчатой; с обоих концов на неё напрессовывают наконечники: один шаровой, опирающийся на сферическую опорную поверхность толкателя, другой со сферической чашкой, упирающейся в шаровую головку регулировочного винта коромысла (фиг. 100).

Коромысла, передающие усилие от штанги к стержню клапана, устанавливаются на оси коромысел в бронзовых, а иногда роликовых или шариковых подшипниках. На одном конце коромысла имеется пятка со сферической шлифованной поверхностью, упирающаяся в стержень клапана. Для получения необходимой износоустойчивости пятка цементируется или цианируется. На другом конце коромысла



Фиг. 105. Ось коромысел с коромыслами в сборе двигателя «Интернационал».

имеется отверстие с резьбой, в которое ввёртывается регулировочный винт с шаровой головкой, в которую упирается сферическая чашка штанги. Винт фиксируется от провёртывания контргайкой<sup>1</sup>.

Коромысло делается неравноплечим. Плечо, обращённое к клапану, на 30—50% длиннее плеча, обращённого к штанге. Это делается для того, чтобы получить, необходимое перемещение клапана при малых перемещениях толкателя и штанги. Так как при малых перемещениях получаются и меньшие ускорения, то инерционные усилия возвратно движущихся деталей механизма газораспределения в этом случае соответственно уменьшаются.

Ось коромысел выполняется пустотелой, цементируется и шлифуется; для подвода смазки к втулкам коромысел в оси имеются отверстия. Закрепляется ось на специальных стойках, привёртываемых болтами к головке блока. На многоцилиндровых двигателях для удобства монтажа и изготовления применяют составные оси, причём отдельные части соединяются при помощи коротких втулок. На оси между коромыслами устанавливаются пружины, которые прижимают их к шлифованным торцам стоек, фиксируя тем самым коромысла от перемещений вдоль оси (фиг. 105).

### Распределительный вал

Распределительный вал (фиг. 106) изготавливается заодно целое с кулачками. Относительное расположение кулачков обеспечивает принятый для данного двигателя порядок работы. Кулачки вала для большей износоустойчивости цементируют.

Распределительный вал вращается в бронзовых или стальных (залитых баббитом) втулках, запрессованных в передней и задней стенках и в перегородках картера. На подшипники вал опирается своими шей-

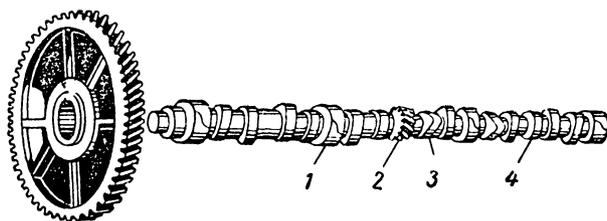
<sup>1</sup> На некоторых конструкциях винт с шаровой головкой ввёртывается не в коромысло, а в верхний конец штанги. В этом случае коромысло изготавливается со сферической чашкой.

ками, число которых обычно равно числу коренных шеек коленчатого вала. Большое число опор при малом усилии на распределительном валу объясняется необходимостью устранить возможность прогиба вала, который может вызвать нарушение газораспределения.

При сборке двигателя распределительный вал вставляется с переднего торца блока двигателя, поэтому диаметр опорных шеек делается настолько большим, чтобы кулачки могли проходить сквозь отверстия подшипников.

На распределительном валу обычно имеется эксцентрик для привода бензонасоса и шестерня привода масляного насоса, которая во многих случаях используется также для привода валика прерывателя-распределителя.

Распределительный вал не должен иметь продольного люфта. Осевая фиксация распределительного вала выполняется различно. У двигателя ГАЗ-М (фиг. 107 и 108) в специальном сверлении крышки коробки

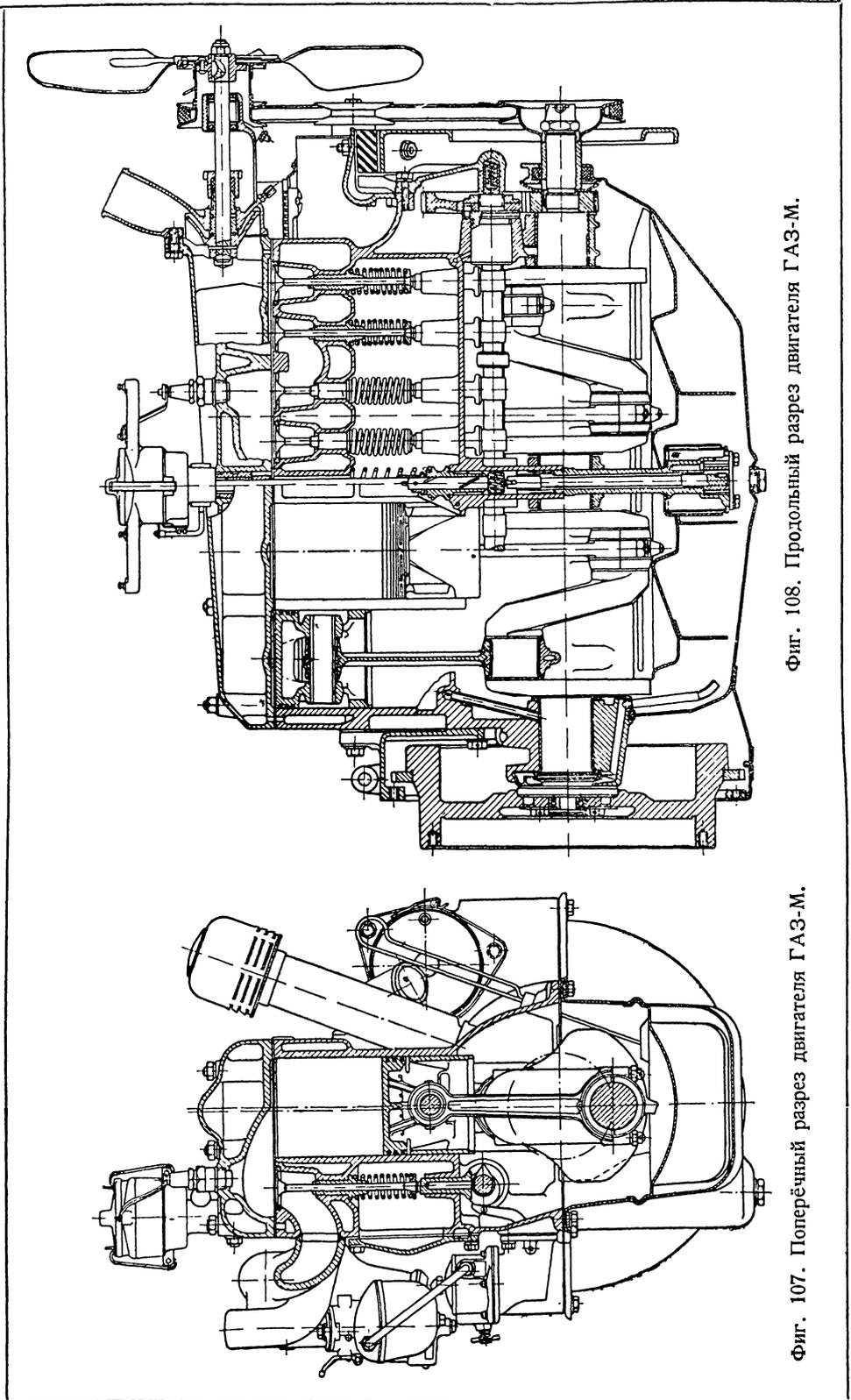


Фиг. 106. Распределительный вал двигателя ЗИС-5:  
1 — опорная шейка; 2 — шестерня привода масляного насоса;  
3 — кулачок; 4 — эксцентрик привода бензонасоса.

распределительных шестерён установлен штифт, упирающийся под действием пружины в торец распределительного вала и ограничивающий его осевое перемещение. У двигателя ЗИС-5 люфт распределительного вала регулируется болтом, ввёрнутым в крышку коробки распределительных шестерён. У двигателя Додж для этой же цели служит пластина (фиг. 65), закреплённая болтами на блоке двигателя и помещённая между торцом шейки распределительного вала и торцом ступицы распределительной шестерни.

**Профиль кулачков.** Для лучшего наполнения и очистки цилиндров необходимо, чтобы проходное сечение за время подъёма и опускания клапана было максимальным, т. е. чтобы подъём и опускание клапана происходили возможно быстрее, а клапан оставался наибольшее время полностью открытым. Но осуществить мгновенный или слишком резкий подъём клапана невозможно, так как при этом должны возникнуть такие инерционные усилия, которые вызовут разрушение или быстрый износ деталей механизма газораспределения. Для посадки клапанов потребуются очень сильные пружины, а работа механизма будет сопровождаться большим шумом.

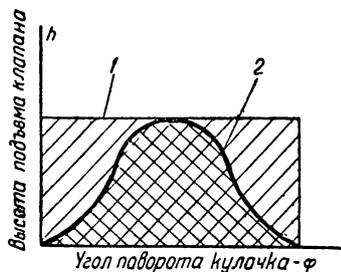
Такой «мгновенный» характер подъёма клапана изображён на диаграмме (фиг. 109). Откладывая по оси ординат подъём клапана, а по оси абсцисс угол поворота кулачка, получим прямую 1, характеризующую зависимость подъёма клапана от поворота кулачка. Если заменить условным масштабом величину подъёма клапана величиной его проходного сечения, то заштрихованная площадь под линией 1 будет представлять так называемое «время—сечение». Здесь же линией 2 изображена действительная диаграмма подъёма клапана. Сопоставляя их, видим, что чем резче подъём клапана, тем больше площадь «время—сечение»,



Фиг. 108. Продольный разрез двигателя ГАЗ-М.

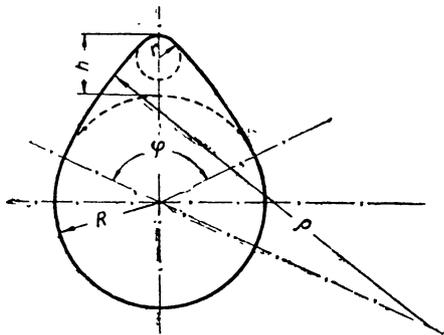
Фиг. 107. Поперёчный разрез двигателя ГАЗ-М.

а следовательно, тем большую мощность можно снять с двигателя благодаря лучшему заполнению цилиндра свежей рабочей смесью и лучшей очистке цилиндров от отработавших газов.

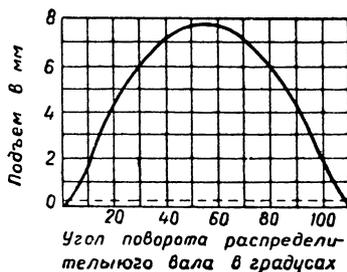


Фиг. 109. Диаграмма «время—сечение»: 1 — при мгновенном открытии и закрытии клапана; 2 — действительная диаграмма.

Характеристика подъема клапана зависит от профиля кулачка. Очевидно, необходимо, чтобы профиль кулачка обеспечил такое положение, при котором, с одной стороны, «время — сечение» было максимальным, а с другой стороны, инерционные усилия не превышали допустимых пределов. Профиль кулачков, применяемых на двигателях, может быть различным в зависимости от числа оборотов двигателя, формы толкателя и т. п. Один из употребительных профилей кулачка (для тарельчатого толкателя) — выпуклый профиль — приведен на фиг. 110. Здесь часть кулачка, не вызывающая подъема клапана, очерчена дугой радиуса  $R$ , другая часть кулачка, обеспечивающая подъем клапана, очерчена двумя дугами радиуса  $\rho$ , касательными к начальной окружности и окружности радиуса  $r$ . Центральный угол  $\varphi$  определяет время,



Фиг. 110. Профиль кулачка для плоского толкателя.



Фиг. 111. Диаграмма «время—сечение» для выпуклого кулачка.

в течение которого клапан остаётся открытым, а  $h$  — величину подъема клапана. Диаграмма «время — сечение» для этого кулачка приведена на фиг. 111.

Моменты начала открытия и конца закрытия клапанов, выраженные в углах поворота коленчатого вала, называются фазами газораспределения. Продолжительность всасывания и выхлопа у каждого двигателя характеризуется его фазами газораспределения.

## § 5. ФАЗЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

При рассмотрении принципа работы четырёхтактного двигателя для упрощения изложения было принято, что продолжительность каждого такта соответствует половине оборота коленчатого вала ( $180^\circ$ ), в силу чего впускной клапан должен открываться, когда поршень находится в в. м. т., а закрываться в тот момент когда поршень достиг н. м. т., а выпускной клапан должен открываться в н. м. т. и закрываться в в. м. т. Если бы в действительности были приняты такие фазы газораспределения, то двигатель не развивал бы полной мощности из-за плохого наполнения цилиндров свежей смесью и плохой очистки от отработавших газов.

Время, в течение которого поршень проходит путь между мёртвыми точками, измеряется у быстроходных двигателей тысячными долями секунды. Например, для двигателя, делающего 3600 об/мин, это время равно:

$$t = \frac{60}{3600 \cdot 2} = 0,0083 \text{ сек.}$$

Поэтому время, в течение которого происходят всасывание и выхлоп, по возможности стараются увеличивать.

Рассмотрим, какова действительная продолжительность процессов всасывания и выхлопа у различных двигателей.

У сравнительно тихоходных двигателей момент открытия впускного клапана обычно совпадает с положением поршня в в. м. т. и часто открытие впускного клапана устанавливают даже после прохождения поршнем в. м. т., причём это запаздывание открытия у некоторых двигателей достигает примерно  $10^\circ$  поворота коленчатого вала. Открытие впускного клапана после в. м. т. производится из следующих соображений. К моменту подхода поршня к в. м. т. во время такта выхлопа давление в цилиндре двигателя несколько превышает давление во всасывающем трубопроводе. Если в такой момент открыть впускной клапан, то свежая смесь не пойдёт в цилиндр до тех пор, пока поршень, опустившись, не создаст необходимого разрежения в цилиндре. Более того, газы, остающиеся в цилиндре, в момент открытия клапана устремятся во всасывающий трубопровод, в результате чего наполнение цилиндров резко ухудшится.

В быстроходных двигателях открытие впускного клапана в большинстве случаев производится до момента достижения поршнем в. м. т., причём опережение открытия доходит до  $20^\circ$ . В данном случае увеличивается время продолжительности открытия клапана и используется инерционный напор свежей смеси во всасывающем трубопроводе, который обеспечивает поступление смеси в цилиндр, несмотря на повышенное давление в последнем.

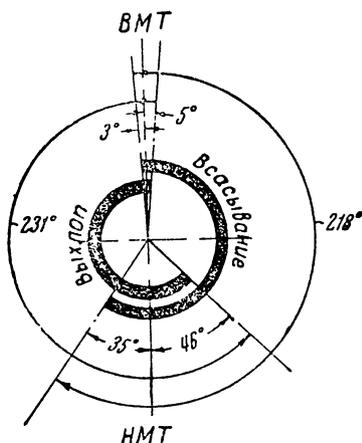
Закрытие впускного клапана, как правило, производится после прохождения поршнем н. м. т. Запаздывание закрытия у высокооборотных двигателей доходит до  $70^\circ$ . Делается это потому, что во время хода всасывания, когда поршень достиг н. м. т., давление в цилиндре всё ещё меньше атмосферного, следовательно, свежая смесь может поступать в цилиндр и после того, как поршень начнёт подниматься. С увеличением быстроходности двигателя давление в цилиндре в момент, когда поршень находится в н. м. т., уменьшается вследствие сопротивления всасывающего трубопровода и клапанов, а инерционный напор свежей смеси во всасывающем трубопроводе увеличивается. Это и позволяет улучшить наполнение цилиндров, закрывая впускной клапан со значительным запозданием. В результате общая продолжительность всасывания может доходить до  $270^\circ$ .

Открытие выпускного клапана происходит, как правило, за  $35—70^\circ$  до достижения поршнем н. м. т., когда давление отработавших газов в цилиндре составляет  $3—4 \text{ кг/см}^2$ . Под влиянием такого давления основная масса отработавших газов успевает удалиться из цилиндра до того, как поршень дойдёт до в. м. т. и давление в цилиндре к этому моменту снизится до величины, мало превышающей  $1 \text{ кг/см}^2$ . Следовательно, при ходе поршня вверх будет затрачиваться минимальная работа на выталкивание отработавших газов, а быстрое удаление основной массы горячих газов из цилиндров предохраняет двигатель от перегрева.

Закрытие выпускного клапана может производиться либо в в. м. т., либо после в. м. т., причём величина запаздывания закрытия на отдельных двигателях доходит до  $20—30^\circ$ . Закрытие выпускного клапана после

в. м. т. даёт возможность использовать несколько повышенное давление в цилиндре в конце выхлопа для улучшения очистки его от отработавших газов.

Общий период, в течение которого открыт выпускной клапан, может быть доведён до 270—280°.



Фиг. 112. Диаграмма газораспределения двигателя Шевроле.

На некоторых двигателях для упрощения производства распределительного вала устанавливают «симметричные» фазы, при которых продолжительность открытия впускного и выпускного клапанов одинаковая. Это позволяет применять одинаковые профили кулачков для обоих клапанов.

Перекрывание клапанов. Итак, у быстроходных двигателей впускной клапан открывается до в. м. т., а выпускной закрывается после в. м. т. Следовательно, имеется так называемое перекрывание клапанов, т. е. некоторый промежуток времени, в течение которого оба клапана одновременно открыты. Благодаря большой инерции потоков свежей смеси и выхлопных газов, а также чрезвычайно короткому времени перекрывания

клапанов при этом не происходит ни перемешивания потоков, ни утечки свежей смеси с выхлопными газами.

В табл. 9 приведены фазы газораспределения некоторых современных двигателей.

Таблица 9

Фазы газораспределения

Марка двигателя	Всасывание			Выхлоп			Перекрывание
	открытие	закрытие	общая продолжительность открытия	открытие	закрытие	общая продолжительность открытия	
ЗИС-5 . . . . .	2° после в. м. т.	45—50° после н. м. т.	223—228°	40—50° до н. м. т.	2° после в. м. т.	222—232°	0°
ГАЗ-М-1 . . . . .	21° до в. м. т.	70° после н. м. т.	271°	60° до н. м. т.	13° после в. м. т.	253°	34°
ГМС ССКW-352 . . . . .	4° до в. м. т.	56° после н. м. т.	240°	55°30' до н. м. т.	27°30' после в. м. т.	263°	31°30'
Студебеккер—Геркулес—I×D . . . . .	1° после в. м. т.	46° после н. м. т.	225°	43° до н. м. т.	1° после в. м. т.	224°	0°
Форд 2G8T . . . . .	3° до в. м. т.	41° после н. м. т.	224°	48° до н. м. т.	6° после в. т. м.	234°	9°
Шевроле G-7107 . . . . .	3° до в. м. т.	35° после н. м. т.	218°	46° до н. м. т.	5° после в. м. т.	231°	8°
Виллис MB . . . . .	9° до в. м. т.	50° после н. м. т.	239°	47° до н. м. т.	12° после в. м. т.	239°	21°
«Интернационал» FBC-318-B . . . . .	5° после в. м. т.	45° после н. м. т.	220°	40° до н. т. м.	10° после в. м. т.	230°	5°

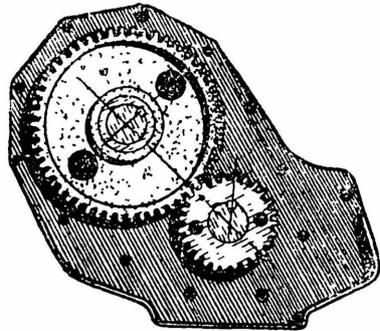
Фазы газораспределения могут быть нанесены на круговую диаграмму, называемую диаграммой газораспределения. В качестве примера на фиг. 112 приведена диаграмма газораспределения двигателя Шевроле.

### § 6. ПРИВОД К РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМУ ВАЛУ

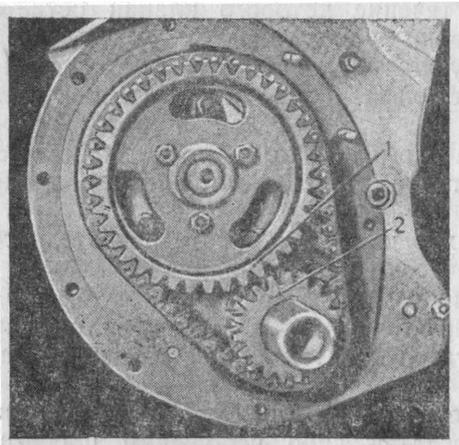
Привод к распределительному валу в большинстве случаев осуществляется двумя способами: 1) при помощи шестерён, 2) при помощи цепей.

Привод при помощи шестерён показан на фиг. 113. Здесь малая шестерня, укрепленная на переднем конце коленчатого вала, зацеплена с шестерней, насаженной на передний конец распределительного вала. Для уменьшения шума распределительные шестерни имеют косой зуб. С той же целью на большинстве двигателей большая распределительная шестерня изготавливается из текстолита. Однако, несмотря на это, некоторый шум при работе шестерён всё же остаётся.

Значительно меньший шум возникает при цепной передаче. На фиг. 114 представлена цепная передача двигателя Додж. На концы коленчатого и распределительного валов насаживаются специальные шестерни, называемые «звёздочками», через которые перекинута замкнутая широкая цепь. Каждое звено цепи состоит из набора пластин; отдельные звенья шарнирно соединяются между собой осями, расклёпанными по концам. Чтобы цепь



Фиг. 113. Шестерёнчатый привод распределительного вала.



Фиг. 114. Цепной привод распределительного вала двигателя Додж:  
1 и 2 — установочные метки.

не соскочила со звёздочки, между звеньями помещают направляющие пластины, которые входят в специальные кольцевые проточки, имеющиеся по середине зубьев звёздочек. Иногда такие пластины устанавливают по бокам цепи.

Вследствие большой ширины цепи растяжка её наступает не скоро, поэтому во многих конструкциях приспособление для натяжки цепи не предусматривается. В случае же чрезмерной растяжки цепь заменяют новой.

На ряде конструкций предусматривается натяжение цепи при помощи специальной звёздочки. Один из способов натяжения цепи показан на фиг. 88.

Здесь ось натяжной звёздочки установлена на рычаге. Последний, отклоняясь под действием пружины, осуществляет необходимое натяжение цепи.

Как при шестерёнчатой, так и при цепной передачах шестерни или звёздочки при монтаже необходимо устанавливать так, чтобы установочные метки на них находились строго друг против друга (фиг. 113 и 114).

Проверку установки газораспределения можно производить на основании принятых фаз по одному из цилиндров при помощи градуированной шкалы, укрепляемой на маховике или переднем носке коленчатого вала. Перед этим необходимо проверить и отрегулировать зазоры в клапанах.

## § 7. РЕГУЛИРОВКА ТЕМПЕРАТУРНОГО ЗАЗОРА В КЛАПАНАХ

Ввиду износа деталей механизма газораспределения температурный зазор между стержнем клапана и толкателем (или коромыслом) должен систематически регулироваться.

Недостаточный зазор между стержнем клапана и толкателем приводит к неплотной посадке клапана в гнездо. Если недостаточный зазор имеет место у впускного клапана, то поступившая в цилиндр рабочая смесь при такте сжатия будет частично выталкиваться через щель между фаской и гнездом клапана во всасывающий трубопровод. В связи с уменьшением количества рабочей смеси, а также уменьшением давления в цилиндре мощность двигателя снизится. Кроме того, при неплотной посадке впускного клапана появляются хлопки в карбюраторе («чихание»), так как во время рабочего хода часть горящих газов прорывается через щель под клапаном и воспламеняет рабочую смесь во всасывающем трубопроводе.

При недостаточном зазоре у выпускного клапана во время такта сжатия рабочая смесь будет частично выталкиваться в выхлопной трубопровод, в результате чего мощность двигателя будет также снижаться. При этом в глушителе будут слышаться «хлопки» вследствие сгорания в нём вытолкнутой из цилиндра рабочей смеси. Малый зазор приводит также к короблению и обгоранию клапанов.

Чрезмерно большой зазор между стержнем клапана и толкателем приводит к уменьшению периода, в течение которого клапан остаётся открытым, т. е. к уменьшению «времени — сечения».

Чрезмерно большой зазор у впускного клапана ухудшает наполнение цилиндра рабочей смесью, в результате чего мощность двигателя снижается.

При чрезмерно большом зазоре у выпускного клапана ухудшается очистка цилиндра от отработавших газов, что также приводит к снижению мощности двигателя.

При чрезмерно больших зазорах в клапанах работа двигателя сопровождается характерным металлическим стуком клапанов.

Величины нормальных для данного двигателя температурных зазоров указываются в заводской инструкции. В табл. 10 приводятся данные по зазорам для некоторых двигателей автомобилей, имеющих распространение в Советском Союзе.

На большинстве двигателей регулировка производится при прогревом двигателя. Двигатель прогревается либо небольшим пробегом автомобиля на расстояние 5—8 км, либо работой на холостых оборотах. В обоих случаях прогрев имеет целью установить постоянный тепловой режим двигателя, что иногда называют нормализацией. Признаком установившегося теплового режима является неизменность показаний термометра в системе охлаждения или установившаяся температура масла в системе смазки.

В некоторых случаях инструкция предусматривает регулировку зазоров на непрогретом двигателе.

Регулировку зазора следует производить в тот момент, когда клапан полностью опустился в своё гнездо. Замерять зазор нужно при помощи специального щупа.

Таблица 10

## Температурные зазоры в клапанах

Марка двигателя	Температурный зазор в мм		Примечание
	впускной клапан	выпускной клапан	
ЗИС-5 . . . . .	0,15	0,25	В прогретом состоянии
ГАЗ-М . . . . .	0,25—0,45	0,4—0,45	В непрогретом состоянии
Додж . . . . .	0,2	0,3	В прогретом состоянии
Форд-2G . . . . .	0,33—0,38	0,33—0,38	В непрогретом состоянии
Студебеккер — Геркулес IXD . . . . .	0,15	0,15	В прогретом состоянии
Шевроле G-7107 . . . . .	0,15—0,20	0,33—0,38	В прогретом состоянии
Виллис-МВ . . . . .	0,35	0,35	В непрогретом состоянии
«Интернационал» FBC-318-B	0,4	0,4	В прогретом состоянии
ГМС ССКW-352 . . . . .	0,30	0,30	В прогретом состоянии

## § 8. БЕСКЛАПАННОЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Бесклапанное или золотниковое газораспределение, применяемое сравнительно редко, имеют двигатели Найт, Минерва, Бристоль, Мак-Коллам и некоторые другие.

Различают два вида бесклапанного газораспределения:

1) газораспределение при помощи поступательно движущихся золотников (гильзовое);

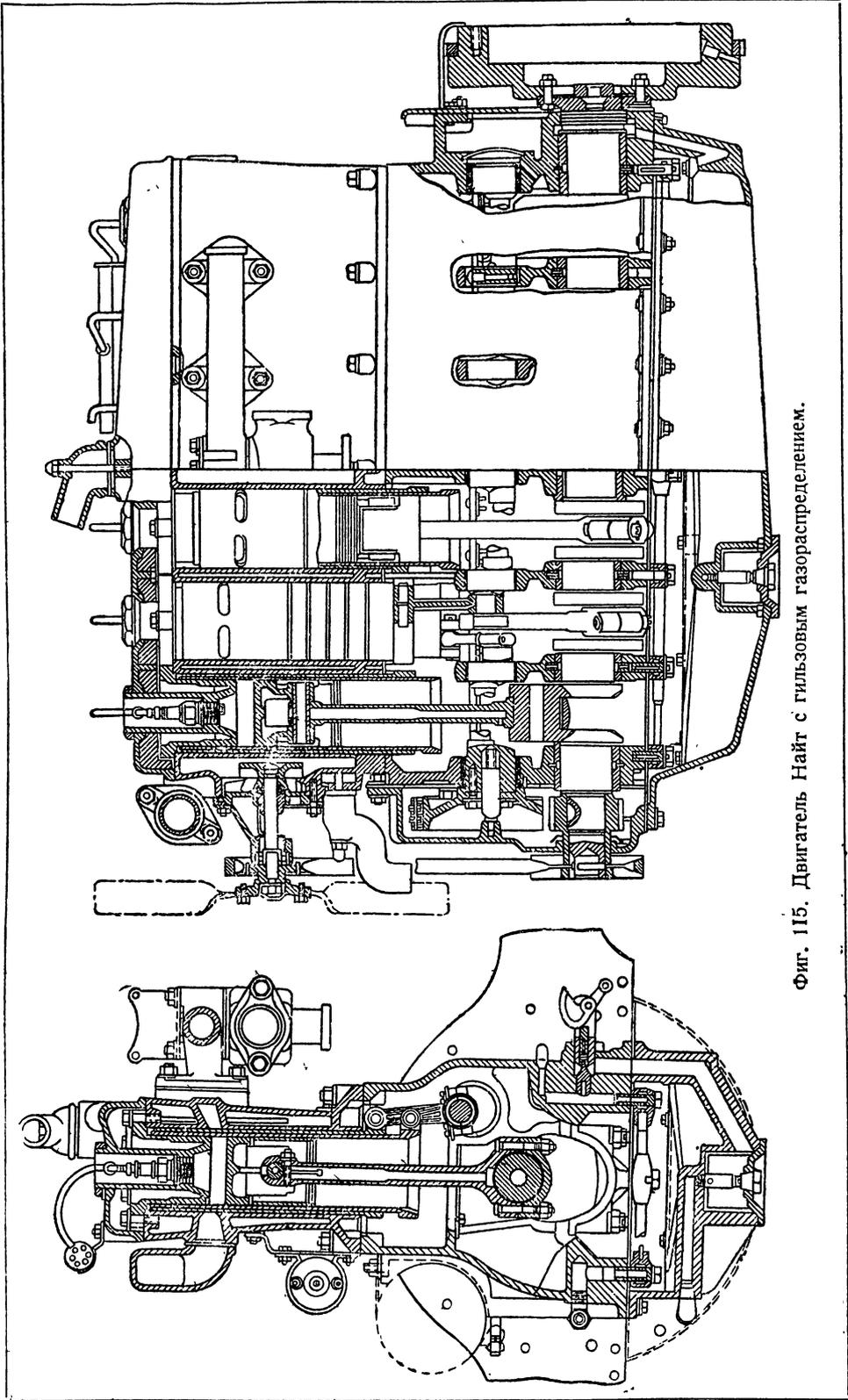
2) газораспределение при помощи вращающихся золотников (краповое).

Двигатель с гильзовым газораспределением представлен на фиг. 115.

Здесь между каждым поршнем и цилиндром помещаются две гильзы, имеющие в верхнем конце прорези-окна. Гильзы движутся возвратно-поступательно, имея привод при помощи шатунов и эксцентриков от распределительного вала, который вращается с числом оборотов вдвое меньшим, чем коленчатый вал. В нужные моменты прорези гильз совмещаются с прорезями, имеющимися в стенках цилиндра, и сообщают полость цилиндра либо со всасывающим, либо с выхлопным трубопроводом.

Существуют двигатели (например Мак-Коллам), имеющие по одной гильзе на цилиндр, но в этих конструкциях гильза совершает помимо поступательного угловые перемещения.

На фиг. 116 показан разрез двигателя, у которого газораспределение выполнено при помощи вращающегося золотника. Золотник представляет собой цилиндрическое тело с тремя выфрезерованными углублениями для каждого цилиндра. Помещается золотник в верхней части двигателя и имеет привод при помощи цепи от коленчатого вала, вращаясь в шесть раз медленнее последнего. Таким образом, за два оборота коленчатого вала каждое из углублений сообщает полость

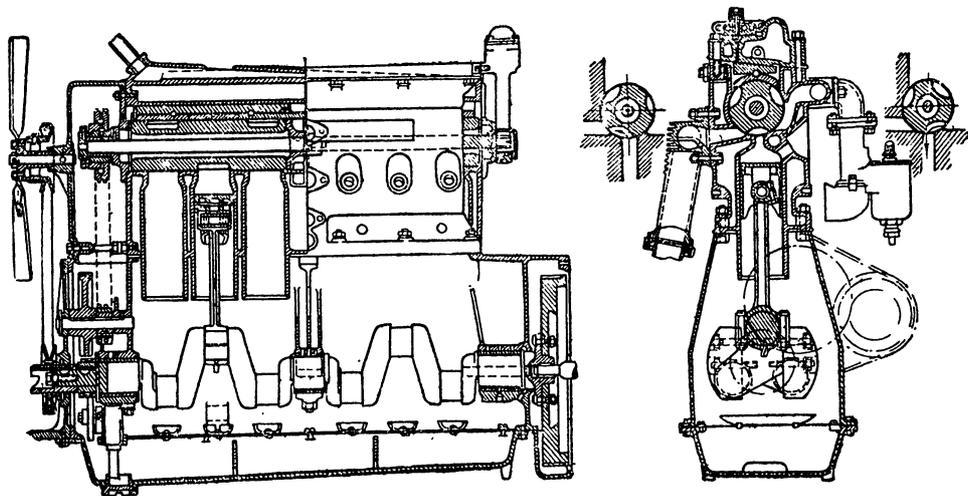


Фиг. 115. Двигатель Найт с гильзовым газораспределением.

цилиндра двигателя в нужные моменты со всасывающей или выхлопной трубами.

Двигатели с бесклапанным распределением имеют некоторые преимущества по сравнению с обычными: лучшее наполнение и очистка цилиндров за счёт большего «времени — сечения»; возможность получения лучшей формы камеры сгорания; бесшумность работы.

Вместе с тем такое газораспределение не получило большого распространения по следующим причинам: механизм получается более



Фиг. 116. Двигатель Минерва с крановым газораспределением.

сложным, а следовательно, и более дорогим в производстве. При гильзовом газораспределении возникают значительные инерционные нагрузки из-за большой массы возвратно движущихся частей; при крановом газораспределении встречаются затруднения со смазкой золотника, работающего при высокой температуре.

## Глава VI

### ОХЛАЖДЕНИЕ

#### § 1. НЕОБХОДИМОСТЬ ОХЛАЖДЕНИЯ

В момент вспышки в цилиндре двигателя развивается температура порядка 1800—2000°, которая к концу рабочего хода снижается примерно до 1000°. Если бы детали двигателя, соприкасающиеся с раскалёнными газами, находились, не охлаждаясь, под воздействием таких высоких температур продолжительное время, двигатель не смог бы работать в силу того, что при высокой температуре могут возникнуть следующие явления:

1) нарушение нормальных зазоров вследствие расширения деталей, что приводит к усиленному износу и даже заеданию деталей (например поршня в цилиндре, клапанов);

2) коробление клапанов, вследствие чего нарушается правильное газораспределение из-за неплотной посадки клапанов;

3) снижение механических качеств материалов — твёрдости и прочности, что может привести к усиленному износу и поломке деталей;

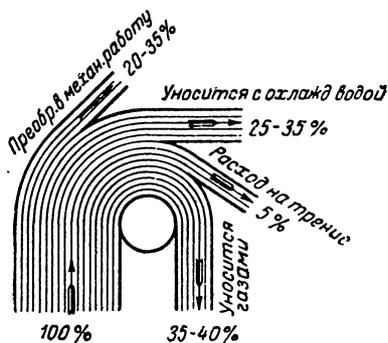
термические напряжения могут вызвать появление трещин в блоке, головке цилиндров и других деталях;

4) уменьшение наполнения цилиндра свежей смесью, что приводит к снижению мощности двигателя;

5) появление самовоспламенения топлива и детонации;

6) ухудшение смазочных свойств масла, а при температуре выше 350° и сгорание масляного слоя.

Отсюда следует, что для обеспечения нормальной работы двигатель необходимо охлаждать. Надо, однако, отметить, что слишком интенсивное охлаждение двигателя также может привести к нежелательным последствиям.



У современных двигателей внутреннего сгорания в полезную работу переходит лишь от 20 до 35% тепла, развиваемого в цилиндре двигателя, остальное тепло уходит с газами, охлаждающей водой (или воздухом), теряется на трение, лучеиспускание и пр. Примерный тепловой баланс автомобильного двигателя представлен на фиг. 117.

Фиг. 117. Диаграмма распределения тепла в двигателях внутреннего сгорания.

С охлаждающей водой (или воздухом) нормально уходит приблизительно 25—35% тепла, а при чрезмер-

но сильном охлаждении доля тепла, уходящего с охлаждающей водой, ещё более увеличивается за счёт уменьшения количества тепла, превращённого в полезную работу. Помимо этого, рабочая смесь, попадая на холодные стенки цилиндра, конденсируется и стекает в картер двигателя, где разжижает смазку. В результате всего этого двигатель теряет мощность и быстрее изнашивается из-за ухудшения качества смазки. В силу изложенного охлаждение двигателя ограничивается некоторыми температурными пределами, которые должны обеспечить наилучшие условия работы двигателя.

На современных автомобильных двигателях применяют два способа охлаждения<sup>1</sup>: 1) водяное, которое является наиболее распространённым, и 2) воздушное.

## § 2. ВОДЯНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

Принцип водяного охлаждения заключается в следующем: вода, находящаяся в водяной рубашке двигателя, т. е. между двойными стенками цилиндров и головки, отнимает тепло от стенок и, нагреваясь, поступает дальше в специальный холодильник — радиатор, где отдаёт тепло воздуху. Охлаждённая в радиаторе вода вновь поступает в водяную рубашку двигателя. Таким образом, в системе охлаждения происходит непрерывная замкнутая циркуляция воды.

При водяном охлаждении температура воды, выходящей из водяной рубашки, для большинства двигателей должна поддерживаться в пределах 75—85°.

В зависимости от способа циркуляции охлаждающей воды различают три системы водяного охлаждения: 1) термосифонная, 2) смешанная, 3) принудительная.

<sup>1</sup> Другие способы охлаждения, например испарительное или масляное, поскольку они применяются редко, в данном курсе не рассматриваются.

## Термосифонная система охлаждения

Схема термосифонной системы охлаждения представлена на фиг. 118. Система состоит из водяной рубашки блока и головки 1, радиатора 3, патрубков 2 и 5, соединяющих радиатор с водяной рубашкой, и вентилятора 4, с приводом от коленчатого вала двигателя.

При работе двигателя вода в водяной рубашке нагревается, плотность её уменьшается, вследствие чего нагретые слои воды поднимаются по верхнему патрубку 5 в верхнюю часть радиатора. Холодные слои воды, имеющие большую плотность, поступают из радиатора через нижний патрубок 2 в водяную рубашку двигателя. Таким образом в термосифонной системе охлаждения обеспечивается непрерывная циркуляция воды.

Вентилятор, установленный за радиатором, увеличивает скорость встречного потока воздуха, охлаждающего воду в радиаторе при движении автомобиля. При работе двигателя на холостом ходу, когда автомобиль не движется, вентилятор самостоятельно создаёт достаточный поток воздуха, обеспечивающий нормальное охлаждение.

Преимуществом термосифонной системы охлаждения, кроме простоты устройства, является автоматичность регулировки интенсивности охлаждения, так как с увеличением нагрузки двигателя, когда тепловой режим становится более напряжённым, увеличивается также и интенсивность циркуляции воды в системе охлаждения благодаря большой разнице в температурах горячей и холодной воды. Такая система охлаждения создаёт благоприятные условия для прогрева двигателя после запуска, так как в начале работы двигателя циркуляция воды почти отсутствует из-за незначительной разницы температур в рубашке и радиаторе.

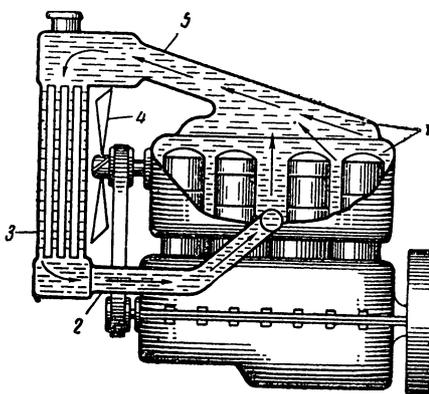
Однако, несмотря на ряд достоинств, термосифонная система в настоящее время почти не применяется<sup>1</sup>. Это объясняется тем, что сравнительно малая интенсивность циркуляции воды заставляет увеличивать ёмкость системы охлаждения, вследствие чего она получается более громоздкой и тяжёлой по сравнению с другими системами. Кроме того, при эксплуатации двигателя с такой системой охлаждения необходимо особенно внимательно следить за уровнем воды, так как при понижении уровня ниже верхнего патрубка 5 циркуляция нарушается и наступает перегрев двигателя.

## Смешанная система охлаждения

Схема смешанной системы охлаждения представлена на фиг. 119 на стр. 90. Как видно из схемы, эта система отличается от термосифонной тем, что на выходе горячей воды из двигателя поставлена крыльчатка, которая несколько увеличивает интенсивность циркуляции, в связи с чем в этом случае ёмкость системы получается меньшей.

Смешанная система охлаждения применяется на двигателях небольшой мощности, в частности на двигателях ГАЗ-М.

<sup>1</sup> Исключение составляют отдельные маломощные двигатели например КИМ-10.

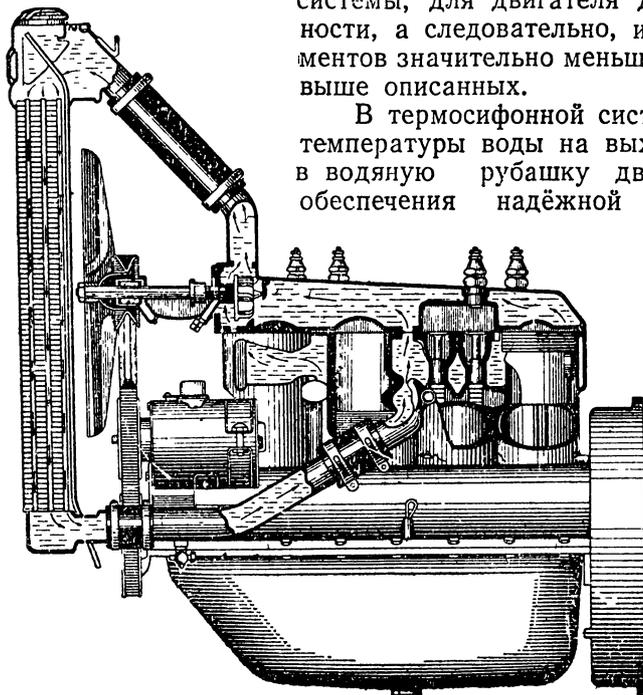


Фиг. 118. Схема термосифонной системы охлаждения.

## Принудительная система охлаждения

В системе принудительного охлаждения циркуляция воды осуществляется принудительно при помощи насоса, чаще всего центробежного типа. В принудительной системе обеспечивается интенсивная циркуляция воды, вследствие чего ёмкость системы, для двигателя данной мощности, а следовательно, и вес её элементов значительно меньше, чем в двух выше описанных.

В термосифонной системе разница температуры воды на выходе и входе в водяную рубашку двигателя для обеспечения надёжной циркуляции



Фиг. 119. Схема смешанной системы охлаждения двигателя ГАЗ.

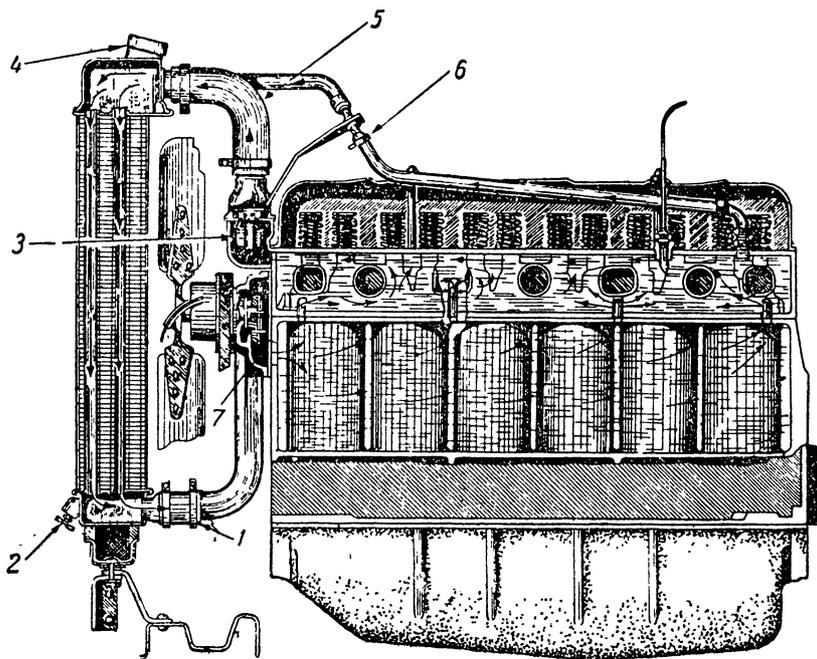
должна составлять около 30°. При принудительной системе охлаждения указанная разница составляет примерно 10°, что создаёт благоприятные условия для работы двигателя, так как в этом случае не переохлаждается нижняя часть цилиндров. Ёмкость системы охлаждения некоторых двигателей приведена в табл. 11.

Таблица 11

Ёмкость системы охлаждения

Марка двигателя	Тип системы охлаждения	Ёмкость системы в л
ЗИС-5 . . . . .	Принудительная	25,0
ГАЗ-М . . . . .	Смешанная	12,0
Додж . . . . .	Принудительная	18,5
ФОРД-2G8T . . . . .	То же	16,5
Студебеккер — Геркулес IXD . . . . .	» »	18,5
Шевроле G-7107 . . . . .	» »	16,0
Виллис-МВ . . . . .	» »	10,3
«Интернационал» FBC-318-B . . . . .	» »	25,0
GMC CCKW-352 . . . . .	» »	18,0

На фиг. 120 представлена схема принудительного охлаждения двигателя ГМС. Здесь вода в систему охлаждения заливается через патрубок радиатора, закрываемый крышкой 4. Радиатор соединяется с водяной рубашкой двигателя при помощи двух патрубков: нижнего 1, подводящего в рубашку охлаждённую в радиаторе воду, и верхнего 5, отводящего нагретую воду из рубашки в радиатор. Чтобы при движении ав-



Фиг. 120. Схема принудительной системы охлаждения двигателя ГМС.

томобиля обеспечить возможность некоторых перекосов двигателя относительно радиатора без повреждений в местах соединения, в соединительные патрубки включают прорезиненные шланги, закрепляемые при помощи стяжных хомутов. Нижний патрубок подсоединяется к корпусу центробежного насоса 7, сидящего на одном валу с вентилятором. Привод насоса и вентилятора осуществляется при помощи ремня от коленчатого вала. Центробежный насос подаёт охлаждённую воду к верхней части цилиндров.

Подача охлаждённой воды к верхней части цилиндров применяется на современных двигателях довольно часто. Делается это для того, чтобы создать по возможности одинаковые температурные условия по всей высоте цилиндра, так как при подаче охлаждённой воды в нижнюю часть рубашки более интенсивно охлаждаются нижние части цилиндров, находящиеся в менее напряжённых температурных условиях, чем верхние. При подаче воды в верхнюю часть рубашки охлаждение нижней части цилиндров происходит, главным образом, за счёт конвекции. Необходимо отметить, что в этом случае для спуска воды из системы охлаждения недостаточно одного краника 2 в нижней части радиатора. Дополнительный краник устанавливается на блоке цилиндров на уровне дна водяной рубашки (на схеме этот краник не показан).

Интенсивность циркуляции воды при принудительной системе охлаждения зависит только от числа оборотов коленчатого вала двигателя и не связана с нагрузкой двигателя. Это является недостатком прину-

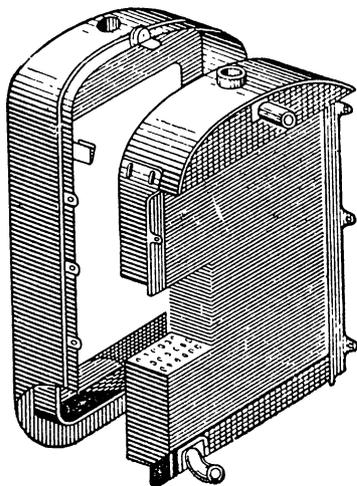
дательной системы, так как при малых нагрузках на больших оборотах двигателя получается его переохлаждение. Поэтому в систему охлаждения с принудительной циркуляцией обычно включается автоматический клапан — термостат 3, который устанавливается на пути циркуляции воды и автоматически уменьшает проходное сечение (вплоть до полного перекрытия) в случае понижения температуры охлаждающей воды. Воздействуя на интенсивность циркуляции воды, термостат автоматически регулирует температуру охлаждающей воды в заданных пределах его настройки. В начале работы двигателя, когда температура воды низкая, термостат изолирует водяную рубашку двигателя от радиатора, способствуя этим быстрому прогреву двигателя.

Дополнительным элементом в данной системе охлаждения является пароперепускная трубка 6<sup>1</sup>. Один конец трубки соединён с верхней частью водяной рубашки головки над шестым цилиндром, а другой конец — с верхним резервуаром радиатора. При недостаточном количестве воды в радиаторе во время движения автомобиля под уклон головка и верхняя часть задних цилиндров могут оголиться, что приводит к образованию паровых мешков и к резкому увеличению давления в системе охлаждения. Назначение пароперепускной трубки состоит в том, чтобы отводить пар из блока в указанных случаях.

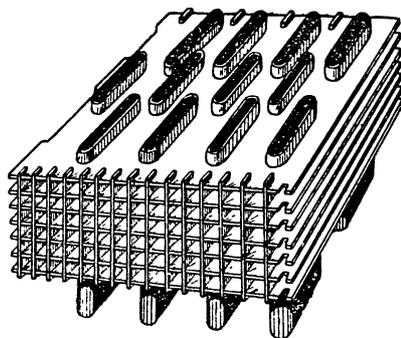
### § 3. ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

#### Радиатор

Радиатор является холодильником, где происходит отдача водой тепла окружающему воздуху, поэтому он должен иметь достаточную охлаждающую поверхность и изготовляться из теплопроводного материала. В среднем поверхность охлаждения должна быть 0,1—0,15 м<sup>2</sup> на 1 л. с. для легковых автомобилей и 0,15—0,3 м<sup>2</sup> — для грузовых. Материалом для радиатора в большинстве случаев служит латунь.



Фиг. 121. Радиатор.



Фиг. 122. Сердцевина трубчатого радиатора.

Радиатор (фиг. 121) состоит из верхнего и нижнего резервуаров и сердцевины, в которой, главным образом, и происходит охлаждение воды. В верхнем резервуаре имеется отверстие, через которое заливается вода; а в нижнем — краник для спуска воды<sup>2</sup>. Оба

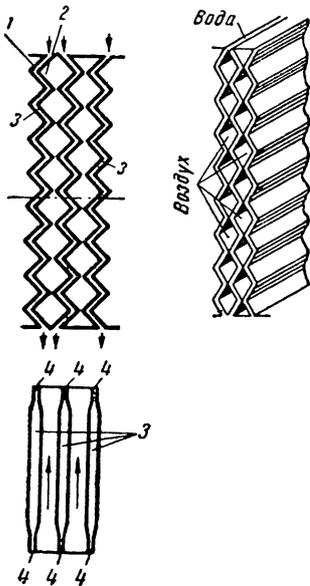
<sup>1</sup> Применяется также на двигателе Шевроле и др.

<sup>2</sup> Иногда спускной краник монтируется на нижнем соединительном патрубке (ЗИС-5, М-1).

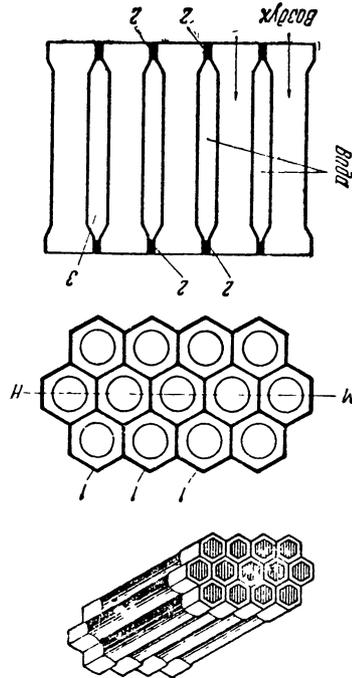
резервуара имеют патрубки для соединения радиатора через гибкие шланги с патрубками водяной рубашки двигателя. Обычно из заливного патрубка радиатора выпускается наружу пароводяная трубка, отводящая пар из системы охлаждения в случае закипания воды, чтобы не допустить увеличения давления в системе, что может вызвать разрыв спаяк радиатора. Снаружи радиатор имеет декоративную облицовку.

В зависимости от устройства радиаторы бывают трёх типов: 1) трубчатые, 2) пластинчатые, 3) сотовые.

Трубчатый радиатор наиболее распространён. Он устанавливается на двигателях ЗИС-5, ГАЗ М-1, Студебеккер, Шевроле и др. Сердцевина трубчатого радиатора имеет устройство, показанное на фиг. 122. Вертикальные трубки овальной или круглой формы размещены между верхним и нижним резервуарами, с которыми они соединены при помощи пайки.



Фиг. 123. Сердцевина пластинчатого радиатора.



Фиг. 124. Сердцевина сотового радиатора.

Встречный автомобилю поток воздуха, омывая трубки снаружи, охлаждает протекающую в них воду. Для большой интенсивности теплоотдачи поверхность охлаждения увеличивается поперечными тонкими пластинами, служащими одновременно для повышения жёсткости и прочности всего радиатора.

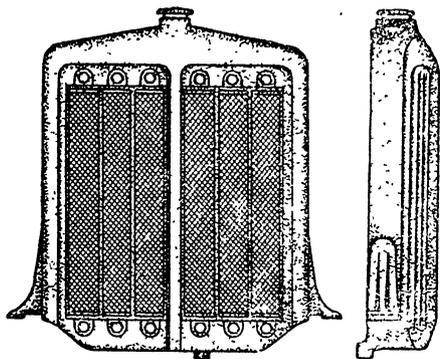
Пластинчатый радиатор. Сердцевина пластинчатого радиатора показана на фиг. 123. Вода протекает в узком пространстве 3, образованном каждой парой пластин. Ширина пластин составляет ширину сердцевины радиатора; передняя и задняя кромки 4 каждой пары пластин спаяны между собой; верхний и нижний концы пластин впаяны в соответствующие щели резервуаров радиатора. Для увеличения поверхности охлаждения пластины 1 выполняются гофрированными, причём между каждыми двумя парами пластин образуются проходы для воздуха 2 (путь воздуха показан на нижнем рисунке стрелками).

**Сотовый радиатор.** Сердцевина сотового радиатора показана на фиг. 124. Сотовый радиатор состоит из горизонтальных трубок, длина которых составляет ширину сердцевин радиатора. Трубки — круглого сечения, их концы 2 спаяны между собой. Чтобы сделать возможной такую спайку торцов, концы трубок оттягиваются и получают форму правильных шестиугольников 1; в некоторых случаях концы трубок придают не шестиугольную, а квадратную форму.

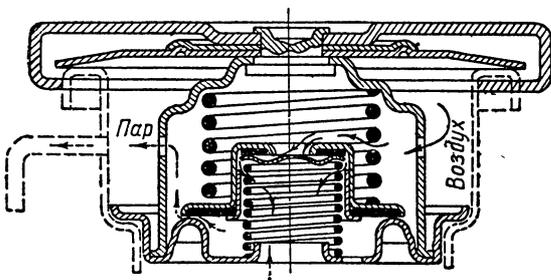
Вода проходит путь в пространстве между трубками 3, а воздух проходит внутри трубок.

Хотя сотовый радиатор даёт более интенсивное охлаждение по сравнению с другими типами, применяется он довольно редко ввиду значительной стоимости и сложности в производстве.

**Разборные или секционные радиаторы.** Для облегчения ремонта в случае повреждения иногда применяют радиаторы с сердцевинной, состоящей из отдельных секций. В этом



Фиг. 125. Разборный радиатор с отдельными съёмными секциями.



Фиг. 126. Крышка заливного отверстия радиатора Шевроле.

случае каждая секция самостоятельно крепится болтами к резервуарам радиатора (фиг. 125).

**Крышка заливного патрубка радиатора** плотно прикрывает отверстие, для чего на ней устанавливается резиновая прокладка. Система охлаждения сообщается с атмосферой лишь через пароотводную трубку. Иногда для предотвращения утечки и испарения воды через пароотводную трубку крышку заливного отверстия снабжают паро-воздушным клапаном, который разъединяет полость верхнего резервуара радиатора от обечайки, в которую впаян конец пароотводной трубки. При таком устройстве крышки водяная система герметизируется и давление в ней несколько повышается, соответственно повышается и точка кипения воды.

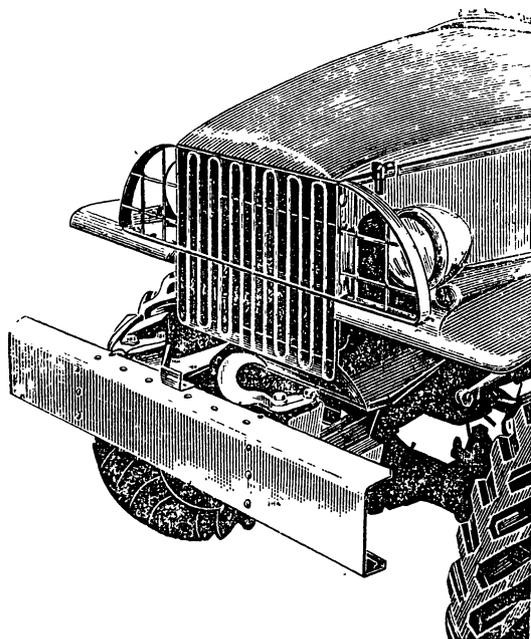
Чтобы в водяной системе не создавался вакуум при понижении температуры воды, в крышке имеется обратный воздушный клапан, открывающийся в случае понижения давления в системе. Крышка такой конструкции применяется на радиаторах двигателей ГАЗ-64, Бантам, Шевроле (фиг. 126), GMC и др. Избыток давления, допустимый паро-воздушным клапаном, составляет примерно  $0,3 \text{ кг/см}^2$ .

Если сообщение системы водяного охлаждения с атмосферой постоянно открыто и не регулируется паро-воздушным клапаном, такая система называется открытой, при наличии паро-воздушного клапана — закрытой или замкнутой. Следует помнить, что при наличии паро-воздушного клапана спуск воды из системы должен производиться обязательно при снятой крышке.

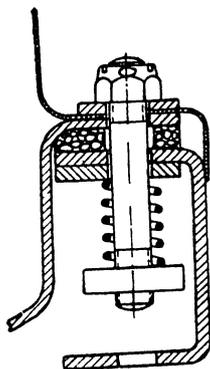
Установка радиатора на раме. На большинстве автомобилей радиатор устанавливается на раме впереди двигателя. На легковых автомобилях впереди радиатора устанавливается декоративная решётка, так называемый фальшрадиатор. На автомобилях последних выпусков решётка часто помещается не перед радиатором, а ниже, радиатор же закрывается капотом. Делается это по эстетическим соображениям.

На грузовиках армейского типа перед радиатором устанавливается прочная решётка (фиг. 127). Так как при аварийных наездах в первую очередь обычно повреждается радиатор, то некоторые фирмы (например АЕС, Рено) располагают радиатор позади двигателя, но при этом ухудшается обдув радиатора встречным потоком воздуха, вследствие чего приходится увеличивать ёмкость системы охлаждения.

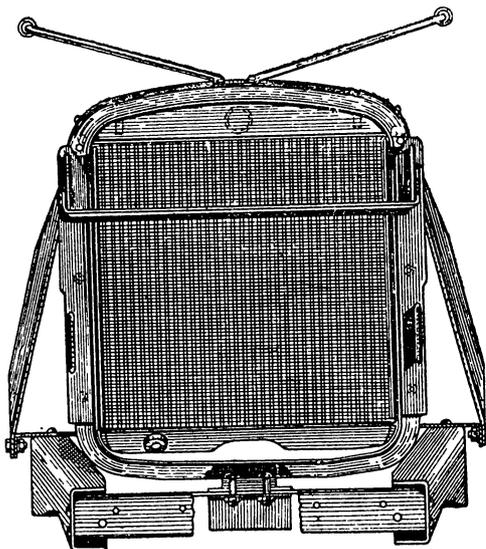
Радиатор крепится на раме таким образом, чтобы на его прочности минимально отражалась вибрация автомобиля. Поэтому в местах соединения радиатора с рамой ставят резиновые прокладки, а в некоторых случаях затяжка крепёжных болтов производится через пружины (фиг. 128).



Фиг. 127. Защитная решётка впереди радиатора автомобиля Шевроле.



Фиг. 128. Крепление радиатора на раме.

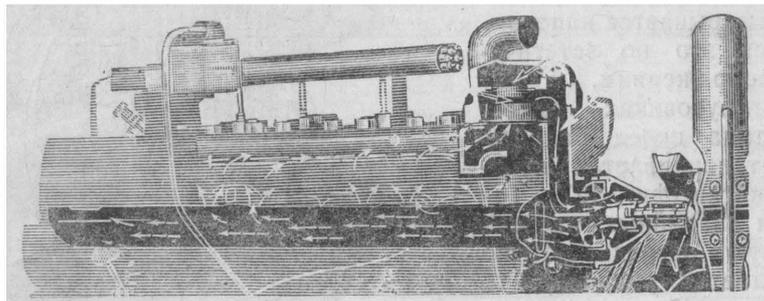


Фиг. 129. Крепление радиатора GMC.

Верхняя часть радиатора обычно укрепляется к стенке кабины растяжками, как показано на фиг. 129.

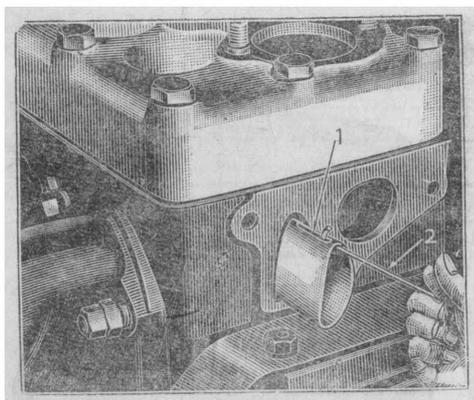
## Водяная рубашка двигателя

Водяная рубашка двигателя образуется двойными стенками цилиндров и головки. На многоцилиндровых двигателях условия охлаждения передних и задних цилиндров неодинаковы. Задние цилиндры охлаждаются водой, успевшей предварительно подогреться при движении мимо других цилиндров. На ряде двигателей (Форд, Додж), для того чтобы создать по возможности одинаковые условия охлаждения всех цилин-

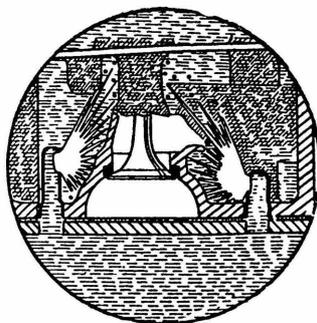


Фиг. 130. Циркуляция воды в водяной рубашке двигателя Форд.

ров и, в первую очередь, направленное охлаждение клапанных гнёзд, вода из водяного насоса направляется в специальную распределительную трубу, вставленную в блок (фиг. 130). Вода, нагнетаемая в трубу насосом, устремляется через прорези в верхнюю часть блока. Часть распределительной трубы видна на фиг. 131, где показан момент демонстрации трубы при помощи крючка 2, вставленного в прорезь 1.



Фиг. 131. Распределительная труба системы водяного охлаждения двигателя Додж.



Фиг. 132. Охлаждение выхлопного клапана путём интенсивной циркуляции воды в рубашке головки у гнезда клапана и направляющей втулки.

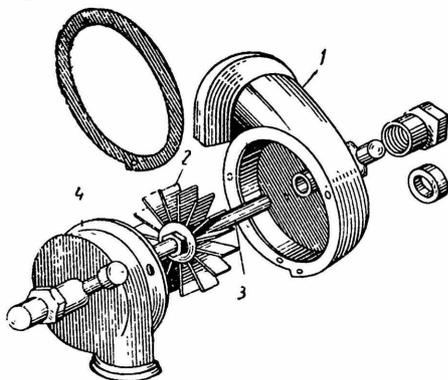
Вода в водяную рубашку головки блока цилиндров проходит через специальные отверстия в плоскости разъёма блока и головки. Эти отверстия размещаются с таким расчётом, чтобы обеспечить подачу воды в первую очередь к наиболее нагретым местам.

На фиг. 132 показано направленное охлаждение выпускного клапана двигателя GMC; здесь охлаждающая вода направляется через специальные форсунки на стенки гнезда и направляющей втулки клапана.

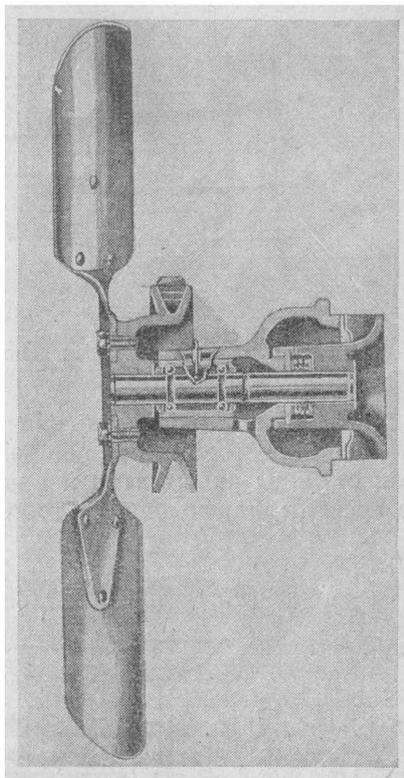
## Водяной насос и привод к нему

подавляющее большинство двигателей имеет водяные насосы центробежного типа. По сравнению с насосами других типов (шестерёнчатый, эксцентриковый) центробежный обладает относительно большей производительностью при небольших габаритах; при прекращении работы насоса вследствие какой-либо неисправности его устройство не препятствует естественной циркуляции воды в системе охлаждения.

Устройство водяного насоса центробежного типа представлено на фиг. 133. Его основные части — чугунный корпус 1 с крышкой 4 и крыльчатка 2, посаженная на вал 3. Вода из радиатора поступает через патрубок к центру крыльчатки и при вращении последней отбрасывается центробежной силой к периферии, откуда вытесняется через патрубок, направленный касательно к крыльчатке, в водяную рубашку двигателя.



Фиг. 133. Водяной насос центробежного типа автомобиля ЗИС-5.



Фиг. 134. Водяной насос и вентилятор двигателя Виллис со шкивом ремённого привода.

Привод водяного насоса осуществляется в основном двумя способами:

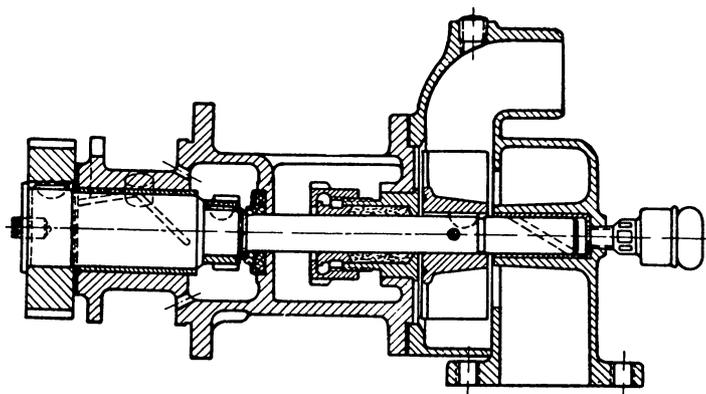
1) ремённой передачей от шкива коленчатого вала; в этом случае привод общий для крыльчатки водяного насоса и вентилятора, сидящих на общем валу (фиг. 134); такой привод наиболее прост по устройству и поэтому получил весьма широкое распространение на современных двигателях;

2) шестерённой передачей (фиг. 135) либо непосредственно от большой распределительной шестерни, либо через промежуточную шестерню; такой привод имеют насосы двигателей Студебеккер, ЗИС-5 и др.

Крыльчатки насосов имеют различную форму и количество лопастей (от двух и более). Связь крыльчатки с валом насоса обычно осуществляется прессовой посадкой, а в некоторых случаях посадкой на шпонке.

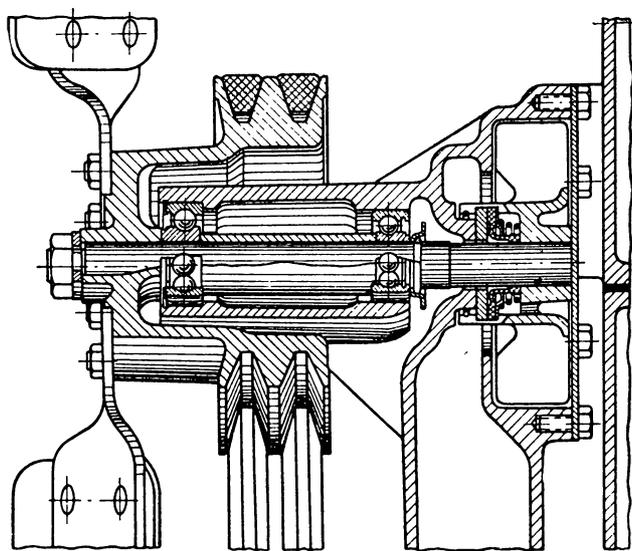
Для уплотнения полости насоса применяют специальные сальники вала крыльчатки. На фиг. 135 изображён сальник обычного типа, под-

тяжка которого по мере надобности производится гайкой. В большинстве случаев на современных двигателях применяют специальные сальники, не требующие подтяжки. Такой сальник, например, установлен на двигателе «Интернационал» (фиг. 136); здесь резиновая втулка плотно



Фиг. 135. Водяной насос двигателя Студебеккер с шестерней привода.

сидит на валу насоса, а фланец втулки прижимается пружиной к специальной крестообразной шайбе. Шайба своими выступами входит в прорези ступицы крыльчатки и вращается вместе с нею, прижимаясь в то же время к шлифованному торцу корпуса насоса.



Фиг. 136. Водяной насос и вентилятор двигателя «Интернационал».

На случай просачивания воды через сальник у всех насосов предусматривается возможность вытекания просочившейся воды наружу, так как иначе скопившаяся вода, замёрзнув, может разорвать корпус насоса или попасть в подшипники вала.

Вал насоса обычно вращается в шариковых подшипниках и сравнительно редко в бронзовых втулках. В насосе двигателя Виллис (фиг. 134)

внутренними беговыми дорожками шариков подшипника служат канавки, выполненные непосредственно на валу, а наружные проточены в специальной общей для двух подшипников втулке. Такое устройство позволяет значительно сократить габариты подшипника. В торцах втулки устанавливаются сальники, удерживающие смазку. Такой подшипник при сборке заполняется высококачественной смазкой и не требует периодического её пополнения во время эксплуатации.

### Вентилятор и привод к нему

Вентилятор устанавливается обычно непосредственно за радиатором. Лопасти вентилятора крепятся к ступице, которая насаживается на вал, вращающийся в подшипниках (фиг. 134 и 136). В некоторых случаях (фиг. 137) вал остаётся неподвижным, а вращается на подшипниках ступица.

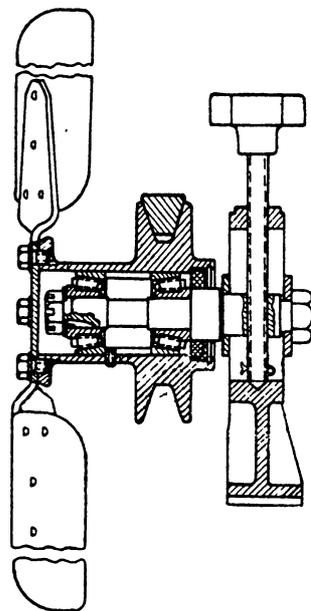
Производительность вентиляторов зависит в основном от следующих факторов: числа оборотов, угла наклона лопастей и числа лопастей. Число лопастей делается от двух и больше. Чаще всего встречаются четырёхлопастные вентиляторы.

Значительно увеличивается интенсивность охлаждения в случае установки за радиатором направляющего кожуха для воздуха (фиг. 138). Такой кожух устанавливается на автомобилях Бедфорд, Остин и др.

Привод к вентилятору осуществляется, как правило, ремённой передачей от шкива коленчатого вала. Для этой цели ступица вентилятора сделана заодно со шкивом. Иногда для надёжности привода и в случае большой мощности вентилятора ремённая передача осуществляется при помощи двух ремней (фиг. 136).

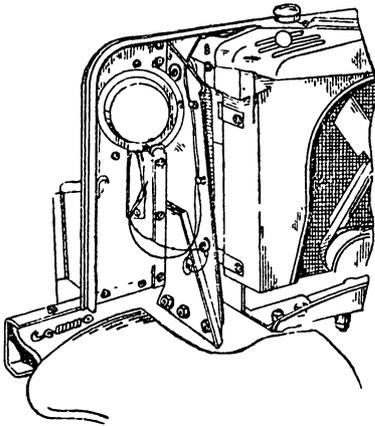
Жёсткий привод к вентилятору (например шестерёнчатый) в настоящее время не применяется, так как вентилятор обладает значительным маховым моментом, и при резких изменениях числа оборотов двигателя это может привести к поломке лопастей. Ремённая же передача оставляет возможность пробуксовки.

Натяжение ремня должно сохраняться в определённых пределах. При слабом натяжении возможна постоянная пробуксовка ремня, ведущая к уменьшению интенсивности охлаждения и закипанию воды в водяной системе. При сильном натяжении ремня увеличивается нагрузка на подшипники вентилятора, а сам ремень быстро изнашивается. Нормальным натяжением ремня считается такое, при котором ветвь ремня от усилия руки прогибается примерно на 15 мм. Одно из наиболее распространённых устройств для натяжения ремня показано на фиг. 139. Здесь, как и в большинстве случаев, ремень вращает не только вентилятор, но и якорь генератора. Как показано на фигуре, генератор имеет две точки крепления: внизу и вверху. Верхнее крепление устроено в прорези крошечной, и при освобождении крепящих гаек весь генератор может быть повернут относительно нижней точки крепления. Отклонением генератора можно достигнуть необходимой степени натяжения ремня. Дру-

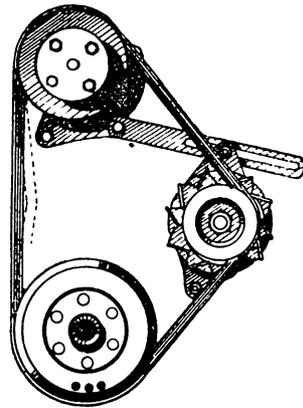


Фиг. 137. Вентилятор двигателя ЗИС-5.

гой способ натяжения ремня, применяемый на двигателе ЗИС-5, показан на фиг. 137. В данном случае конец оси вентилятора установлен в прорези кронштейна и при помощи винта может перемещаться в ней вниз и вверх.



Фиг. 138. Направляющий кожух, установленный за радиатором.

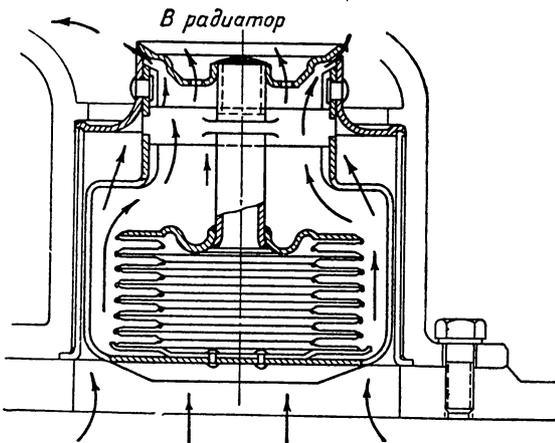


Фиг. 139. Устройство для регулировки натяжения ремня привода вентилятора двигателя ГМС.

### Термостаты

Для нормальной работы двигателя, как указывалось, температура охлаждающей воды должна быть в пределах 75—85° независимо от нагрузки и температуры окружающего воздуха.

Система охлаждения проектируется так, чтобы обеспечить надёжное охлаждение в тяжёлых условиях (большая нагрузка при малых оборотах, высокая температура окружающего воздуха).



Фиг. 140. Термостат, регулирующий интенсивность циркуляции воды.

Чтобы при изменении указанных условий (малая нагрузка, большие обороты, низкая температура окружающего воздуха) двигатель не переохлаждался и поддерживалась наиболее благоприятная температура охлаждающей воды, в системе охлаждения устанавливается специальный автоматический прибор—термостат.

Постоянство температуры охлаждающей воды может быть достигнуто двумя способами:

1) изменением интенсивности циркуляции воды в системе охлаждения;

2) изменением интенсивности воздушного потока, проходящего сквозь радиатор.

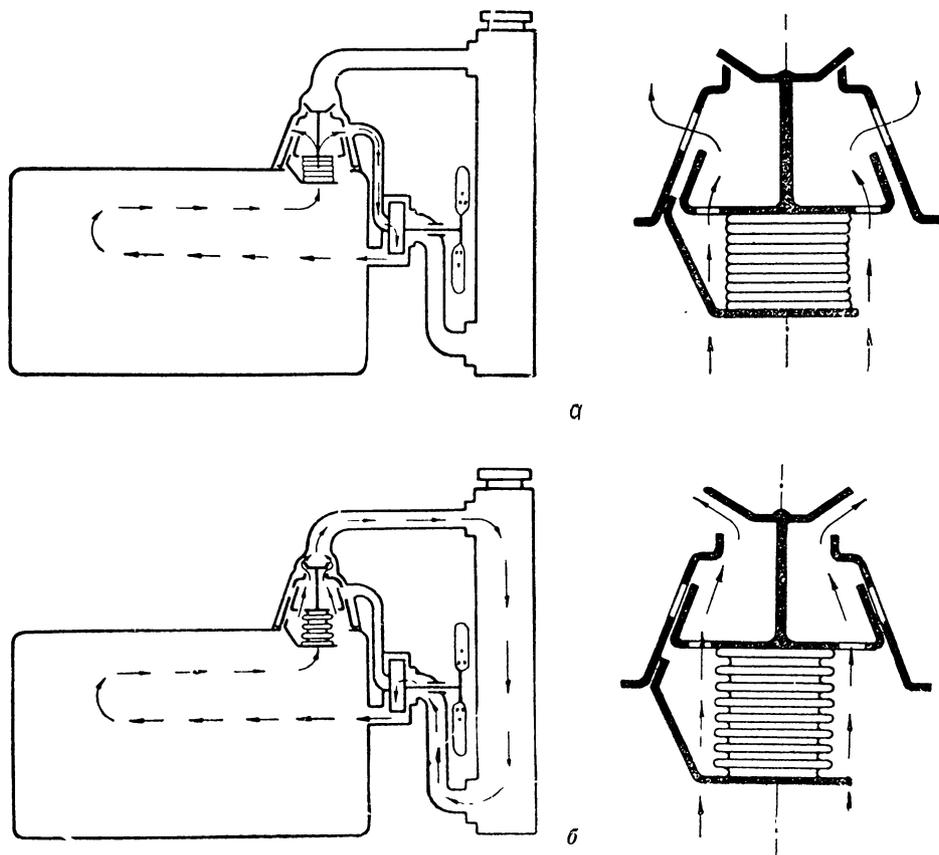
Первый способ наиболее распространён. В этом случае термостат

включается на пути циркуляции горячей воды, обычно в выходном патрубке рубашки головки блока цилиндров.

Термостат (фиг. 140) состоит из клапана, перекрывающего проходное сечение водяного патрубка, и управляющего им термостатического элемента, представляющего собой гофрированный цилиндр, заполнен-

ный легкокипящей жидкостью. При температуре ниже  $60^{\circ}$  клапан остаётся закрытым и вода через радиатор не циркулирует. Вследствие этого температура воды в водяной рубашке начинает повышаться. Повышение её выше  $60^{\circ}$  приводит к закипанию жидкости в гофрированном цилиндре и переходу её в парообразное состояние, вследствие чего давление внутри цилиндра увеличивается и цилиндр удлиняется. Удлиняющийся цилиндр заставляет клапан приподниматься и открывать проход для воды через радиатор. Полностью клапан открывается при температуре примерно  $75^{\circ}$ .

На некоторых двигателях (Форд, Додж и др.) применяются термостаты с двумя клапанами. На фиг. 141 показана схема работы системы



Фиг. 141. Схема работы системы водяного охлаждения с термостатом:  
*а* — холодный двигатель; *б* — прогретый двигатель.

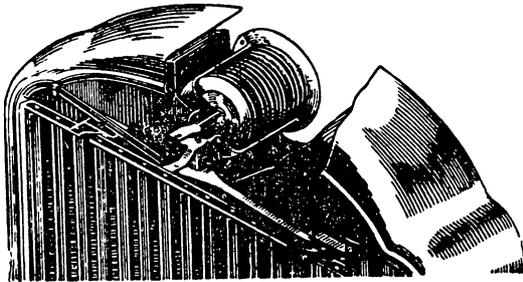
охлаждения с таким термостатом. Пока двигатель не прогрелся, верхний клапан термостата остаётся закрытым, а нижний открывает доступ воде через перепускную трубку в насос. Последний создаёт интенсивную циркуляцию воды в водяной рубашке (малый круг циркуляции), чем обеспечивается быстрый и равномерный прогрев двигателя. После прогрева двигателя, когда температура воды достигает необходимого уровня, нижний клапан термостата закрывается, а верхний — открывается, позволяя воде циркулировать через радиатор (большой круг циркуляции).

Наличие термостата может привести к замерзанию воды в радиаторе в холодную погоду, особенно при запуске. Поэтому в зимнее время

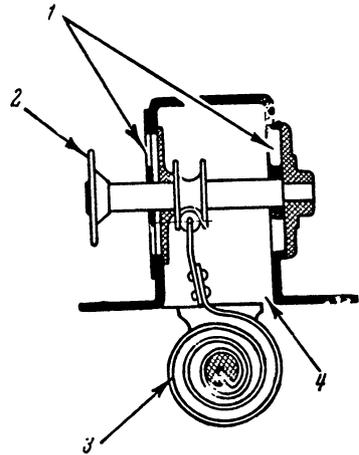
систему охлаждения, снабжённую термостатом, следует заполнять антифризом (см. ниже).

При втором способе поддержания постоянства температуры охлаждающей воды — путём изменения интенсивности воздушного потока, проходящего через радиатор, — термостат устанавливается в верхнем резервуаре радиатора и при помощи рычагов связывается с жалюзи радиатора (фиг. 142). В зависимости от температуры охлаждающей воды термостат либо полностью закрывает жалюзи, либо приоткрывает их настолько, насколько требуется для поддержания нормального охлаждения. Этот способ применяется реже ввиду его конструктивной сложности.

Термостатический элемент, воздействующий на клапан (или жалюзи), может быть выполнен не только в виде гофрированного цилиндра, но и в виде би-



Фиг. 142. Термостат, регулирующий интенсивность воздушного потока через радиатор.



Фиг. 143. Биметаллический термостат системы охлаждения двигателя «Интернационал»:

1 — выходные отверстия; 2 — уравнивающий диск; 3 — биметаллическая пружина; 4 — входное отверстие.

металлической спирали, как показано на фиг. 143. Термостат такого типа устанавливается на двигателях «Интернационал», ЗИС-101 и др. Для контроля температуры охлаждающей воды на щитке водителя монтируется дистанционный термометр, датчик которого установлен в водяной рубашке головки цилиндров. На европейских автомобилях термометры проградуированы в градусах Цельсия, на американских — в градусах Фаренгейта.

#### § 4. УХОД ЗА ВОДЯНОЙ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ

Для того чтобы водяная система охлаждения работала исправно, обеспечивая нормальный тепловой режим двигателя, необходимы постоянное наблюдение за ней и соответствующий уход. В первую очередь необходимо следить за уровнем воды в системе, так как при его понижении неизбежен перегрев двигателя.

Вода, заливаемая в систему, должна быть по возможности менее «жёсткой», чтобы накипь не откладывалась на стенках водяной рубашки и трубках радиатора. В этом отношении предпочтительно заливать систему дождевой водой. По этой же причине нежелательно часто менять воду в системе охлаждения. В случае необходимости спуск воды следует производить в сосуд, из которого можно ту же воду залить обратно в систему.

В результате отложения накипи на стенках водяной рубашки и трубок радиатора теплоотдача через них ухудшается; кроме того, вследствие уменьшения проходного сечения трубок радиатора снижается интенсивность циркуляции воды в системе. В результате наступает перегрев двигателя.

Удалить накипь можно следующим образом:

- 1) заполнить систему раствором 750—800 г каустической соды и 150 г керосина на ведро воды и дать простоять двигателю 10—12 час.;
- 2) завести двигатель, дать ему прогреться, а затем остановить и спустить раствор;
- 3) залить в систему чистой воды и дать проработать двигателю 10—15 мин.; снова промыть и залить чистой водой.

Система охлаждения может засоряться механическими примесями, попадающими вместе с заливаемой водой. Поэтому время от времени систему нужно промывать чистой водой.

Периодически нужно проверять натяжение ремня.

В холодное время года следует особенно внимательно наблюдать за температурой охлаждающей жидкости, чтобы не допустить конденсации рабочей смеси и разжижения смазки. Если при работе двигателя температура охлаждающей жидкости не поднимается выше 60—70°, необходимо утеплить капот или прикрыть часть радиатора.

В случае остановки двигателя на продолжительное время при низкой температуре окружающего воздуха воду из системы следует спустить. Для спуска воды все краники должны быть полностью открыты<sup>1</sup>, а в системах, где крышка имеет клапан, отъединяющий контрольную трубку от полости радиатора, крышка должна быть при спуске воды также снята, причём при перегретом двигателе снимать её надо осторожно, — после того как двигатель остыл.

В зимнее время вместо воды в систему охлаждения рекомендуется заливать смеси с низкой температурой замерзания. Такие смеси, называемые антифризами, разнообразны по составу.

Довольно низкую температуру замерзания можно получить, смешивая воду со спиртом; смесь, составленная из 60% воды и 40% спирта (денатурированного), имеет температуру замерзания минус 19° С. Ещё более низкую температуру замерзания даёт смесь воды, спирта и глицерина. Смесь, составленная из 43% воды, 42% спирта и 15% глицерина, имеет температуру замерзания минус 32° С. Наиболее низкую температуру замерзания имеют антифризы, составленные из смеси этиленгликоля и воды. Так, например, антифриз В-2, представляющий собой бесцветную жидкость и состоящий из 55% этиленгликоля и 45% воды, имеет температуру замерзания минус 40° С.

При пользовании антифризами необходимо иметь в виду следующее:

1. Система должна заполняться антифризом не до уровня заливной горловины радиатора, а несколько ниже, так как при повышении температуры антифриз расширяется.

2. Перед заполнением все места соединений водяной системы должны быть подтянуты (в том числе и головка блока), так как антифриз может просачиваться через малейшие неплотности в соединениях.

3. Антифризы в большинстве случаев действуют отравляюще на организм, поэтому при обращении с ними нужна особая осторожность.

## § 5. ВОЗДУШНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

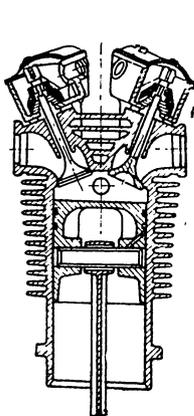
Воздушное охлаждение применяется, главным образом, на двигателях небольшой мощности. В частности, двигатели мотоциклов имеют, как правило, воздушное охлаждение. В данном случае встречный поток воздуха обеспечивает достаточный отвод тепла, и дополнительного искусственного обдува при помощи вентилятора не требуется. На автомобилях устанавливаются двигатели большей мощности, нежели на мо-

<sup>1</sup> На некоторых двигателях устанавливают до трёх краников.

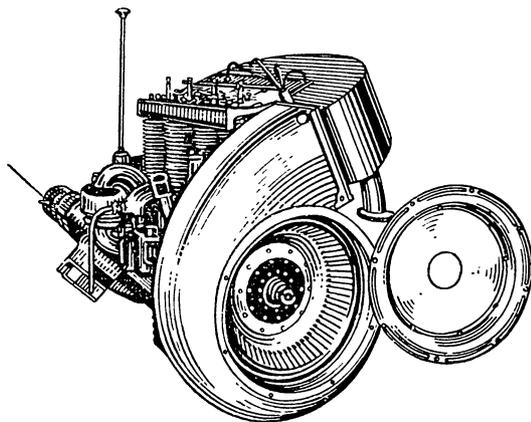
тоциклах, выделяющие большее количество тепла, поэтому обдув одним лишь встречным воздухом недостаточен, тем более что автомобильные двигатели закрываются капотом. Для поддержания нормального температурного режима двигателя приходится применять вентилятор, потребляющий значительную мощность.

Воздушное охлаждение двигателей применяется на автомобилях Крупп, Татра, Феномен и некоторых других. Преимущество такого охлаждения заключается в простоте эксплуатации, отсутствии опасности замерзания системы зимой, хотя запуск двигателя с воздушным охлаждением более труден, чем при водяном охлаждении, где есть возможность прогрева двигателя горячей водой.

Цилиндры двигателей с воздушным охлаждением изготавливаются в большинстве случаев отдельно даже в многоцилиндровых двигателях



Фиг. 144. Цилиндр двигателя с воздушным охлаждением.



Фиг. 145. Двигатель Феномен с воздушным охлаждением.

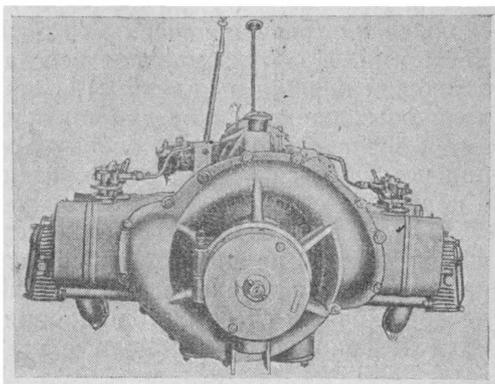
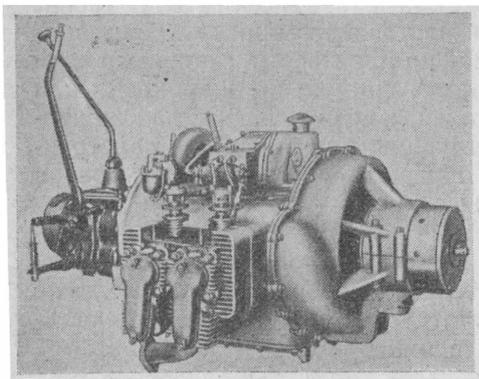
и имеют рёбра, увеличивающие поверхность охлаждения. Рёбра расположены перпендикулярно (фиг. 144) или параллельно оси цилиндра (фиг. 26). В первом случае рёбра называются поперечными и, во втором — продольными. Расположение рёбер зависит от направления дутья, выбранного для данного двигателя. Как правило, воздушный поток направляется вдоль рёбер.

Головка цилиндра также снабжается охлаждающими рёбрами. Ввиду более напряжённого теплового режима двигателей с воздушной системой охлаждения головки цилиндров и поршни обычно изготавливаются из алюминиевых сплавов. По этой же причине система распределения при воздушном охлаждении двигателя делается в большинстве случаев с верхними клапанами, что обеспечивает лучший отвод тепла от выпускных клапанов.

Для дутья обычно впереди двигателя, на носке коленчатого вала, устанавливается мощный вентилятор большой производительности типа Сирокко (фиг. 145). От вентилятора воздушный поток поступает к цилиндрам по специальным направляющим кожухам, назначение которых состоит в том, чтобы обеспечить равномерное охлаждение всех цилиндров и достаточную скорость воздушного потока. На двигателе Феномен направляющий кожух смонтирован так, что воздушный поток направлен на цилиндр сбоку, со стороны выхлопной трубы, чтобы обеспечить охлаждение наиболее нагретых частей двигателя. В данном случае цилиндры имеют поперечные рёбра. При боковом направлении дутья охлаждающие рёбра иногда делаются наклонными. На двигателе

Крупп (фиг. 146) кожухи направляют поток вдоль цилиндров, в соответствии с чем цилиндры имеют продольные рёбра.

Двигатели с воздушным охлаждением не получили широкого применения на автомобилях вследствие следующих основных недостатков:



Фиг. 146. Двигатель Крупп с воздушным охлаждением.

- 1) большая тепловая напряжённость вызывает повышенный износ деталей;
- 2) двигатели с воздушным охлаждением более сложны в изготовлении, чем с водяным, и требуют применения более дорогих и дефицитных материалов;
- 3) значительный процент мощности (до 10%) тратится на привод вентилятора;
- 4) работа двигателя сопровождается шумом вентилятора, борьба с которым затруднительна.

## Глава VII

### СМАЗКА<sup>1</sup>

#### § 1. ТРЕНИЕ В ДВИГАТЕЛЕ

Относительное движение деталей двигателя сопровождается трением. Для уменьшения сил трения между трущимися деталями вводится слой смазки, разделяющий поверхности трения, вследствие чего уменьшаются износ и нагрев трущихся поверхностей, а также потери на преодоление сил трения.

Если в процессе относительного движения двух деталей вся рабочая поверхность или какой-либо участок одной из них находится в постоянном соприкосновении с рабочей поверхностью или с каким-либо участком другой, то имеем трение первого рода — трение скольжения (скольжение призмы по плоскости).

Если же процесс относительного движения двух деталей не сопровождается постоянным соприкосновением одних и тех же участков рабочих поверхностей, а в соприкосновение непрерывно вступают новые участки, то имеем трение второго рода — трение качения (перекатывание цилиндра по плоскости).

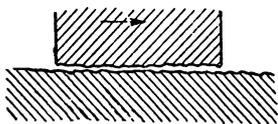
Так, перемещение поршня в цилиндре или шейки коленчатого вала в скользящем подшипнике сопровождается трением скольжения. Трение ка-

<sup>1</sup> Коллектив авторов приносит благодарность доц. Г. В. Виноградову за указания, сделанные им к данной главе.

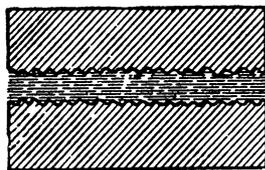
чения наблюдается в шариковых или роликовых подшипниках, на которых устанавливается вал вентилятора, якорь динамомашин, а в некоторых двигателях — коленчатый и распределительный валы.

Сопротивление трения качения во много раз меньше сопротивления трения скольжения. Если бы можно было заменить в двигателе трение скольжения трением качения, то потери на трение были бы значительно меньшими. Но эту замену не всегда можно произвести (например для движения поршня в цилиндре). Кроме того, применение шариковых или роликовых подшипников для таких деталей, как коленчатый вал, приводит к значительному усложнению конструкции, поэтому такие конструкции встречаются весьма редко. Таким образом, основным видом трения в двигателе остаётся трение скольжения.

**Сухое и жидкостное трение.** Поверхности соприкасающихся деталей не являются абсолютно гладкими. При грубой обработке на поверхности деталей имеются значительные неровности, видимые даже невооружённым глазом. Но даже при тщательной обработке всё же остаются неровности, обусловленные характером обработки материала.



Фиг. 147. Схема, иллюстрирующая сопротивление трения при отсутствии масляного слоя.



Фиг. 148. Схема, иллюстрирующая сопротивление трения при наличии масляного слоя.

При относительном перемещении непосредственно соприкасающихся деталей неровности одной поверхности зацепляются за неровности другой, чем и объясняется сопротивление трения (фиг. 147). При этом неровности скалываются и деформируются, вследствие чего происходит износ и нагрев деталей. Естественно, что чем грубее обработаны поверхности, тем больше получается сопротивление трения. Сопротивление трения в значительной степени зависит от материала трущихся деталей.

Когда трущиеся поверхности непосредственно соприкасаются друг с другом, трение называется **сухим**. Очевидно, что такое трение недопустимо в двигателе, так как это приводит к быстрому аварийному износу его деталей.

Если трущиеся детали полностью разъединить слоем смазки так, чтобы неровности поверхностей не касались друг друга (фиг. 148), сопротивление трения значительно уменьшится, так как в этом случае сопротивление трения непосредственно соприкасающихся деталей будет заменено сопротивлением трения между слоями смазки. Такое трение, когда трущиеся детали полностью отделены друг от друга слоем смазки, называется **жидкостным**. При жидкостном трении сопротивление трения практически не зависит от обработки поверхностей деталей и от их материала.

В действительности жидкостное трение в деталях двигателя не всегда может быть осуществлено в чистом виде. Часто имеет место так называемое граничное трение. При граничном трении слой масла может иметь настолько малую толщину, что свойства масла начинают отличаться от обычных, приобретая упругость, и масло в известных пределах нагрузок не выдавливается из зазоров между трущимися поверхностями. Вместе с тем малая толщина слоя смазки при граничном трении иногда приводит к непосредственному зацеплению неровностей, имеющих на

поверхности трущихся деталей. В том случае, когда при граничном или жидкостном трении на отдельных небольших участках имеет место сухое трение, такой вид трения называется *п о л у ж и д к о с т н ы м*.

При полужидкостном трении неизбежен некоторый износ деталей и также нагрев их, поэтому циркуляция смазки должна обеспечить удаление продуктов износа и охлаждение трущихся поверхностей. При полужидкостном трении сопротивление трения зависит от качества обработки поверхностей, от материала деталей и от рода и свойств смазки.

Если же наряду с граничным или жидкостным трением имеется непосредственный контакт неровностей на значительных участках, то такой вид трения называют *п о л у с у х и м*. При этом создаются условия трения приблизительно такие, как при сухом трении, и поэтому оно недопустимо, так как вызывает усиленный износ и нагрев деталей.

## § 2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАСЛАМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ В ДВИГАТЕЛЯХ

Масла, применяемые в двигателях в качестве смазки, должны удовлетворять определённым требованиям.

Чтобы не создавать условия сухого или полусухого трения, масло не должно выжиматься под давлением трущихся деталей, для чего должно обладать достаточными вязкостью и липкостью. Вместе с тем масло не должно быть чрезмерно вязким, так как это приводит к увеличению потерь на внутреннее трение между частицами масла. Важно, чтобы вязкость масла возможно меньше менялась в зависимости от температуры.

В маслах должны отсутствовать минеральные кислоты и щёлочи, вызывающие коррозию материала деталей.

Содержание механических примесей в свежем масле недопустимо, а в работающем должно быть минимальным.

Масла должны обладать возможно большей стабильностью, т. е. образовывать в процессе применения минимальное количество смол и давать возможно меньший осадок.

При попадании в камеру сгорания масло, сгорая, должно оставлять возможно меньшее количество нагара и золы, вредно отражающихся на работе двигателя.

Таким требованиям удовлетворяют в первую очередь масла минерального происхождения, получаемые из нефти.

Масла животного или растительного происхождения почти совершенно не употребляются для смазки двигателей, так как не удовлетворяют некоторым из перечисленных требований — в основном из-за способности легко окисляться, малой температурной стойкости и способности загустевать с течением времени. Кроме того, животные и растительные масла более дефицитны, чем минеральные.

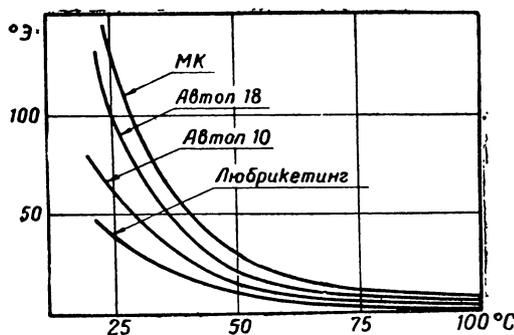
Основными параметрами, по которым производится оценка качества масла, являются:

1. *Вязкость* — наиболее важный параметр, характеризующий величину молекулярного сцепления частиц. Этот параметр позволяет судить о величине внутреннего трения в масле, т. е. способности надёжно смазывать трущиеся поверхности без выдавливания и проникать в отверстия и каналы достаточно малого сечения. Величину вязкости масла часто выражают в градусах Энглера ( $Э^\circ$ ).

Вязкость масла, выраженная в  $Э^\circ$ , даёт отношение времени истечения через калиброванное отверстие 200  $см^3$  масла при заданной температуре ко времени истечения через то же отверстие 200  $см^3$  воды при 20° С. Температура, при которой определяется вязкость, обычно указывается в виде индекса  $Э^\circ$ . Например,  $Э^\circ_{100} = 1,6$  означает вязкость масла в градусах Энглера при 100° С. В настоящее время вязкость масел, применяемых

в двигателях, чаще всего определяют при  $100^{\circ}\text{C}$ , т. е. при температуре, близкой к рабочей температуре масел. Раньше масла характеризовались их вязкостями при  $50^{\circ}\text{C}$ ; отсюда ведёт свое происхождение принятая у нас маркировка масел, применяемых в двигателях, — автолов. Номер автола примерно соответствует его вязкости при  $50^{\circ}\text{C}$ : чем больше номер автола, тем выше его вязкость.

Вязкость масла изменяется в зависимости от температуры, как показано на графиках (фиг. 149). О качестве масла можно судить по характеру изменения вязкости в зависимости от температуры.



Фиг. 149. Кривые изменения вязкости масел в зависимости от температуры.

О качестве масла можно судить по характеру изменения вязкости в зависимости от температуры. Чем меньше изменяется вязкость масла, тем качество его лучше. С целью получения характеристики изменения вязкости для автолов обычно задают вязкость при  $100$  и  $50^{\circ}\text{C}$ . В связи с изменением вязкости в зависимости от температуры, масла, применяемые для двигателей летом и зимой, должны быть различными по вязкости.

2. Температура застывания — условная характеристика потери маслом текучести — та температура, при кото-

рой масло, налитое в пробирку, остаётся неподвижным в течение определённого времени при наклоне пробирки под углом  $45^{\circ}$ . Величина температуры застывания масла имеет большое значение для характеристики работоспособности масла в зимнее время. Запуск зимой двигателя, заправленного маслом, застывающим при высокой температуре, может быть весьма затруднён и даже невозможен.

Кроме того, работа двигателя до разогрева масла происходит без нормальной подачи смазки, так как в силу чрезмерной вязкости масло не проходит через каналы и отверстия. Температура застывания является важнейшим параметром, определяющим сезонность применения масла.

3. Содержание механических примесей (песка, грязи, металлических опилок) в масле недопустимо, так как они засоряют маслопроводы и увеличивают износ деталей двигателя. Наличие механических примесей в масле определяется путем фильтрования разбавленной бензином пробы масла и взвешиванием фильтра до и после фильтрования. Разница в весе даёт представление о количестве механических примесей в масле.

4. Содержание воды в масле недопустимо, так как при этом во время работы двигателя образуются пена и эмульсия, заполняющие масляные каналы и ухудшающие интенсивность и условия смазки трущихся поверхностей. Кроме того, присутствие воды приводит к коррозии деталей двигателя.

Особенно недопустимо присутствие воды в масле в зимнее время, так как вода, отслоившись, опускается на дно и, замерзнув, может вызвать поломку масляного насоса (помещающегося обычно в нижней части картера) при запуске двигателя. Присутствие воды обнаруживается при нагревания масла в пробирке до  $100\text{--}105^{\circ}\text{C}$ . При наличии воды масло пенится и издаёт характерный треск.

5. Содержание золы. Применяемое в двигателе масло должно содержать минимальное количество золы, так как она загрязняет цилиндры и увеличивает их износ.

6. **Коксовое число.** По коксовому числу судят о способности масла образовывать нагар в цилиндрах двигателя. Коксовое число определяют комбинированным выпариванием и сжиганием определённого количества масла до получения твёрдого остатка — кокса, который затем взвешивается.

7. **Присутствие кислот и щелочей в масле** разрушающе действует на поверхности металлических деталей двигателя. Присутствие кислот или щелочей в масле можно установить при помощи лакмусовой бумажки. Часто для определения кислотности употребляют медную отполированную пластинку, которую погружают на некоторое время в испытуемое масло; в случае наличия кислоты на пластинке появляется зелёный налёт.

8. **Температура вспышки и воспламенения.** Температурой вспышки называется наименьшая температура масла, при которой выделяющиеся из него пары, смешиваясь в строго определённых условиях с окружающим воздухом, воспламеняются при приближении пламени постороннего источника. Температурой воспламенения называется минимальная температура, при которой загорается само масло при приближении пламени постороннего источника и горит не менее 5 сек.

Лучшие масла имеют более высокие температуры вспышки и воспламенения. Определение температуры вспышки и воспламенения производится прибором Бренкена.

9. **Удельный вес**, который определяется при помощи ареометра (или весов Вестфала) при 20° С, служит для грубой характеристики масла. Он не даёт возможности судить о свойствах масла, так как ряд масел, обладающих различными свойствами, имеет одинаковый удельный вес. Поэтому удельный вес является вспомогательным параметром для оценки масла при наличии других параметров.

### Масла, применяемые для смазки двигателей

Как указывалось выше, для смазки двигателей применяют масла, получаемые из нефти, как наиболее удовлетворяющие всем требованиям к смазке. В СССР масла, предназначенные для смазки автомобильных

Таблица 12

**Основные параметры масел, применяемых для смазки двигателей**  
(согласно таблицам технических норм на нефтепродукты Главнефтеснаба 1944 г.)

Параметры	Автол-4	Автол-6	Автол-10	Автол-18	Любрике- тинг	Дизельное масло
Вязкость в Э° при 100° С, не менее . . . . .	—	1,4	1,8	2,3	—	1,9
Вязкость в Э° при 50°, не более . . . . .	3,5—4,0	—	—	—	6,0—7,5	10,0
Температура застывания °С, не выше . . . . .	—30	—17	—5	0	—20	—10
Коксовое число в ‰, не более . . . . .	0,2	0,3	0,5	0,7	0,2	0,4
Зольность в ‰, не более . . . . .	0,01	0,01	0,025	0,025	0,005	0,005
Температура вспышки по Бренкену в °С, не ниже . . . . .	180	185	200	215	200	210

**Примечание.** В тех случаях, когда вязкость масла даётся при одной какой-либо температуре, дополнительно указывается не приведенное в настоящей таблице отношение вязкости масла при 50 и 100° С.

двигателей, должны удовлетворять установленным стандартам. В основном применяются следующие масла: автол-4, автол-6, автол-10, автол-18, любрикетинг и дизельное масло. В табл. 12 приведены характерные параметры производимых в СССР масел.

В летнее время применяются в основном автол-10 и дизельное масло, в зимнее — автол-4, автол-6 и любрикетинг.

### § 3. СМАЗКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Смазка двигателей нужна для:

1) уменьшения потерь на работу трения в деталях механизмов двигателя, а следовательно, для уменьшения непроизводительной затраты энергии и износа деталей;

2) охлаждения трущихся поверхностей;

3) очистки трущихся поверхностей от продуктов износа.

Помимо этого смазка способствует уплотнению цилиндра слоем масла, образующимся у кромок поршневых колец при движении поршня в цилиндре.

Условия работы отдельных деталей и механизмов двигателя различны, следовательно, и интенсивность смазки этих деталей должна быть неодинаковой. С этой точки зрения детали двигателя можно разбить на следующие группы:

1) кривошипно-шатунный механизм,

2) механизм газораспределения и

3) детали механизмов обслуживания.

Наибольшие потери на трение имеют место в кривошипно-шатунном механизме из-за больших нагрузок и большой скорости относительного перемещения деталей.

Подшипники коленчатого вала, особенно шатунные, требуют обильной и непрерывной смазки, чтобы осуществить необходимое здесь жидкостное трение ввиду весьма тяжёлых нагрузок и больших скоростей. Несколько менее обильная смазка требуется для поршней. Чрезмерно обильная смазка поршней иногда даже вредна, так как может привести к усиленному нагарообразованию на днище поршня, кольцах и клапанах и забрасыванию маслом свечей.

Детали газораспределительного механизма работают при сравнительно небольших нагрузках, поэтому требуют менее интенсивной смазки.

В деталях механизмов обслуживания — вентилятора, водяного насоса и пр. — трение благодаря малой нагрузке незначительно, вследствие чего смазка этих деталей осуществляется при помощи периодически заполняемых штауферов или маслёнок.

В зависимости от способа подачи масла к трущимся деталям различают три системы смазки двигателей:

1) смазка разбрызгиванием,

2) смазка под давлением,

3) комбинированная смазка.

#### Смазка двигателя разбрызгиванием

В своём первоначальном виде система смазки разбрызгиванием представляла собой следующее. В картер двигателя через отверстие 1 (фиг. 150) заливалось масло до определённого уровня, контролируемого маслоизмерительным стержнем 3. Во время работы двигателя нижние головки шатунов специальными черпачками 2 захватывали масло и разбрызгивали его в виде мельчайших частиц, которые, попадая на трущиеся

поверхности деталей либо непосредственно, либо через специальные сверления, смазывали их. Такая система смазки чрезвычайно проста и не требует специальных механизмов, но имеет следующие основные недостатки:

1) уменьшение интенсивности смазки по мере израсходования масла и понижения его уровня;

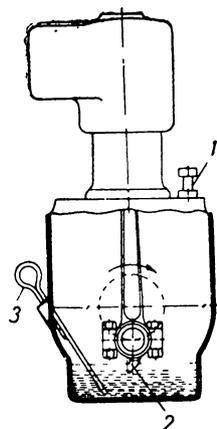
2) возможность полного нарушения смазки некоторых деталей двигателя в том случае, когда автомобиль движется на подъём или под уклон и масло сливается к одной стороне картера;

3) невозможность фильтрации масла во время работы.

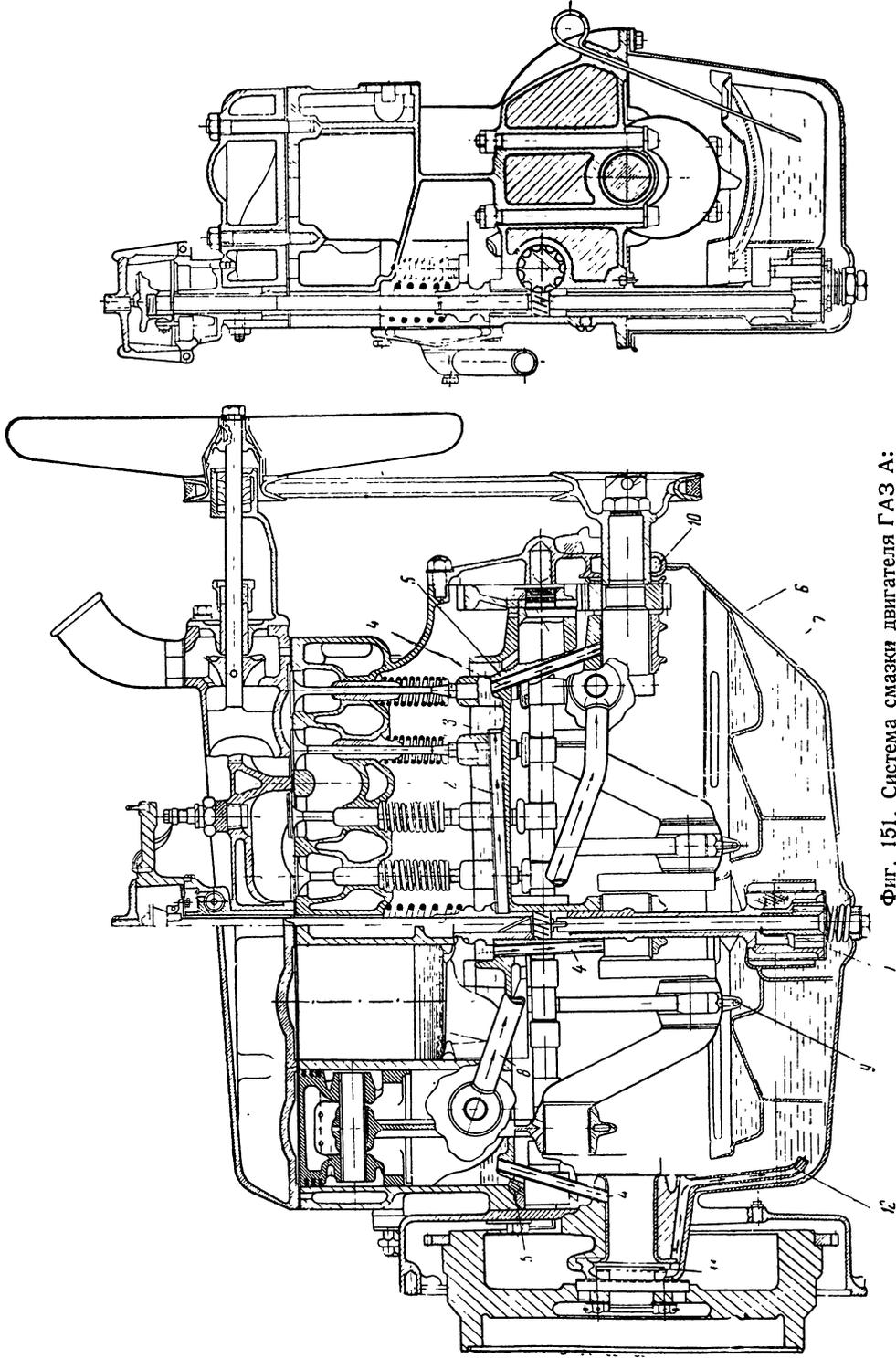
Вследствие очевидной несовершенности эта система смазки в таком виде в настоящее время совершенно не применяется. Принятая на некоторых современных автомобилях система смазки разбрызгиванием имеет дополнительные устройства, обеспечивающие удовлетворительную смазку независимо от уровня масла в картере и от наклона двигателя и возможности его фильтрации. Для этого в систему смазки включается масляный насос, который постоянно подаёт масло в специальные лотки (установленные под нижними головками шатунов), поддерживая в них постоянный уровень и обеспечивая этим надёжность смазки при понижении уровня масла в картере и при наклоне двигателя.

Примером такой системы может служить смазка двигателя ГАЗ-А (фиг. 151). Здесь масло заливается в картер через отверстие сапуна, расположенного с левой стороны двигателя, до уровня, контролируемого специальным указателем. В нижней части картера размещается приводимый от распределительного вала масляный насос 1, который при работе двигателя подаёт масло через канал 2 в клапанную коробку 3. Из клапанной коробки масло по трём трубкам 4 самотёком поступает к коренным подшипникам коленчатого вала. Таким же путём масло поступает к двум крайним подшипникам распределительного вала. Средний подшипник распределительного вала и привод шестерни масляного насоса смазываются маслом при движении его из насоса в клапанную коробку, в которой имеются поперечные перегородки, удерживающие масло во всех отсеках при наклоне двигателя. Часть масла, переливаясь через переднюю перегородку, смазывает распределительные шестерни. При повышении уровня масла в клапанной коробке излишек его через наружную маслоотводную трубку 8 перетекает в картер, попадает на лотки, установленные под нижними головками шатунов, и заполняет их. Нижние головки шатунов имеют черпачки, которые, ударяясь о масло, разбрызгивают его. Мельчайшие частицы масла оседают на деталях двигателя, смазывая, таким образом, цилиндры двигателя, кулачки распределительного вала, толкатели и поршневые пальцы. Одновременно при ударе черпачков о поверхность масла часть его проходит через сверления в нижних головках шатунов и смазывает шатунные подшипники. Постоянное наличие масла в лотках обеспечивает удовлетворительную смазку независимо от наклона двигателя.

Фильтрация масла в некоторой степени обеспечивается фильтром, окружающим масляный насос. Таким образом в данном двигателе смазка разбрызгиванием происходит при циркулирующем масле. Поскольку наряду с разбрызгиванием часть деталей смазывается самотёком, такую систему смазки часто называют смешанной.



Фиг. 150. Схема смазки разбрызгиванием.



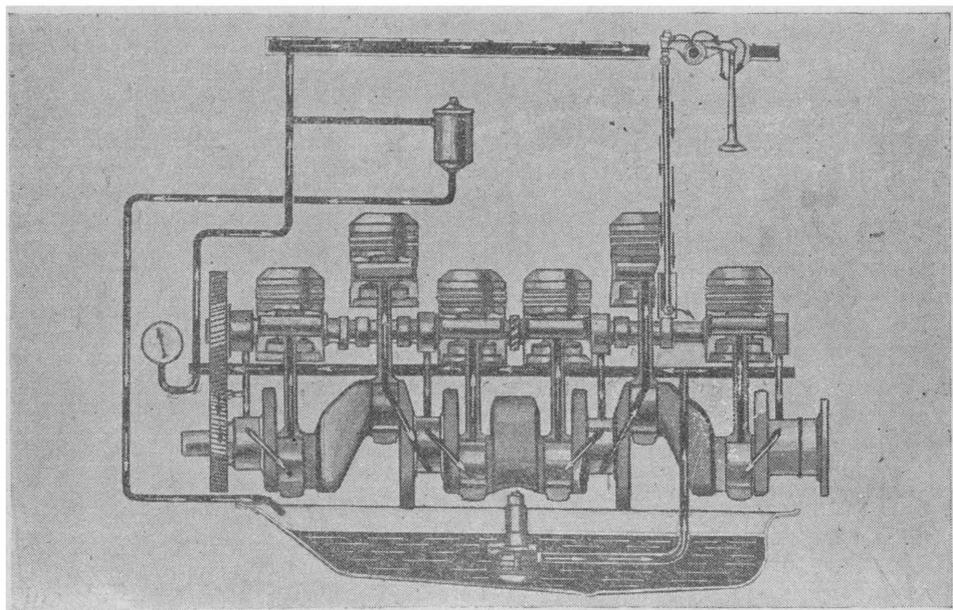
Фиг. 151. Система смазки двигателя ГАЗ А:

1 — масляный насос; 2 — канал для подачи масла в клапанную коробку; 3 — клапанная коробка; 4 — трубки для подвода масла к коренным подшипникам; 5 — канал для подвода масла к подшипникам распределительного вала; 6 — нижний картер; 7 — лоток; 8 — маслоотводная трубка; 9 — червячки; 10 — сальник; 11 — маслоотражательный гребень; 12 — трубка для отвода излишков масла от коренного подшипника.

### Смазка двигателя под давлением

Система смазки разбрызгиванием с циркуляцией масла может надёжно обеспечить смазку двигателя сравнительно тихоходных и небольшой мощности. У двигателей большой мощности, особенно высокооборотных, имеющих повышенную степень сжатия, усилия, действующие в деталях, настолько велики, что смазка разбрызгиванием или самотёком не может обеспечить нормальную работу двигателя. В этом случае применяют систему смазки под давлением, при которой принудительно подаётся масло ко всем основным трущимся деталям двигателя.

На фиг. 152 показана схема смазки под давлением, применяемая на двигателе ГМС. Здесь масло заливается в картер до определённого уровня, контролируемого маслоизмерительным стержнем. В нижней части



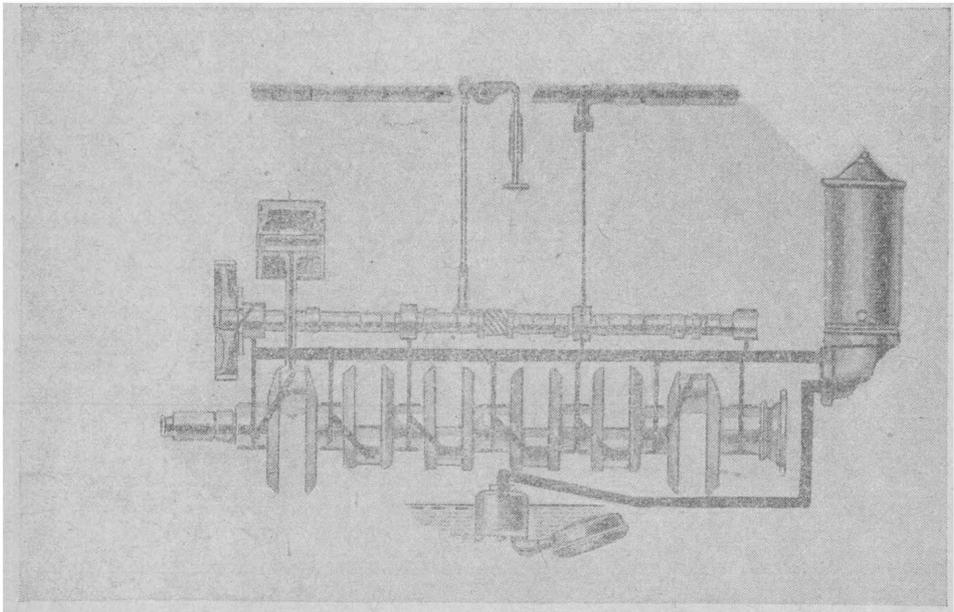
Фиг. 152. Схема смазки двигателя ГМС.

картера помещён шестерёнчатый насос, который приводится во вращение распределительным валом. При работе двигателя насос засасывает масло из картера через сетчатый фильтр предварительной очистки и подаёт его по трубке в главную магистраль, откуда масло направляется по четырём каналам для смазки коренных подшипников коленчатого вала. Из коренных подшипников масло по наклонным сверлениям в щеках коленчатого вала поступает к шести шатунным подшипникам, откуда по сверлениям в шатунах подводится к верхним головкам шатунов для смазки поршневых пальцев. Шейки распределительного вала смазываются из каналов, подводящих масло от главной магистрали. К остальным деталям распределительного механизма масло поступает из переднего конца главной магистрали по вертикальной трубке, которая подаёт масло в полую ось коромысел. Полая ось коромысел имеет радиальные отверстия, через которые смазываются втулки коромысел. Выходящее из зазоров и специальных отверстий втулок коромысел масло стекает в картер через отверстия в головке цилиндра и блоке, в которых помещаются толкающие штанги, попутно смазывая при этом толка-

тели. Стекающее с коромысел масло смазывает также и стержни клапанов.

Для смазки распределительных шестерён имеется специальная форсунка, масло к которой поступает из главной магистрали через канал переднего подшипника. Цилиндры и кулачки распределительного вала смазываются разбрызгиванием, однако для увеличения интенсивности смазки в верхней части нижней головки каждого шатуна имеется отверстие, через которое масло струёй подаётся на правые стенки цилиндров, несущие большую нагрузку при рабочих ходах поршня.

Таким образом, почти все детали двигателя ГМС смазываются принудительно. Давление в системе смазки должно поддерживаться в пределах  $2,4\text{--}2,8 \text{ кг/см}^2$  при 1000 об/мин. Повышение давления сверх до-



Фиг. 153. Схема смазки двигателя «Интернационал».

пустимого предупреждается редукционным клапаном, смонтированным в масляном насосе. Наблюдение за давлением в системе смазки ведётся по манометру, выведенному на щиток водителя.

Помимо предварительной очистки масла от механических примесей при помощи сетчатого фильтра, установленного перед насосом, масло очищается в фильтре тонкой очистки, помещённом с наружной стороны двигателя. Масло поступает к этому фильтру из магистрали, идущей к оси коромысел, и вытекает из него очищенным в картер. Таким образом, через некоторое время работы двигателя всё масло постепенно проходит через фильтр тонкой очистки.

На фиг. 153 представлена схема смазки под давлением двигателя «Интернационал». По сравнению с предыдущей схемой здесь имеются некоторые отличия, главным образом в системе фильтрации масла. Шестерёнчатый насос засасывает масло через специальный маслоприёмник плавающего типа, соединённый с корпусом насоса шарнирной трубкой. Это устройство обеспечивает забор масла из верхних наиболее чистых слоёв. Маслоприёмник снабжён сетчатым фильтром. Насос нагнетает всё масло в фильтр тонкой очистки, помещённый с наружной стороны двига-

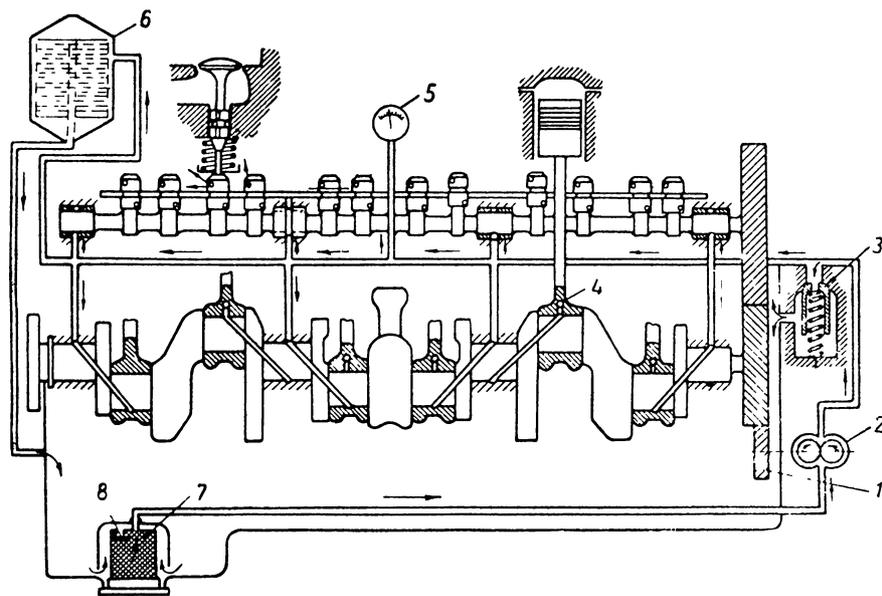
теля. Из фильтра масло поступает в главную магистраль. В данной схеме фильтр тонкой очистки включён в масляную систему последовательно, а в предыдущей — параллельно.

Допускаемое в этой системе давление масла не должно превышать  $3,2 \text{ кг/см}^2$ .

Увеличение давления свыше  $3,2 \text{ кг/см}^2$  предупреждается редукционным клапаном, помещённым в нижней части корпуса фильтра тонкой очистки.

### Комбинированная система смазки

Смазка под давлением применяется сравнительно редко, так как она сложна и удорожает производство. В настоящее время на большинстве двигателей применяется комбинированная система смазки,



Фиг. 154. Схема смазки двигателя Форд:

1 — шестерня привода масляного насоса; 2 — шестерёнчатый масляный насос; 3 — редукционный клапан; 4 — отверстие в нижней головке шатуна, через которое масло разбрызгивается на стенки цилиндра; 5 — масляный манометр; 6 — фильтр тонкой очистки; 7 — сетчатый фильтр предварительной очистки; 8 — клапан, открывающийся при засорении фильтра.

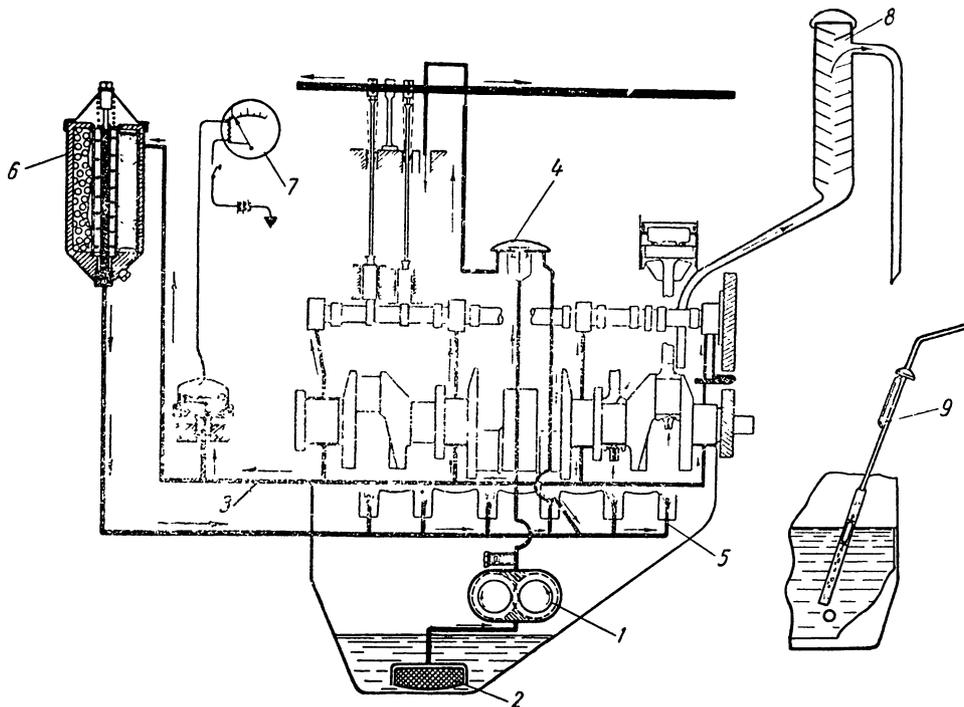
т. е. такая, при которой под давлением смазываются коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, а также подшипники распределительного вала и некоторые детали, подвод масла к которым несложен (например, распределительные шестерни). Остальные детали смазываются разбрызгиванием.

По такой схеме, например, осуществлена система смазки двигателя Форд-6 (фиг. 154).

Оригинальная по конструктивному выполнению комбинированная система смазки применяется на двигателях Шевроле (фиг. 155). Особенность этой схемы смазки заключается в способе подвода смазки к шатунным подшипникам. В лотках, расположенных под шатунными подшипниками, монтируются форсунки 5, из которых во время работы двигателя фонтанирует масло. Форсунки направлены так, что в момент подхода шатунного подшипника к форсунке струя масла попадает из неё в черпак, прикреплённый к нижней головке шатуна (фиг. 156). Из черпака по

сверлению в нижней головке шатуна масло поступает к шатунному подшипнику.

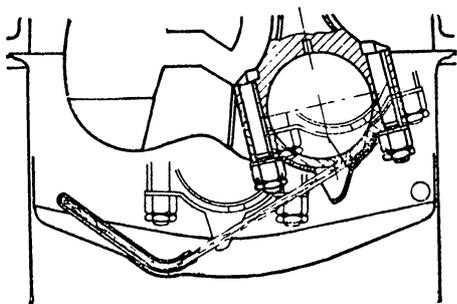
К форсункам масло поступает из главной магистрали 3 через специальный распределитель 4 (фиг. 155), отделённый от главной магистрали клапаном, который открывается лишь при увеличении числа оборотов двигателя. При закрытом клапане распределителя смазка шатунных подшипников осуществляется забором масла черпачками шатунов из лотков.



Фиг. 155. Схема смазки двигателя Шевроле:

1 — шестерёнчатый масляный насос; 2 — маслоприемник с сетчатым фильтром; 3 — главная масляная магистраль; 4 — масляный распределитель; 5 — форсунки; 6 — масляный фильтр тонкой очистки; 7 — масляный манометр электрического типа; 8 — заливной патрубок с рубкой для вентиляции картера; 9 — маслоизмерительный стержень.

Клапан распределителя закрывает также доступ масла и к полуму валу коромысел, куда масло на малых оборотах поступает только через небольшое перепускное отверстие. Смысл установки этого клапана заключается в том, чтобы обеспечить на малых оборотах (при больших нагрузках) надёжную смазку под



Фиг. 156. Смазка шатунных подшипников двигателя Шевроле.

высоким давлением коренных подшипников коленчатого вала. Без клапана давление масла было бы значительно меньшим ввиду большого сечения форсунок, так как на малых числах оборотов производительность масляного насоса недостаточна, чтобы обеспечить надлежащее давление смазки во всей системе.

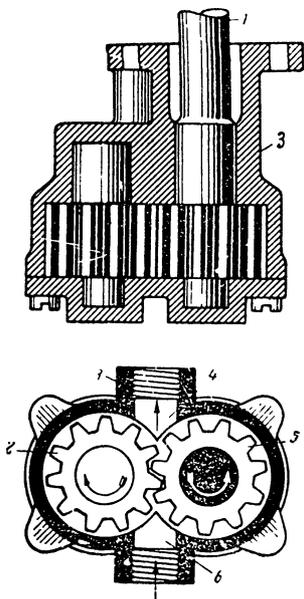
Способ смазки остальных деталей двигателя понятен из схемы (фиг. 155).

## § 4. МЕХАНИЗМЫ И ДЕТАЛИ СИСТЕМЫ СМАЗКИ

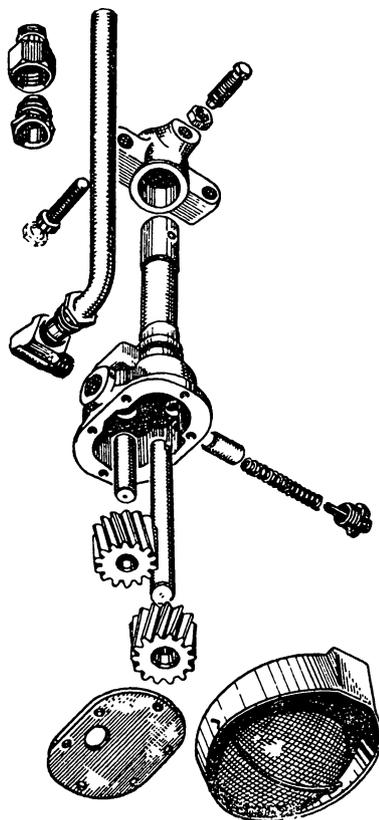
### Насосы

На автомобильных двигателях применяются три типа насосов для подачи масла к трущимся частям: шестерёнчатые, коловратные и плунжерные.

Наибольшее распространение получили насосы шестерёнчатого типа благодаря их простоте и надёжности действия. Схема шестерёнчатого насоса изображена на фиг. 157. Насос состоит из корпуса 3, в котором помещены две шестерни, находящиеся в зацеплении друг с другом. Одна из шестерён 5 является ведущей, причём привод к валу 1 в большинстве случаев осуществляется от распределительного вала, а другая шестерня 2 — ведомая — свободно сидит на оси в корпусе насоса. Зазор между зубьями шестерён и стенками корпуса очень мал. В корпусе насоса имеются



Фиг. 157. Схема шестерёнчатого насоса.



Фиг. 158. Детали шестерён этого насоса двигателя ГМС.

два отверстия: входное 6 и выходное 4. При работе двигателя шестерни насоса вращаются в направлениях, указанных стрелками. Вращаясь, шестерни захватывают масло и переносят его в промежутках между зубьями вдоль стенок корпуса к выходному отверстию, откуда масло поступает дальше в магистраль.

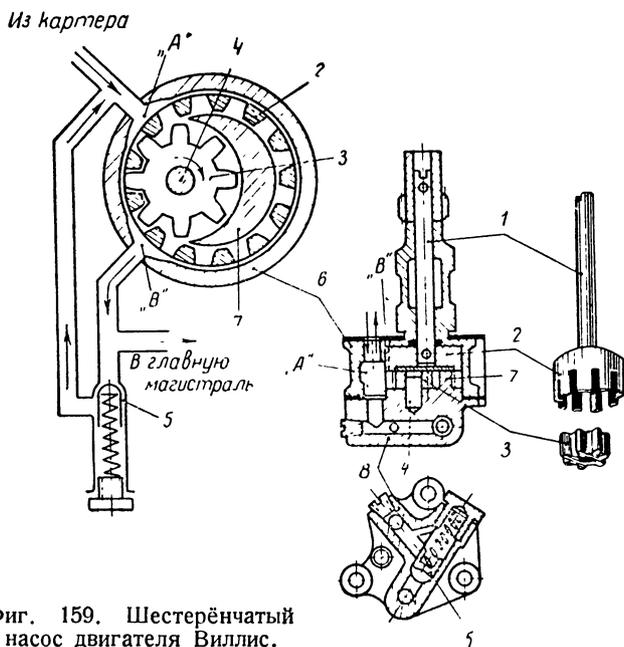
Давление, создаваемое шестерёнчатым насосом, зависит от вязкости масла, сопротивления маслопроводов, числа оборотов двигателя и точности изготовления деталей насоса.

Производительность насоса зависит от его размеров и числа оборотов.

Как правило, перед входным отверстием насоса устанавливается сетчатый фильтр.

На фиг. 158 показан шестерёнчатый насос двигателя ГМС. Косозубчатые шестерни насоса применяются с целью уменьшения пульсации масла при работе насоса.

На фиг. 159 представлен шестерёнчатый насос с шестернями внутреннего зацепления, установленный на двигателе Виллис. Приводной вал 1 жёстко связан с ведущей наружной шестернёй 2. В зацепление с ней входит внутренняя шестерня 3, свободно сидящая на оси 4. При работе двигателя обе шестерни вращаются в одну сторону. Масло из входного канала А попадает в промежутки между зубьями как наружной, так и внутренней шестерён и переносится обеими шестернями к выходному каналу В, откуда поступает в главную магистраль или же, в случае повы-



Фиг. 159. Шестерёнчатый насос двигателя Виллис.

шения давления в главной магистрали, перепускается через редукционный клапан 5 обратно в насос.

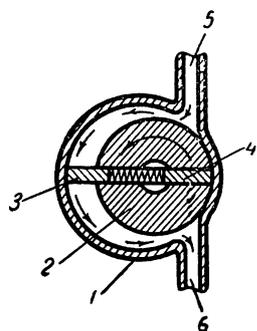
Для создания насосом необходимого давления масла зазоры между наружными торцами зубьев шестерни 2 и корпусом насоса 6, внутренними торцами зубьев той же шестерни и серповидным выступом 7 (выполненным заодно целое с крышкой насоса 8) должны быть минимальными. Также минимальным должен быть зазор между торцами зубьев шестерни 3 и серповидным выступом.

Преимуществом насоса описанного типа является сравнительно большая производительность при небольших габаритах.

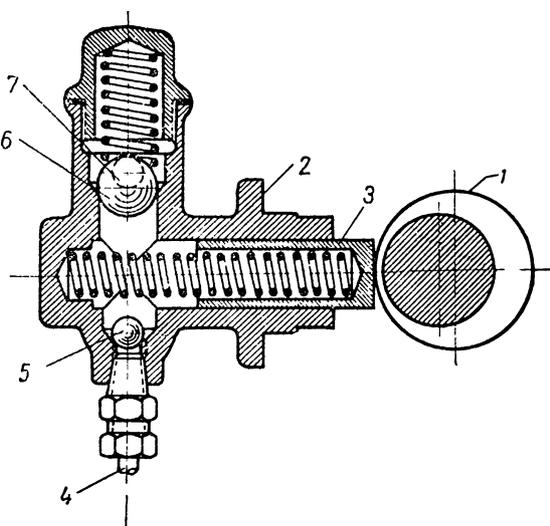
Схема коловратного насоса показана на фиг. 160. В корпусе насоса 1, имеющем входное отверстие 5 и выходное 6, эксцентрично установлен вращающийся цилиндр 2. В цилиндре имеется диаметрально прорезь, в которой помещены две лопатки 3 и 4, могущие перемещаться вдоль прорези и прижимаемые пружиной к внутренним стенкам корпуса. Лопатки 3 и 4 делят полость корпуса насоса на две камеры, причём при вращении цилиндра 2 объём этих камер меняется. В момент, показанный на схеме, объём камеры, соединённой с входным отверстием и заполненной маслом, равен объёму камеры, обращённой к выходному отверстию. При дальнейшем вращении цилиндра объём камеры, обращённой к выходному

отверстию, начнёт уменьшаться, вследствие чего масло будет проталкиваться в выходное отверстие. Одновременно с этим объём камеры, обращённой к входному отверстию, начнёт увеличиваться, и в неё будет поступать масло из картера. Таким образом, при вращении цилиндра 2 масло будет нагнетаться через выходное отверстие в масляную магистраль.

Схема плунжерного



Фиг. 160. Схема коловратного насоса.



Фиг. 161. Схема плунжерного насоса:

1 — эксцентрик; 2 — корпус насоса; 3 — плунжеры; 4 — впускной патрубок; 5 — впускной шариковый клапан; 6 — выпускной шариковый клапан; 7 — выпускное отверстие.

насоса, применяемого весьма редко, показана на фиг. 161. Устройство его и работа не требуют особых пояснений.

## Фильтры

С течением времени в масле, залитом в картер двигателя, появляются металлические частицы — продукт износа деталей двигателя, частицы нагара, смолы, абразивные частицы и пр. Загрязнённое масло вызывает усиленный износ деталей и засорение масляных каналов. Для фильтрования масла в процессе работы двигателя в системе смазки устанавливаются специальные фильтры. На современных автомобильных двигателях в большинстве случаев устанавливают по два фильтра: 1) сетчатый фильтр предварительной очистки и 2) фильтр тонкой очистки.

Сетчатый фильтр устанавливается перед входом в насос; его назначение — не допускать к насосу сравнительно крупных механических частиц. Монтируется сетчатый фильтр обычно так, что его легко можно снять для очистки. Например, на двигателе Форд-6 этот фильтр установлен на спускной пробке нижнего картера и снимается при вывёртывании пробки (фиг. 154). Следует отметить, что данный фильтр имеет клапан, который обеспечивает поступление масла к насосу в том случае, если сетка фильтра сильно загрязнится. На многих двигателях снять фильтр можно только демонтировав нижний картер.

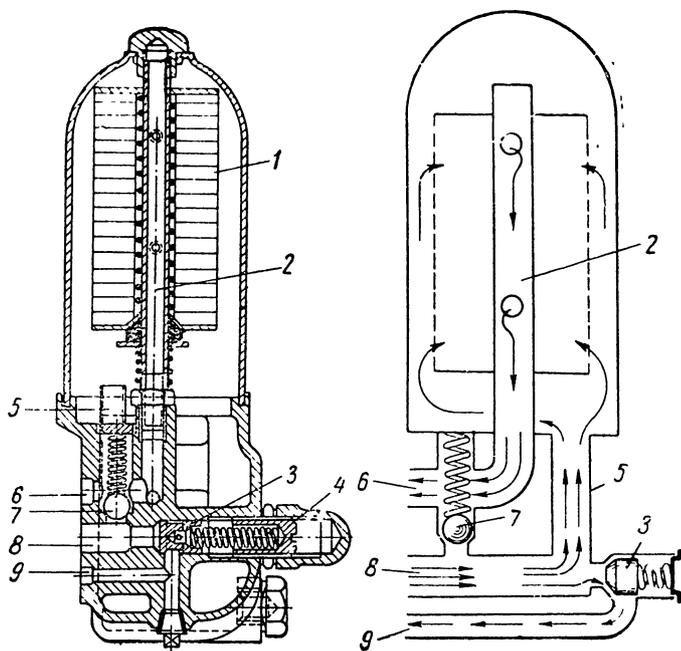
Фильтр тонкой очистки служит для тщательной очистки масла от механических примесей и смол. Он помещается снаружи двигателя для удобства обслуживания.

Фильтр тонкой очистки может включаться в систему смазки последовательно или параллельно.

В первом случае всё масло из насоса вначале поступает для очистки в фильтр (фиг. 153), после чего направляется в главную магистраль.

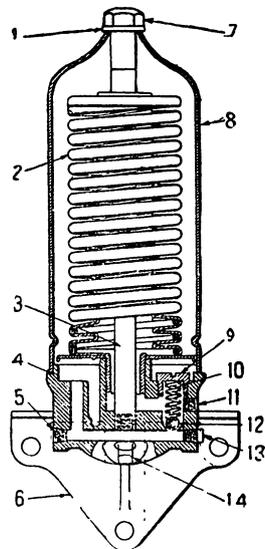
Во втором случае масло из насоса направляется в главную магистраль, а оттуда частично в фильтр (фиг. 154); откуда отфильтрованное масло стекает обратно в картер. Таким образом во время работы двигателя происходит постоянная очистка лишь части масла, поступающего в фильтр.

Оба способа включения фильтра обеспечивают достаточно надёжную фильтрацию масла, однако большее распространение имеет парал-



Фиг. 162. Масляный фильтр двигателя ЗИС-5:

1 — войлочные шайбы; 2 — центральная трубка фильтра; 3 — редукционный клапан; 4 — регулировочный винт редукционного клапана; 5 — трубка; 6 — выходной канал фильтра, соединяющийся с главной масляной магистралью; 7 — перепускной клапан; 8 — входной канал фильтра, соединяющийся с масляным насосом; 9 — канал, перепускающий масло при открытом редукционном клапане в картер.



Фиг. 163. Масляный тканевый фильтр:

1 — уплотнительная прокладка; 2 — остов фильтрующей поверхности; 3 — центральная болт; 4 — уплотнительная прокладка; 5 — входное отверстие; 6 — кронштейн корпуса фильтра; 7 — гайка крепления кожуха; 8 — кожух фильтра; 9, 10, 12 — перепускные клапаны; 11 — входное отверстие; 13 — пробка; 14 — спуск.

лельное включение, так как при этом может применяться фильтр с меньшей производительностью.

Фильтрующие элементы изготовляют из различных материалов: войлока, ткани, отбеливающей массы, бумаги и пр.

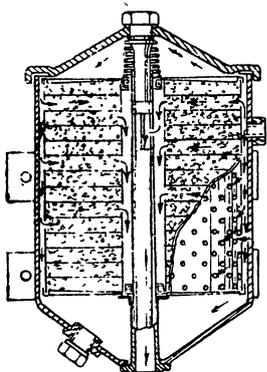
На фиг. 162 показан фильтр двигателя ЗИС-5. Масло из насоса поступает к каналу 8, откуда по трубке 5 заполняет пространство между колпаком и войлочными фильтрующими шайбами 1, просачивается через них, оставляя механические примеси и смолы на волокнах войлока, и попадает внутрь трубки 2 через ряд отверстий в её стенках. Очищенное от механических примесей масло, пройдя по трубке 2 и каналу 6, поступает в главную магистраль.

В случае засорения фильтра, когда давление, создаваемое насосом, возрастает, но недостаточно для того, чтобы заставить просочиться масло через войлочные шайбы, открывається перепускной шариковый клапан 7, пропускающий масло из канала 8 прямо в канал 6 и главную магистраль, минуя фильтр.

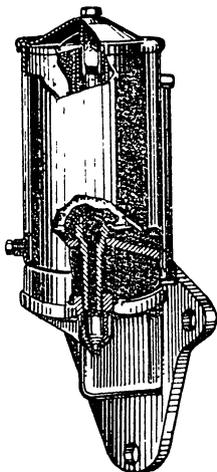
В корпусе фильтра имеется редукционный клапан 3, который при чрезмерном увеличении давления в системе перепускает часть масла по каналу 9 обратно в картер.

Фильтр двигателя ЗИС-5 обладает большой производительностью и включается последовательно. Достоинством фильтра является отсутствие необходимости периодической смены фильтрующего элемента — войлочных шайб, так как при засорении фильтра войлочные шайбы можно снять и промыть в керосине.

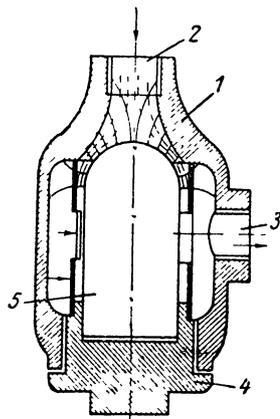
На фиг. 163 дана схема тканевого фильтра. Фильтрующий элемент представляет собой бумазейную, фланелевую или шерстяную ткань, которая обёрнута вокруг металлической спирали. Элемент помещается в корпусе. Масло, просачиваясь через ткань, оставляет на её наружной сто-



Фиг. 164. Масляный фильтр двигателя Форд.



Фиг. 165. Масляный фильтр двигателя Студебеккер.



Фиг. 166. Схема магнитного масляного фильтра.

роне механические примеси и очищенное направляется дальше для смазки деталей. В случае засорения ткани открывается перепускной клапан. Ткань фильтра должна периодически промываться.

На фиг. 164 показан фильтр, применяемый на двигателе Форд-6, а также на многих других. Его фильтрующий элемент представляет собой жестяной цилиндр с большим количеством отверстий, внутри которого помещается хлопчатобумажный очёс. Такой элемент после загрязнения должен быть сменён, так как промывка его невозможна.

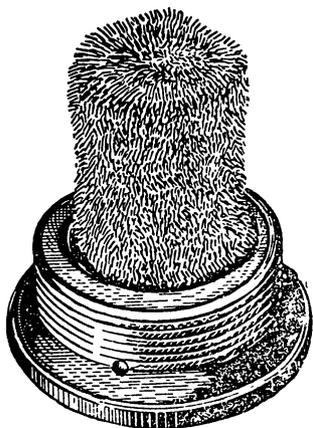
На фиг. 165 представлен фильтр так называемого поглощающего типа, применяемый на двигателях «Интернационал», Студебеккер. Здесь фильтрующим элементом служит пористый патрон из отбеливающей массы, обладающий способностью не только очищать масло от механических примесей, но и адсорбировать асфальто-смолистые вещества. Такой элемент должен быть заменён после определённого срока работы. Срок этот зависит от условий эксплуатации и качества применяемого масла. Внешним признаком, указывающим на необходимость замены элемента, является быстрое потемнение свежезалитого масла.

В настоящее время на некоторых двигателях начали применять так называемые магнитные фильтры, включаемые в масляную магистраль дополнительно к основному фильтру. Магнитный фильтр (фиг. 166) представляет собой корпус 1 с входным отверстием 2 и выходным отвер-

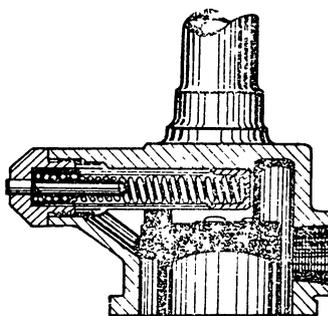
стием 3. В корпус ввёртывается пробка 4 с постоянным магнитом 5. При протекании масла через корпус фильтра металлические частицы, имеющиеся в масле, притягиваются магнитом (фиг. 167).

### Редукционные клапаны

Как указывалось выше, давление в магистрали зависит от числа оборотов шестерён насоса, вязкости масла и сопротивления маслопроводов. Увеличение давления может привести к разрыву маслопровода или к другим повреждениям. Для предохранения системы смазки от чрезмерных давлений устанавливается редукционный клапан, регулируемый на предельное увеличение давления. При повышении давления выше предель-



Фиг. 167. Отложение металла на магните фильтра.



Фиг. 168. Редукционный клапан у масляного насоса двигателя GMC.

ного редукционный клапан открывается и перепускает излишки масла обратно в картер.

Редукционный клапан монтируется в корпусе масляного насоса или масляного фильтра.

Редукционный клапан масляной системы двигателя GMC (фиг. 168) монтируется в корпусе насоса и представляет собой поршень, прижимаемый пружиной к отверстию перепускного канала.

При увеличении давления поршень отжимается и перепускает масло обратно к входному отверстию насоса.

Пример размещения редукционного клапана в корпусе масляного фильтра показан на фиг. 162 (ЗИС-5).

На схеме фиг. 154 показан редукционный клапан масляной системы двигателя Форд, размещённый в крышке распределительной коробки. Через отверстие в днище поршенька масло постоянно проходит для смазки распределительных шестерён. При увеличении давления поршень отжимается и перепускает излишек масла через распределительную коробку в картер.

### Охлаждение масла

На некоторых двигателях для поддержания температуры масла в оптимальных пределах применяют специальные масляные радиаторы. Их располагают или снаружи или в системе водяного охлаждения. В последнем случае лучше обеспечивается постоянство температуры

масла. В качестве примера на фиг. 169 приведена схема системы смазки двигателя Пежо, в которой масляный радиатор помещён в водяной рубашке. Здесь масло из насоса поступает сначала в масляный радиатор, а затем охлаждённое — последовательно в фильтр и главную магистраль.

#### Уход за системой смазки.

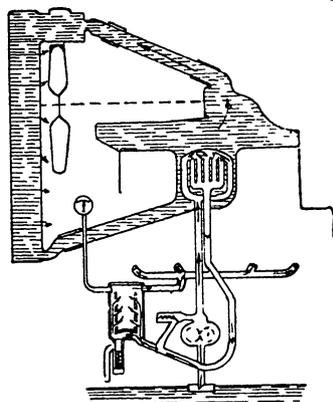
Перед пуском двигателя необходимо проверить при помощи маслоизмерительного стержня (щупа) уровень масла в картере. Уровень масла должен быть выше нижней отметки указателя, в противном случае смазка может быть нарушена. Доливать масло нужно до уровня верхней отметки указателя.

При уровне масла выше верхней отметки может иметь место ускоренное образование нагара и забрасывание свечей маслом.

Масло должно заливаться в картер через воронку с сеткой, чтобы в двигатель не могли проникнуть случайные механические примеси.

В процессе работы двигателя масло под влиянием высокой температуры и давления теряет свои смазочные свойства; кроме того, оно, несмотря на фильтрацию, загрязняется и разжижается топливом, проникающим в картер из цилиндра. Поэтому через определённый срок работы, измеряемый пробегом машины в километрах, масло в двигателе должно заменяться.

Для спуска масла в нижней части картера имеется спускная пробка. Спускать масло следует сразу после остановки двигателя, когда оно ещё горячее и жидкое. Сроки смены масла различны для каждого двигателя и указываются в инструкциях. Они зависят от условий работы двигателя и от качества масла. Примерные сроки смены смазки следующие: для нового двигателя, проходящего обкатку — 400—500 км; после обкаточного периода — через каждые 1000—2000 км пробега. Необходимо периодически прочищать фильтры и заменять, где это требуется, фильтрующие элементы.

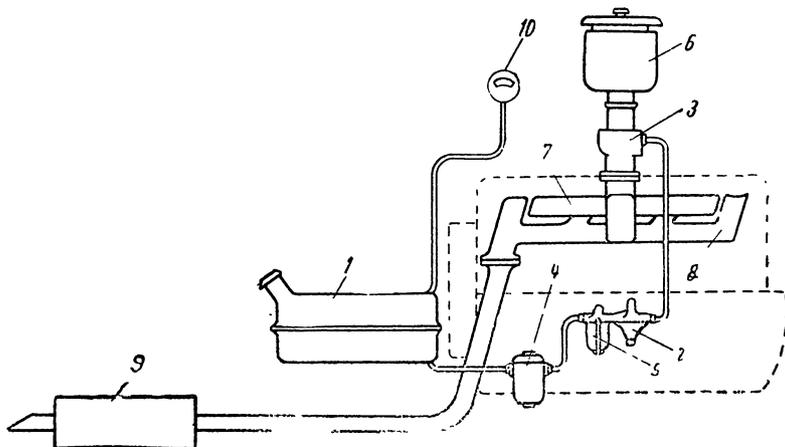


Фиг. 169. Схема смазки двигателя Пежо.

## СИСТЕМА ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рабочий процесс карбюраторного двигателя внутреннего сгорания заключается в том, что смесь топлива и воздуха, засосанная в цилиндры, сгорает и выделяемое при этом тепло превращается в механическую работу. Смесь топлива и воздуха, на которой работает двигатель, называется горючей смесью. Для её приготовления служит специальный прибор — карбюратор, а процесс её приготовления называется карбюрацией. Горючая смесь, поступившая в цилиндры, в смеси с остаточными газами, называется рабочей смесью.

Типовая схема питания двигателя горючей смесью представлена на фиг. 170. Из бензобака 1 топливо подаётся бензонасосом 2 в карбюратор 3, проходя предварительно фильтр 4 и отстойник 5, очищающие топ-



Фиг. 170. Типовая схема питания двигателя горючей смесью:

1 — бензобак; 2 — бензонасос; 3 — карбюратор; 4 — фильтр; 5 — отстойник; 6 — воздухоочиститель и глушитель шума всасывания; 7 — всасывающий трубопровод; 8 — выхлопной трубопровод; 9 — глушитель шума выхлопа; 10 — бензоуказатель.

ливо от механических примесей. Воздух подводится к карбюратору 3 через воздухоочиститель 6, который часто объединяется с глушителем шума всасывания. В карбюраторе 3 топливо распыливается, в значительной мере испаряется, перемешивается с воздухом и поступает в виде горючей смеси через всасывающий трубопровод 7 в цилиндры двигателя. После сгорания смеси отработавшие газы выталкиваются через выхлопной трубопровод 8 и глушитель шума выхлопа 9 в атмосферу. Для проверки количества топлива в бензобаке служит бензоуказатель 10.

Таким образом, в систему питания типового карбюраторного автомобильного двигателя входят механизмы и приборы, связанные с:

- 1) подачей топлива — бензобак, фильтр, отстойник, насос, бензоуказатель;
- 2) подачей воздуха — воздухоочиститель с глушителем шума всасывания;

- 3) приготовлением горючей смеси — карбюратор;
- 4) подачей горючей смеси и выпуском отработавших газов — всасывающий трубопровод, выхлопной трубопровод, глушитель шума выхлопа.

## Глава I

### ТОПЛИВО КАРБЮРАТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ<sup>1</sup>

#### § 1. НЕФТЬ И ПРОДУКТЫ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ

Основным видом топлива для автомобильных карбюраторных двигателей служит бензин, получающийся в результате переработки нефти.

Сырая нефть состоит в основном из сложных органических соединений углерода и водорода — углеводородов. Углеводороды различны по своим химическим и физическим свойствам и обладают, в частности, разными температурами кипения. Поэтому, если нефть подвергнуть нагреву, то из неё начнут выделяться пары углеводородов: сначала более лёгкие составные части (фракции, погоны) с меньшими температурами кипения, а затем — с повышением температуры — и более тяжёлые. При охлаждении пары углеводородов, конденсируясь, дадут жидкие погоны нефти. Такой процесс разделения нефти на отдельные фракции, кипящие при различных температурах, называется фракционной перегонкой (разгонкой). Каждая фракция представляет собой не одно химическое соединение, а смесь углеводородов, выкипающих в определённом интервале температур.

Основные продукты, получаемые при перегонке нефти, делятся на ряд последовательно выкипающих фракций: бензино-лигроиновую, керосиновую, газойло-соляровую<sup>2</sup>.

Автомобильные бензины близки по составу к бензино-лигроиновой фракции, из которой в свою очередь могут быть получены более узкие фракции, называемые — в порядке нарастания интервала температур кипения — пусковым бензином, авиабензином, лигроином.

Лигроины (тяжёлые бензины) и керосины служат топливом для двигателей, главным образом тракторных, и идут, кроме того, в дальнейшую переработку на нефтепродукты более высокого качества.

Соляровая фракция состоит из газойля и солярового масла, применяющихся в качестве дизельного топлива, а иногда исходного продукта для получения бензинов.

Остаток от перегонки нефти называется мазутом и идёт преимущественно для получения масел — турбинных, автолов и т. д., а также для переработки на бензин.

Методы переработки нефти сложны и многообразны. Их можно разбить на два основных вида: а) прямую перегонку и б) крекинг-процессы.

Первый метод заключается в фракционной перегонке с последующей очисткой получающихся фракций от примесей, прежде всего от сернистых соединений, понижающих качество целевых продуктов перегонки. Основная особенность прямой перегонки заключается в том, что она протекает без изменения химической природы углеводородов топлива. В результате прямой перегонки получают авиабензин прямой гонки (марки Б-70, Б-74, Б-78 и др.), автобензин, лигроин, керосин тракторный.

<sup>1</sup> Коллектив авторов приносит благодарность доценту Г. В. Виноградову и инженеру В. П. Павлову за ценные замечания, сделанные ими при просмотре настоящей главы.

<sup>2</sup> Интервалы температур кипения основных сортов топлив карбюраторных двигателей приведены ниже, в табл. 13.

Главный недостаток прямой перегонки — сравнительно малый выход бензина, редко превышающий 15—20% от количества перерабатываемой нефти. Поэтому за последние два десятилетия получила широкое распространение переработка нефти посредством крекинг-процессов.

Крекинг в переводе на русский язык означает расщепление, раздробление. Крекинг-процессом называется процесс переработки нефтепродуктов, сопровождающийся расщеплением молекул углеводородов и изменением их химической природы. Разложение углеводородов происходит под воздействием высоких температур и давлений в течение определённого времени, иногда в присутствии катализаторов, обеспечивающих желаемое направление процессов.

Сырьём для крекинга служат высококипящие продукты перегонки нефти: керосин, газойль, соляр, мазут.

Основное значение крекинг-процессов заключается в увеличении выхода бензина (до 50—60% исходного количества нефти) и зачастую в улучшении его качества, так как, видоизменяя крекинг-процесс, можно добиться, чтобы химические преобразования углеводородов происходили в желаемом направлении. В настоящее время в СССР и США свыше половины количества бензинов получается посредством крекинга.

Для отечественных автомобильных двигателей со степенью сжатия 4,5—5,0 применяется автомобильный крекинг-бензин, а для двигателей с повышенной степенью сжатия (5,5—6,5) — этилированный автобензин или крекинг-бензин более высокого качества КБ-70.

Отрицательным свойством крекинг-бензинов является их значительная склонность к окислению (осмолению) при длительном хранении. Поэтому крекинг-бензины стабилизируются ингибитором — антиокислителем.

Небольшая, сравнительно, часть жидкого топлива для карбюраторных двигателей добывается не из нефтепродуктов. Так, моторный бензол и толуол извлекаются из газов, выделяющихся при получении металлургического кокса. Сырьём для жидких топлив служат также газы и смолы, получающиеся при сухой перегонке низкосортных углей (бурого угля, сапропелитов, сланцев и т. д.). В качестве жидкого топлива используется также этиловый или винный спирт, получаемый из древесины или сельскохозяйственных продуктов (хлебных злаков, картофеля).

## § 2. ДЕТОНАЦИЯ И ДЕТОНАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ТОПЛИВА

Одним из основных путей повышения мощности и экономичности двигателя является повышение степени сжатия.

В последние годы наблюдается стремление повышать мощность двигателя путём увеличения не размеров цилиндров и их числа, а главным образом степени сжатия двигателя.

Повышение степени сжатия приводит к увеличению скорости сгорания смеси в цилиндре, благодаря чему температура в конце расширения снижается. Поэтому уменьшаются потери тепла с выхлопными газами и соответственно увеличивается доля тепла, превращаемого в полезную работу (увеличивается к. п. д.). На фиг. 171 изображена кривая, показывающая, как увеличивается экономичность двигателя с ростом степени сжатия.

Данные по американским автомобильным двигателям показывают, что за 14 лет (1927—1941 гг.) средняя степень сжатия возросла с 4,55 до 6,66.

Одной из причин, ограничивающих увеличение степени сжатия, является склонность топлива к детонации (сгорание со взрывной скоростью).

Если нормальное сгорание рабочей смеси протекает плавно, с умеренными скоростями распространения фронта пламени (20—30 м/сек), то при детонации сгорание смеси принимает ненормальный взрывной характер и скорость распространения фронта пламени возрастает до 2000—3000 м/сек.

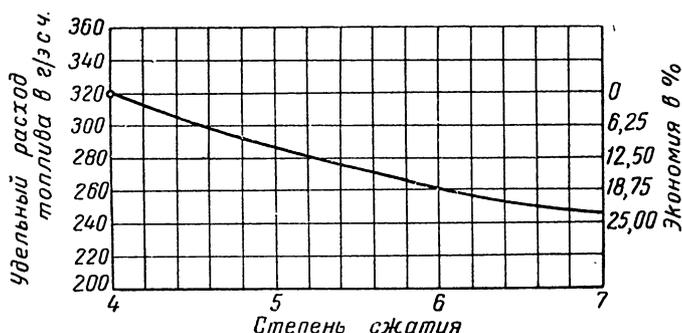
Детонационное сгорание рабочей смеси в двигателе сопровождается:

1) частыми неритмичными стуками, иногда переходящими в звон;  
2) перегревом головки, стенок цилиндров, клапанов, электродов свечей;

3) повышенным удельным расходом топлива и появлением густого чёрного дыма, выходящего из глушителя<sup>1</sup>;

4) падением мощности двигателя.

Появляющееся при детонации резкое нарастание местных давлений в цилиндре, в некоторых случаях вдвое превышающих максимальное



Фиг. 171. Теоретическая кривая зависимости удельного расхода топлива от степени сжатия.

давление в цилиндре при нормальном сгорании топлива, ведёт к появлению характерных стуков, ускоренному износу деталей кривошипного механизма и создаёт прямую угрозу механической прочности двигателя.

Следует отличать детонацию от явления самовоспламенения рабочей смеси, которое заключается в том, что после перегрева отдельных деталей двигателя или частиц нагара в камере сгорания сжатая смесь самопроизвольно загорается. Работа двигателя с самовоспламенением смеси сопровождается падением мощности, стуками, перегревом головки и стенок цилиндра, т. е. признаками детонационного горения, но отличается от детонации тем, что скорость сгорания смеси остаётся нормальной. В этом случае при выключенном зажигании двигатель будет некоторое время продолжать работать, так как очагом, поджигающим смесь, явится не искра свечи, а перегретые детали двигателя.

Природа детонационного горения окончательно не выявлена. Наибольшее распространение имеет теория пероксидов, согласно которой причиной детонации являются промежуточные продукты окисления, нестойкие пероксиды. Если смесь сгорает до того, как успеет образоваться определённое количество пероксидов, то горение протекает нормально. Если же во время горения смеси концентрация пероксидов превысит определённый предел, горение всей смеси или той её части, которая сгорает в последнюю очередь, примет детонационный характер. Скорость образования пероксидов зависит от ряда факторов. Основные из них:

<sup>1</sup> Сам по себе этот признак может и не характеризовать детонации, так как возможен и по другим причинам, например при пропусках в зажигании.

состав топлива, температура и давление смеси, время на образование пероксидов.

При проектировании каждого двигателя принимается ряд мер по предупреждению детонации. Они сводятся к тому, чтобы уменьшить время на образование пероксидов, снизить температуру рабочей смеси.

Средствами для уменьшения или уничтожения детонации являются: 1) уменьшение нагрузки двигателя (прикрытие дросселя; переход на пониженную передачу) при неизменном числе оборотов; 2) увеличение числа оборотов при неизменной нагрузке; 3) обогащение рабочей смеси; 4) уменьшение угла опережения зажигания; 5) выбор надлежащего сорта топлива или повышение его детонационной стойкости. Наиболее целесообразно последнее мероприятие, так как все остальные вызывают значительное увеличение расхода топлива.

Антидетонационные качества топлива оцениваются сравнением его с некоторым эталонным топливом, равноценным данному по антидетонационным качествам. По выбранным эталонам составляется определённая шкала, характеризующая детонационную стойкость разных сортов топлива. В настоящее время для характеристики детонационной стойкости топлива всюду принята октановая шкала и октановое число (о. ч.).

Эталонное топливо составляется из двух углеводородов: химически чистого изооктана и нормального гептана. Изооктан обладает высокими антидетонационными качествами и его о. ч. принимается равным 100; нормальный гептан, наоборот, детонирует легко, и его о. ч. принимают равным нулю. Октановое число численно равно процентному содержанию изооктана в эталонной смеси изооктана и гептана, равноценной по детонационной стойкости данному топливу при испытании в некоторых стандартных условиях. Если, например, эталонная смесь, равноценная данному топливу, содержит 70% изооктана и 30% гептана, то о. ч. топлива равно 70.

Октановое число определяется в условиях, близких к реальным, на специальном одноцилиндровом двигателе с переменной степенью сжатия и является главным критерием пригодности данного сорта топлива для питания данного двигателя.

О. ч. бензина зависит от природы нефти, из которой он получен. Для отечественных автомобильных двигателей со степенью сжатия 4,5—5,0 применяются бензины с о. ч. 59—65. В США для двигателей с повышенной степенью сжатия основной тип автобензина (Standart) в 1940—1941 гг. имел о. ч. 74, а более качественный (Premium)—82—84. Для тракторных двигателей применяется топливо с о. ч. 35—54.

О. ч. топлива может быть повышено прибавкой специальных металло-органических соединений — антидетонаторов. Наибольшее распространение получил тетраэтилсвинец (ТЭС). ТЭС прибавляется к топливу в виде этиловой жидкости, содержащей, кроме него, галоидные соединения — дибромэтан, дихлорэтан, монохлорнафталин и др. Добавка к бензину ТЭС в чистом виде вредна для двигателя, так как в результате на поршнях, головках цилиндров, клапанах, свечах откладывается плотный слой окислов свинца. Поэтому в состав этиловой жидкости вводятся галоидные соединения, способствующие превращению свинца в летучие соли, которые уносятся выхлопными газами. Бензины с примесью этиловой жидкости называются этилированными или свинцовыми бензинами.

Этиловая жидкость — очень сильный антидетонатор и прибавляется к бензину в количестве всего 0,5—4,0 см<sup>3</sup> на 1 л топлива.

Этиловая жидкость очень ядовита, и работа с ней требует специальных предосторожностей. Этилированные бензины менее ядовитые, но их

попадание на кожу оказывает вредное действие. Этилированные бензины при наличии в них воды вызывают коррозию деталей двигателя. Чтобы этилированные бензины можно было отличить от обычных, этиловую жидкость подкрашивают.

В Советском Союзе во время Отечественной войны этиловую жидкость начали широко применять в автотранспорте. В США ТЭС добавляется в 75% производимого количества бензинов.

### § 3. КАЧЕСТВО И СОРТА ТОПЛИВА

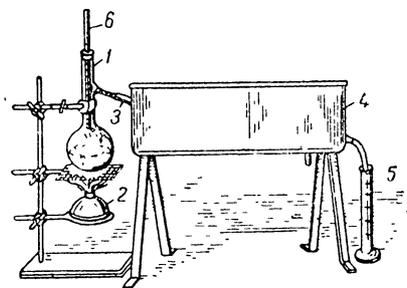
Октановое число и характеристика по испаряемости являются основными критериями при оценке пригодности данного сорта топлива для двигателя. Кроме того, существует значительное количество различных физико-химических показателей, дающих представление о разных свойствах топлива.

В практике обычно требуется проверить годность известного сорта топлива, например, после длительного хранения, или соответствие неизвестного сорта топлива требуемым параметрам. В этом случае ограничиваются упрощённой оценкой качества топлива, заключающейся в определении: 1) антидетонационных качеств, 2) испаряемости (разгонка по ASTM<sup>1</sup>), 3) удельного веса; 4) содержания смол в бензине; 5) отсутствия минеральных кислот и щелочей; 6) отсутствия воды и механических примесей.

Для приблизительной оценки соответствия детонационной стойкости топлива данному двигателю последний заставляют работать в наиболее невыгодных в отношении детонации условиях, например при движении гружёного автомобиля на подъём, когда дроссель открыт полностью, а обороты двигателя малы. Наступление детонации определяется на-слух. При этом топливу должно быть таким, чтобы можно было пользоваться установкой зажигания, рекомендованной заводской инструкцией.

Удельный вес топлива необходимо знать в тех случаях, когда требуется: а) определить вес топлива при известном его объёме, например если бензин отпускается со склада в килограммах, а норма его расхода дана в литрах, и наоборот; б) оценить возможное влияние изменения удельного веса топлива на регулировку карбюратора. Если отклонение удельного веса от технических требований не превышает 0,005, то практического значения это не имеет. Отклонение сверх 0,005 также допустимо, если остальные показатели удовлетворяют техническим условиям. Отклонения удельного веса в пределах 0,040 на регулировку карбюратора обычно не влияют. Кроме того, по удельному весу часто удаётся различать сорта топлива — бензин, лигроин, керосин.

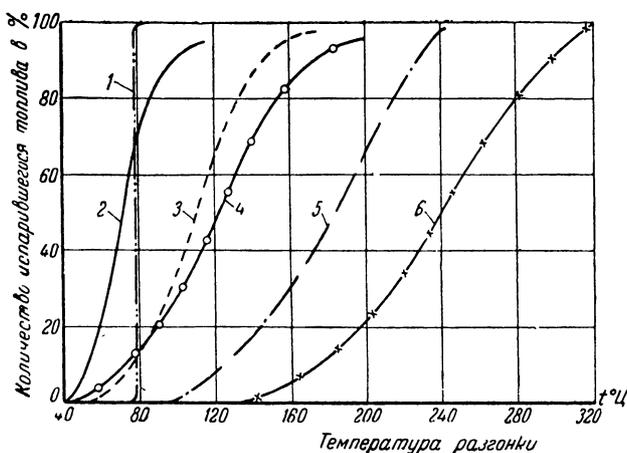
Разгонка топлива по ASTM характеризует сорт топлива и его испаряемость. Разгонка производится в специальной установке, показанной схематически на фиг. 172. В колбу 1 заливают 100 см<sup>3</sup> испытуемого топлива и подогревают его пламенем горелки 2. Пары топлива по-



Фиг. 172. Прибор ASTM для оценки испаряемости бензина.

<sup>1</sup> American Society of Testing Materials — Американское общество по испытанию материалов. Метод разгонки по ASTM близок к известному у нас методу Энглера.

ступают в трубку 3, проходящую через ванну холодильника 4, в которой поддерживается температура 4—5°. Проходя через трубку 3, пары топлива конденсируются и капли его стекают в мензурку 5. За температурой паров следят по термометру 6. Полученные результаты изображаются в виде кривых разгонки, показывающих зависимость количества выкипавшего топлива (в %) от температуры. Кривые разгонки некоторых топлив приведены на фиг. 173. На кривой разгонки выделяются граничные точки — начала кипения НК и конца кипения КК. НК соответствует температуре, при которой в мензурку падает первая капля топлива, КК — температуре, при которой разгоняемое топливо выкипает на 97,5 %.



Фиг. 173. Кривые разгонки некоторых топлив:  
1 — этиловый спирт; 2 — пусковой бензин; 3 — КБ-70; 4 — автомобильный бензин зимний; 5 — лигроин; 6 — керосин тракторный.

Промежуточные точки кривой разгонки указываются в технических условиях на топливо по одной из следующих систем обозначений:

- а) по температурным точкам, соответствующим перегонке определённого количества топлива (обычно 10, 50, 90 %),
- б) по количеству топлива, перегнанному до определённой температуры (например до 100, 150, 200°).

Разгонка по ASTM позволяет контролировать, удовлетворяет ли топливо по фракционному составу предъявляемым к нему требованиям.

Повышение с течением времени температур НК и 10%-го испарения обычно свидетельствует о потере лёгких фракций вследствие испарения. Высокая температура КК вызывает повышенный износ двигателя и разжижение его смазки, так как часть тяжёлых фракций не сгорает в цилиндрах и оседает на его стенках.

Содержание смол особенно тщательно проверяется в крекинг-бензинах при длительном их хранении. Смолы, откладываясь во всасывающей системе двигателя и в цилиндрах, нарушают нормальную работу двигателя, способствуя пригоранию поршневых колец, усиленному нагарообразованию и падению мощности. Кроме того, смолистые отложения, сужая сечение жиклеров и всасывающих труб, постепенно нарушают регулировку карбюратора.

Содержание смол в бензине приблизительно можно определять: а) по изменению цвета топлива — оно сначала желтеет, а потом розовеет (однако встречаются бесцветные осмолённые бензины); б) по диаметру смоляного кольца, получающегося при сгорании 1 см<sup>3</sup> испытуемого бензина на часовом стекле: чем больше диаметр смоляного кольца, тем

больше смол содержится в данной партии бензина; для автомобильного крекинг-бензина допустимый диаметр смоляного кольца не превышает 7—10 мм.

Более точно содержание смол определяется лабораторным путём.

Отсутствие кислот или щёлочей — обязательное условие для автомобильных сортов бензина. Наличие кислот и щёлочи в бензине ведёт к коррозии деталей двигателя. Отсутствие их в бензине проверяется при помощи лакмусовой бумаги.

Механические примеси в топливе — соринки, песчинки и пр. — увеличивают износ двигателя и вызывают перебои в работе системы питания.

Наличие воды в топливе затрудняет запуск двигателя, а зимой приводит к образованию ледяных пробок в системе подачи топлива.

Отсутствие механических примесей и воды в топливе является обязательным. Проверка делается на-глаз. Проба топлива наливаеся в стеклянную посуду. Бензин должен быть прозрачным и не содержать взвешенных и осевших на дно механических примесей и воды.

Данные о разных сортах топлива \* приведены в табл. 13.

Таблица 13

Основные показатели по некоторым сортам топлива

Наименование	Авиабензин американский Б-100 <sup>1</sup>	КБ-70	Автобензин	Лигроин	Керосин
Октановое число не меньше . . . . .	97 — 100 <sup>2</sup>	70	60 — 65 <sup>3</sup>	51	37
Удельный вес . . . . .	0,698	(0,730 — 0,750) <sup>3</sup>	(0,640 — 0,770) <sup>3</sup>	(0,800 — 0,810) <sup>3</sup>	(0,830 — 0,840) <sup>3</sup>
Разгонка:					
НК при t° не ниже . . . . .	40	35	(40 — 60) <sup>3</sup>	(90 — 100) <sup>3</sup>	(140 — 150) <sup>3</sup>
10% выкипает при t° не выше . . . . .	61	88	При 100° не менее 15%	При 150° не менее 12%	200
90% выкипает при t° не выше . . . . .	118	150	230	230	300
КК при t° не выше . . . . .	170	При 175° не менее 97%	При 235° не менее 94%	При 240° не менее 98%	При 315° не менее 98%
Смоли в мг на 100 мл . . . . .		6 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	—	—
Водорастворимые кислоты и щёлочи . . . . .		О т с у т с т в у ю т			
Механические примеси и вода . . . . .		О т с у т с т в у ю т			

Примечания:

<sup>1</sup> По анализу.

<sup>2</sup> С этиловой жидкостью 2 см<sup>3</sup>/кг.

<sup>3</sup> Данные ориентировочные, браковочным признаком не служат.

<sup>4</sup> Предельно допустимо 15 мг/100 мл в момент применения.

<sup>5</sup> Предельно допустимо 25 мг/100 мл в момент применения.

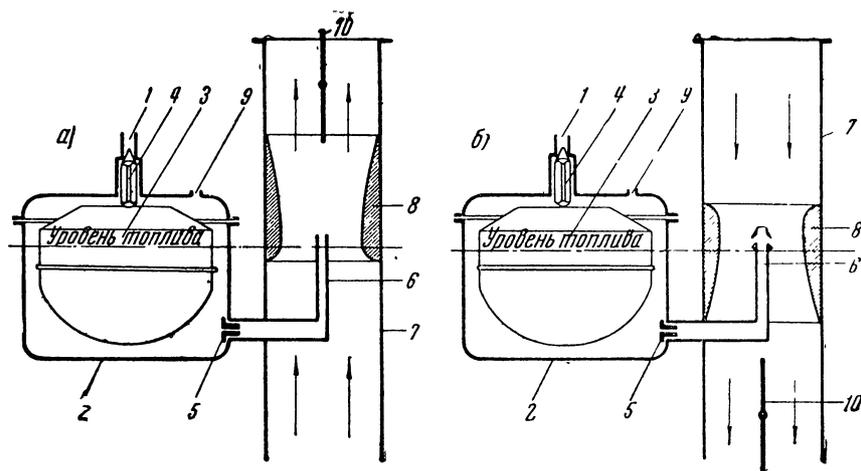
\* Автомобильные бензины иногда разделяют на летний и зимний сорта. Зимний автобензин обычно более лёгкий, обеспечивает более быстрый запуск при низких температурах и имеет низкую температуру конца кипения.

## ПРОЦЕССЫ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ

## § 1. ПРИНЦИП РАБОТЫ РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО КАРБЮРАТОРА

Современные карбюраторы по принципу работы относятся к распылительным или пульверизационным.

Простейший распылительный карбюратор (фиг. 174) состоит из четырёх основных элементов: поплавковой камеры с поплавком, жиклера с распылителем, диффузора и дроссельной заслонки. В таком карбюраторе топливо по трубке 1 поступает из бака в поплавковую камеру. В корпусе 2 поплавковой камеры в топливе плавает пустотелый латунный поплавок 3, на который опирается запорная игла 4. Когда уровень топлива в поплавковой



Фиг. 174. Схема простейшего карбюратора:  
а — с восходящим потоком; б — с падающим потоком.

камере достигает заданной высоты, поплавок всплывает настолько, что заставляет запорную иглу 4 плотно сесть в своё седло и тем самым прекратить поступление топлива в поплавковую камеру. По мере расходования топлива двигателем уровень топлива в поплавковой камере понизится, поплавок опустится и запорная игла снова откроет доступ топливу в поплавковую камеру, до тех пор пока поплавок снова не поднимет запорную иглу. Таким образом, во время работы двигателя уровень топлива в поплавковой камере хотя и колеблется, но настолько незначительно, что может быть принят постоянным. Постоянство уровня топлива в поплавковой камере необходимо, чтобы обеспечить равномерную заданную работу карбюратора.

Из поплавковой камеры топливо поступает через жиклер 5 в распылитель или форсунку 6. Жиклером называется калиброванное отверстие, которое выполняется либо в отдельной пробке, ввёрнутой в канал, либо в специальной трубке, либо непосредственно в стенке корпуса карбюратора. Количество топлива, вытекающего из распылителя 6, зависит от размеров и формы жиклера 5. Жиклер 5 дозирует подачу топлива, поэтому называется топливным. Существуют и другие жиклеры, например воздушные, дозирующие количество воздуха, эмульсионные, дозирующие количество смеси воздуха с бензином.

При неработающем двигателе в распылителе 6 устанавливается такой же уровень топлива, как и в поплавковой камере. Верхний срез распылителя располагается на 2—5 мм выше уровня топлива для того, чтобы не было подтекания последнего через распылитель при неработающем двигателе.

Когда поршень движется вниз при такте всасывания, объём цилиндра над поршнем увеличивается, а давление в цилиндре соответственно снижается. Под влиянием разности давлений воздуха в цилиндре и снаружи двигателя наружный воздух засасывается в цилиндр через карбюратор и всасывающий трубопровод. Воздух проходит через воздушный патрубок 7 карбюратора, в котором находится диффузор 8. В самой узкой части диффузора — его горловине — помещается конец распылителя. В сужающейся части диффузора скорость потока воздуха увеличивается; на это расходуется часть наружного давления воздуха и поэтому в горловине диффузора, где скорость потока наибольшая, падение давления будет также наибольшим.

Благодаря воздушному отверстию 9 в поплавковой камере поддерживается атмосферное давление, а в горловине диффузора, у распылителя — давление меньше атмосферного; в результате под влиянием разности давлений или разрежения происходит истечение топлива из распылителя. Топливо, вытекающее из распылителя, раздробляется струями воздуха, распыливается, частично испаряется и, перемешиваясь с воздухом, образует горючую смесь.

Размеры каждого карбюратора и его деталей стремятся подбирать так, чтобы обеспечить нужную дозировку горючей смеси, т. е. получить вполне определённое весовое соотношение топлива и воздуха, которое при каждом данном режиме обуславливает наивыгоднейшую работу двигателя.

Количество горючей смеси, поступающей в цилиндры двигателя, а следовательно, и мощность двигателя регулируются дроссельной заслонкой или дросселем 10. Если дроссель прикрыть, то количество горючей смеси и мощность двигателя уменьшатся. Участок патрубка карбюратора от горловины диффузора до оси дросселя называется смесительной камерой.

Горючая смесь, образуемая в смесительной камере, неоднородна по составу; кроме смеси паров топлива и воздуха, в ней содержатся частицы жидкого неиспарившегося топлива. По пути из карбюратора в цилиндры часть капель топлива оседает на стенках всасывающего трубопровода, образуя топливную плёнку, которая медленно движется к впускным клапанам, увлекаемая потоком воздуха. Для испарения и этой части топлива в современных двигателях подогревают всасывающий трубопровод выхлопными газами или горячей водой.

Карбюраторы, в которых поток смеси движется снизу вверх (фиг. 174, а), называются карбюраторами с восходящим потоком.

На фиг. 174, б показана схема карбюратора, в котором поток смеси имеет обратное направление — сверху вниз. Такой карбюратор носит название карбюратора с обратным или падающим потоком (опрокинутый карбюратор).

Несколько лет назад преимущественно применялись карбюраторы с восходящим потоком; в настоящее время самое широкое распространение получили карбюраторы с падающим потоком. Принципы образования горючей смеси и работы главных устройств одинаковы для карбюраторов обоих типов.

При рассмотрении работы простейшего карбюратора находим, что процесс образования горючей смеси складывается из следующих элементов:

- а) движения воздуха через карбюратор,
- б) истечения топлива из жиклера,
- в) распыливания и испарения топлива,
- г) дозировки горючей смеси, т. е. получения смеси определённого состава,

## § 2. ДВИЖЕНИЕ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ КАРБЮРАТОР И ИСТЕЧЕНИЕ ТОПЛИВА ИЗ ЖИКЛЕРА

### Движение воздуха через карбюратор

Движение воздушного потока по трубе переменного сечения, какой являются патрубок карбюратора и всасывающий трубопровод двигателя, сопровождается изменениями скорости и давления воздушного потока; при этом увеличению скорости воздушного потока сопутствует увеличение разрежения (падение давления). Скорость потока при прочих равных условиях зависит от площади проходного сечения трубы. Если принять, что через любое сечение трубы в единицу времени проходит одинаковое количество воздуха, то это значит, что увеличение сечения трубы вызовет пропорциональное падение скорости потока. Падение же скорости потока будет сопровождаться уменьшением разрежения (увеличением давления).

Эти положения справедливы, если считать воздух идеальным газом, т. е. таким, который движется по трубе, не испытывая ни сопротивления, ни трения. В действительности воздух является реальным газом, при движении которого по трубе имеет место трение его частиц друг о друга и о стенки трубы. Кроме того, воздушный поток должен преодолевать так называемые местные сопротивления — сопротивления при входе в более узкий канал, при местных сужениях канала, при поворотах, при прохождении мимо заслонки и т. д. Во всех этих случаях происходит заметное увеличение разрежения (падение давления). Наличие этих сопротивлений приводит к тому, что увеличение скорости потока при прохождении через суженное сечение трубы происходит не пропорционально уменьшению её площади, а в меньшей мере. Уменьшение скорости воздушного потока оценивается коэффициентом истечения. Чем больше сопротивление в трубе, тем меньше коэффициент истечения, чем меньше скорость воздуха в ней, тем, следовательно, меньшее его количество пройдёт через трубу в единицу времени.

Итак, разрежение в воздушном патрубке карбюратора и его диффузоре зависит от двух величин — скорости воздушного потока и сопротивления воздушной трубы.

На фиг. 175 представлена схема воздушной трубы карбюратора и диаграммы, показывающие, как меняется разрежение по длине воздушной трубы при открытом (фиг. 175, а) и закрытом (фиг. 175, б) дросселе. Кривая 1 характеризует разрежение, меняющееся вследствие изменения скорости движения воздуха. Наибольшее разрежение соответственно получается в самом узком сечении — в горловине диффузора. Кривая 2 показывает, как меняется разрежение, обусловленное сопротивлениями. Даже на участке трубы постоянного сечения это разрежение растёт, так как с увеличением расстояния между сечениями сопротивление увеличивается. Таким образом, разрежение в произвольном сечении складывается из разрежения, обусловленного скоростью потока, и разрежения, обусловленного сопротивлением. Кривая 3 показывает, как изменяется суммарное разрежение в воздушной трубе карбюратора. Если дроссель закрыт, то проходное сечение для воздуха уменьшается, а сопротивление на его пути значительно увеличивается. Воздух через воздушную трубу проходит в меньшем количестве, скорость его ста-

новится ниже и разрежение, вызываемое его движением, будет меньше, чем в предыдущем случае (кривая 1'). Наоборот, изменение разрежения, вызванное сопротивлением (кривая 2'), возрастёт в сечении, соответствующем наибольшему сопротивлению (прикрытый дроссель) и справа от него. Кривая 3' показывает изменение суммарного разрежения по длине трубы. Таким образом, если дроссель прикрывать, разрежение в диффузоре падает, разрежение за дросселем растёт.

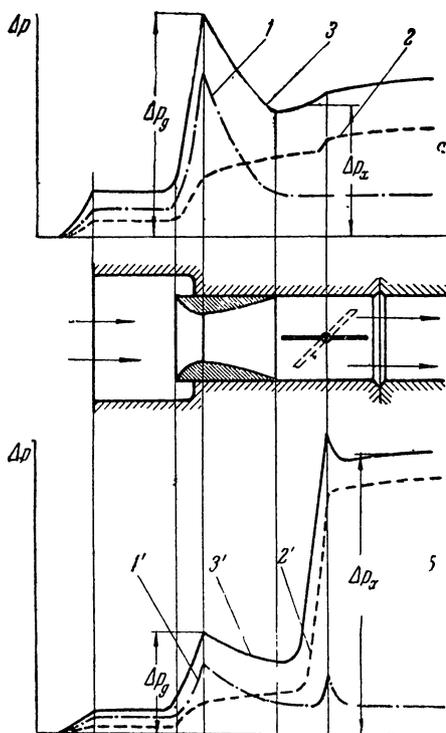
По мере прикрытия дросселя уменьшается проходное сечение для воздушного потока. В случае идеального газа скорость потока в суженном сечении увеличилась бы, но количество газа, проходящее через дроссель в единицу времени, осталось бы неизменным. Однако в действительности закрытие дросселя не только уменьшает площадь проходного сечения для воздушного потока, но одновременно увеличивает и сопротивление на его пути. При увеличении сопротивления уменьшается коэффициент истечения, сокращается количество воздуха, проходящего через карбюратор, увеличивается разрежение за дросселем.

Чтобы улучшить и ускорить распыливание и испарение топлива, в воздушной трубе устанавливается диффузор, увеличивающий скорость воздуха, протекающего вокруг распылителя. Форма диффузора должна быть такой, чтобы он оказывал минимальное сопротивление воздушному потоку. В противном случае количество воздуха, засасываемого в цилиндр двигателя (по весу), окажется недостаточным, и двигатель не будет развивать полной мощности. Опыты показывают, что наибольшие скорости воздуха и разрежение получают не в самой горловине диффузора, а несколько дальше от неё. Поэтому и выходные отверстия распылителя располагают не в самой горловине, а несколько дальше от неё в сторону всасывающего трубопровода.

Во многих современных карбюраторах вместо одинарного диффузора ставят двойной или тройной с той же целью: при возможно малом сопротивлении воздушному потоку получить высокую его скорость, необходимую для распыливания топлива.

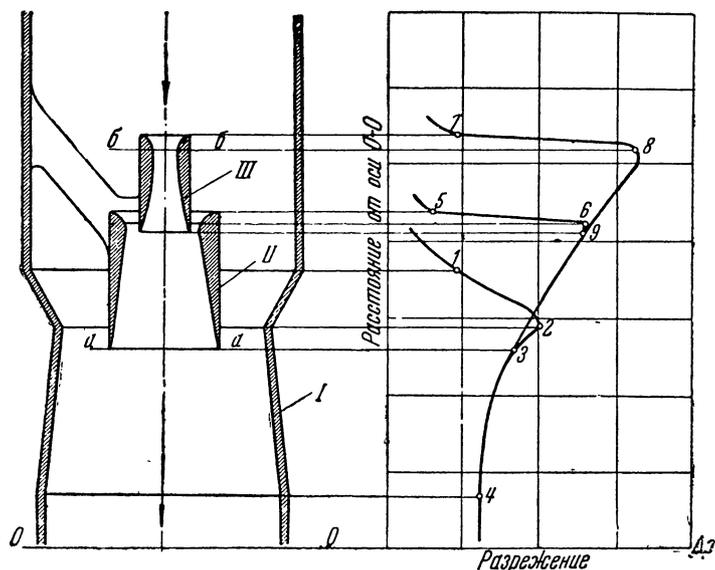
Схема тройного диффузора показана на фиг. 176. В главном диффузоре I, являющемся одновременно частью корпуса карбюратора, помещается средний диффузор II, в который вставлен малый диффузор III.

Справа на фиг. 176 дана диаграмма, показывающая, как изменится разрежение в диффузорах. По горизонтальной оси отложены величины разрежений, а по вертикальной — расстояние от некоторого начального сечения 0—0. Когда поток воздуха входит в диффузор, разрежение сначала быстро нарастает (кривая 1—2), а затем падает, когда поток воздуха проходит через расширяющуюся часть диффузора



Фиг. 175. Изменение разрежения в воздушной трубе карбюратора: а — при открытом дросселе; б — при прикрытом дросселе.

(кривая 2—4). В сечении  $a-a$  помещается нижний край среднего диффузора. Часть воздушного потока проходит через средний диффузор, и скорость потока и разрежение в нём дополнительно увеличиваются (кривая 5—6—3). Наконец, часть воздушного потока, просасываемая через средний диффузор, проходит через малый диффузор и разрежение здесь снова возрастает (кривая 7—8—9). В малый диффузор вставляется распылитель, край которого располагается у сечения  $b-b$ . Таким образом топливо, вытекающее из распылителя, будет подхватываться потоком воздуха, движущегося с большой скоростью через малый диффузор III. Далее эта смесь вторично (в диффузоре II) и в третий раз (в диффузоре I) перемешивается с воздухом. При этом достигаются хорошее распыливание и перемешивание топлива с воздухом.



Фиг. 176. Схема тройного диффузора и изменения разрежения в его сечениях.

Чтобы двоянные и строенные диффузоры оказывали меньшее сопротивление потоку воздуха, дополнительные диффузоры делают малого диаметра; через них проходит лишь небольшая часть общего потока воздуха; основной же поток движется в широком канале главного диффузора с малым сопротивлением.

### Истечение топлива из жиклера

При работе двигателя на различных режимах количество топлива, вытекающего из жиклеров карбюратора, также должно быть различным.

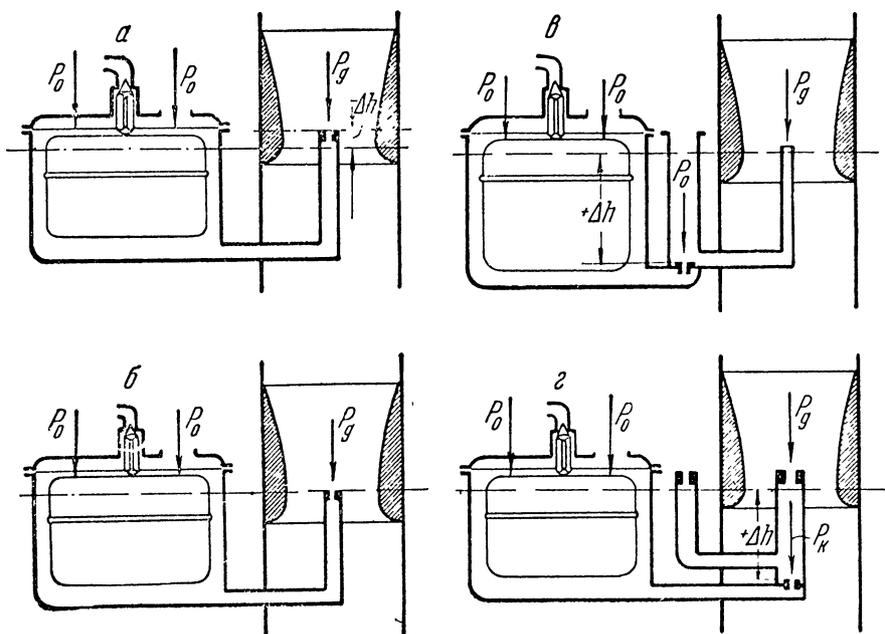
В современных карбюраторах изменение количества топлива, вытекающего из жиклера (распылителя), может быть достигнуто путём изменения: 1) сечения жиклера, 2) разрежения у распылителя (жиклера) и 3) разности уровней топлива в поплавковой камере и распылителе (колодце).

Различные схемы истечения топлива, соответствующие последним двум способам регулирования, показаны на фиг. 177. По схеме  $a$  давление в поплавковой камере атмосферное —  $p_0$ , а в диффузоре меньше атмосферного —  $p_g$ . Разрежение, заставляющее вытекать топливо:

$\Delta p^g = p_0 - p^g$ . Край распылителя находится выше уровня топлива на  $\Delta h$ , и нужна дополнительная величина разрежения, чтобы преодолеть разность уровней  $-\Delta h$ . Поэтому последняя на схеме *a* показана со знаком минус.

По схеме *б* истечение топлива зависит исключительно от разности давлений в поплавковой камере и диффузоре.

По схеме *в* топливо вытекает из жиклера в открытый колодец. Истечение топлива вызывается исключительно разностью уровней  $\Delta h$ . В данном случае разность уровней способствует вытеканию топлива и на схеме показана со знаком плюс. Разрежение в диффузоре не будет



Фиг. 177. Типовые схемы истечения топлива из жиклера.

влиять на количество вытекающего топлива, так как промежуточный колодец открыт и давление в нём атмосферное. При увеличении разрежения через колодец станет просасываться большее количество воздуха, но количество топлива, вытекающего из жиклера, останется прежним. Из распылителя в диффузор будет поступать эмульсия, т. е. смесь мелких капелек топлива с пузырьками воздуха.

По схеме *г* истечение топлива происходит под влиянием как разности давлений, так и разности уровней. Однако главное отличие этой схемы от предыдущей заключается в том, что колодец сообщается с атмосферой через калиброванное отверстие и поэтому давление в нём  $p_k$  меньше атмосферного  $p_0$ , но больше давления в диффузоре  $p_g$ . Следовательно, разрежение, вызывающее истечение топлива,  $\Delta p_k = p_0 - p_k$ . Так как к топливу, вытекающему из жиклера, подмешивается воздух, из распылителя в диффузор будет поступать эмульсия. Плотность эмульсии близка к плотности воздуха, поэтому разность уровней  $+\Delta h$  будет также способствовать истечению топлива из жиклера.

В современных карбюраторах истечение топлива из различных жиклеров соответствует, как правило, одной из схем (*a*, *в* или *г*) фиг. 177.

### § 3. РАСПЫЛИВАНИЕ И ИСПАРЕНИЕ ТОПЛИВА

Горючая смесь, подготовленная к сгоранию в цилиндре, должна удовлетворять следующим требованиям:

1) топливо в горючей смеси должно быть в мелко распылённом и парообразном состоянии;

2) горючая смесь должна быть однородной по своему составу как внутри одного цилиндра, так и во всех цилиндрах двигателя;

3) состав горючей смеси должен обеспечивать наивыгоднейшее (в отношении получения наибольшей мощности или экономичности) протекание рабочего процесса на всех режимах работы двигателя.

Время, отводимое на сгорание рабочей смеси в цилиндре, исчисляется тысячными долями секунды. Поэтому для полного сгорания, т. е. быстрого соединения молекул углеводородов топлива с кислородом воздуха, необходимо, чтобы горючая смесь представляла собой однородную смесь паров топлива и воздуха.

Если горючая смесь содержит капли жидкого топлива, то это может нарушить рабочий процесс двигателя. Смесь будет гореть медленнее, вызывая падение мощности и перегрев двигателя. Сгорание будет менее полным, что снизит экономичность двигателя, усилит образование нагара и смол и может вызвать разжижение масла в картере и перебои в зажигании из-за замыкания электродов свечей частицами нагара.

Если смесь внутри одного цилиндра неоднородна по составу, то для полного сгорания топлива в наиболее обогащённой его части приходится подавать большее количество воздуха, чем это в среднем необходимо для полного сгорания всей смеси в цилиндре. При большем, в среднем, избытке воздуха скорость сгорания смеси уменьшается, что сопровождается прежде всего падением мощности.

Если в отдельных цилиндрах двигателя пропорция топлива и воздуха в смеси будет различной, то двигатель в целом не сможет работать на наивыгоднейшем для данного режима составе смеси. Поэтому карбюратор и вся система подачи горючей смеси, в частности всасывающий трубопровод, делаются с таким расчётом, чтобы все цилиндры работали по возможности в одинаковых условиях.

Основная трудность в образовании горючей смеси заключается в том, что испарение топлива и перемешивание его с воздухом должно происходить в течение весьма короткого времени (0,02—0,05 сек.). Для ускорения испарения топлива при карбюрации используется ряд способов:

1. Увеличение поверхности испарения топлива путём раздробления капель топлива на более мелкие частицы.

2. Обдув поверхностей капель топлива, который происходит одновременно с их раздроблением.

3. Уменьшение давления среды, в которую вытекает топливо, что облегчает выделение молекул жидкости.

4. Подогрев топлива, повышающий активность его молекул и облегчающий их испарение.

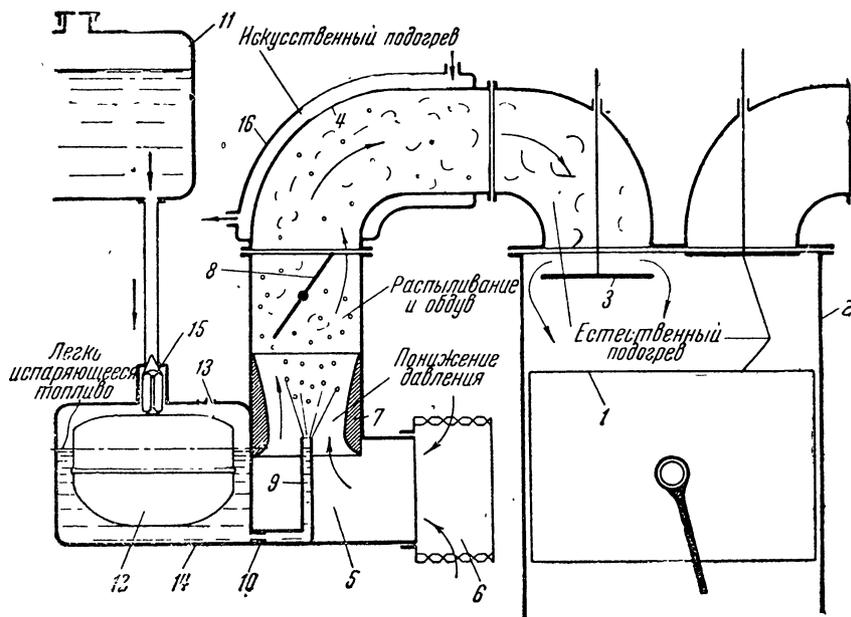
5. Применение легко испаряющегося топлива.

6. Подача из распылителя в смесительную камеру эмульсии, т. е. смеси топлива и пузырьков воздуха. В этом отношении схемы *в* и *г* (фиг. 177) обладают определённым преимуществом перед схемами *а* и *б*.

Основной способ ускорения испарения топлива и перемешивания его с воздухом заключается в том, что в диффузоре карбюратора создаётся большая скорость воздушного потока, что приводит к интенсивному распыливанию топлива и значительному увеличению поверхности испарения. Однако в современных быстроходных двигателях

топливо в горючей смеси не всегда успевает полностью испариться и к моменту сгорания содержится в смеси в виде паров и мелко распылённой туманообразной пыли.

На фиг. 178 дана схема простейшего карбюратора вместе со всасывающей системой двигателя. На схеме указаны основные области применения разных способов ускорения испарения топлива.



Фиг. 178. Схема всасывающей системы двигателя:

1 — поршень; 2 — цилиндр; 3 — впускной клапан; 4 — всасывающий трубопровод; 5 — воздушный патрубок карбюратора; 6 — воздухоочиститель; 7 — диффузор; 8 — дроссельная заслонка; 9 — распылитель; 10 — жиклер; 11 — бензобак; 12 — поплавок; 13 — отверстие, сообщающее поплавковую камеру с атмосферой; 14 — поплавковая камера; 15 — запорная игла; 16 — рубашка для подогрева всасывающего трубопровода (выхлопными газами, горячей водой или маслом).

#### § 4. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ НА РАБОТУ ДВИГАТЕЛЯ. ХАРАКТЕРИСТИКА ИДЕАЛЬНОГО КАРБЮРАТОРА

Если подсчитать весовое количество воздуха, содержащее количество кислорода, достаточное для полного сгорания 1 кг топлива, то получится, что на 1 кг бензина придётся 14,7—15,0 кг воздуха (в среднем 14,9 кг), на 1 кг спирта 8,9 кг воздуха, на 1 кг бензола 13,2 кг воздуха и т. д. В действительных условиях в двигателе количество воздуха, приходящегося на 1 кг топлива, может быть и больше и меньше теоретически необходимого. Принято оценивать данный состав горючей смеси сравнением его с такой смесью, в которой соотношение воздуха и топлива равно теоретически необходимому.

Отношение весового количества воздуха, приходящегося на 1 кг топлива в действительной смеси, к весовому количеству воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг топлива, называется коэффициентом избытка воздуха и обозначается буквой  $\alpha$ . Если, например, в смеси содержится 11,5 кг воздуха на 1 кг бензина, то коэффициент избытка воздуха будет равен  $\alpha = 11,5 : 14,9 = 0,8$ ; если дано  $\alpha = 1,2$ , то это значит, что в смеси на 1 кг бензина приходится  $14,9 \cdot 1,2 = 17,9$  кг воздуха.

В зависимости от состава горючую смесь называют:

нормальной — при  $\alpha = 1$

бедной — при  $\alpha > 1$

богатой — при  $\alpha < 1$

Как было указано, количество топлива, вытекающего из распылителя, зависит от разрежения в воздушной трубе карбюратора, которое в свою очередь зависит от нагрузки (положения дросселя) и числа оборотов. По мере открытия дросселя или увеличения числа оборотов увеличивается количество воздуха, просасываемого через карбюратор, растёт скорость потока в диффузоре и возрастает разрежение. Следовательно, влияние состава горючей смеси на работу двигателя надо рассматривать в зависимости от обеих величин, характеризующих режим работы двигателя, т. е. от нагрузки (положения дросселя) и числа оборотов, меняющегося у автомобильного двигателя в широких пределах.

Если при постоянном положении дросселя изменять проходное сечение жиклера, то состав смеси, приготовленной карбюратором, будет различным, обогащаясь по мере увеличения проходного сечения жиклера. Если при этом число оборотов двигателя поддерживать постоянным, то количество воздуха, просасываемого через карбюратор, остаётся неизменным, а коэффициент избытка воздуха меняется. Средние результаты наблюдений за работой одного двигателя при дросселе, открытом примерно на 60%, можно представить в виде табл. 14.

Таблица 14

Влияние состава горючей смеси на работу двигателя (по Джоджу)

Смесь	Отношение весовых частей воздуха и топлива	$\alpha$	Мощность двигателя	Удельный расход топлива	Примечание
Верхний предел горения смеси .	6	0,4	—	—	Смесь не горит, двигатель не работает
Переобогащённая .	6,5 — 12	0,43—0,8	Уменьшённая	Весьма значительно увеличенный	Стрельба в глушитель, тёмный выхлоп, копоть на свечах
Богатая . . . . .	12,5	0,83	Наибольшая	Увеличенный на 20—25%	—
Нормальная . . . . .	15	1,0	Уменьшённая на 4%	Увеличенный на 4%	—
Бедная . . . . .	16	1,07	Уменьшённая на 10%	Наименьший	Ухудшенная приёмистость
Переобеднённая .	16,5 — 20	1,1—1,33	Значительно уменьшённая	Увеличенный	Хлопки и вспышки в карбюраторе, перегрев двигателя, плохая приёмистость
Нижший предел горения смеси .	21	1,4	—	—	Смесь не горит, двигатель не работает

Если повторить аналогичное испытание двигателя для разных нагрузок и откладывать замеренные величины мощности и удельного расхода топлива в зависимости от коэффициента избытка воздуха, по-

лучатся кривые, показанные на фиг. 179. Все кривые сняты при одном и том же числе оборотов, причём кривая I соответствует полному дросселю, а кривые II, III — различным, но постоянным степеням открытия дросселя. Таким образом, каждая кривая характерна постоянством режима двигателя (нагрузка и число оборотов) и, следовательно, постоянством расхода воздуха и разрежения в диффузоре. Поэтому мощность двигателя и удельный расход топлива изменяются лишь вследствие изменения состава горючей смеси. Если точки, соответствующие минимумам удельного расхода, снести с нижнего графика на верхний и соединить на верхнем графике точки максимума мощности и минимума расхода топлива, получим кривые, показанные на фиг. 179 пунктиром. При этом за 100% мощности двигателя принята мощность при полном открытии дросселя и наивыгоднейшем составе смеси ( $\alpha=0,9$ ).

Для удобства пунктирные кривые с фиг. 179 можно перенести на отдельный график (фиг. 180), который показывает, как должен меняться состав горючей смеси в зависимости от нагрузки двигателя, чтобы последний работал или с наибольшей мощностью (кривая 1) или с наибольшей экономичностью (кривая 2).

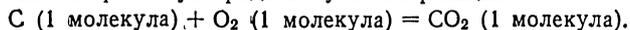
Из фиг. 179 и 180 следует, что наибольшая мощность двигателя получается, если в смеси имеется некоторый избыток топлива по сравнению с теоретически необходимым его количеством. Это объясняется тем, что при  $\alpha=0,8-0,9$  получается наибольшая скорость сгорания смеси и давление газов на поршень особенно велико. Кроме того, при определённой неполноте сгорания топлива объём продуктов сгорания увеличивается и давление газов на поршень дополнительно растёт<sup>1</sup>.

Из кривых фиг. 179 и 180 следует, что максимум экономичности получается при более бедных смесях, чем максимум мощности. При нагрузках свыше 50% значения коэффициента избытка воздуха, соответствующие наибольшей экономичности, превышают единицу. Необходимость избытка воздуха в смеси по сравнению с теоретически необходимым его количеством объясняется, с одной стороны, недостаточной однородностью смеси в цилиндре, требующей введения избыточного количества воздуха, а с другой — присутствием некоторого количества отработавших инертных газов, неизбежно остающихся в цилиндре.

Кривые фиг. 179 и 180 показывают, что в зависимости от состава горючей смеси возможны два характерных режима работы двигателя — режим наибольшей мощности и режим наибольшей экономичности. Горючая смесь, соответствующая по составу первому режиму, называется **мощностной**, а соответствующая второму — **экономичной**.

Не следует смешивать понятия «мощностная» и «экономичная» смесь с понятиями «богатая» и «бедная» смесь. Первые понятия более определённы, чем вторые, в отношении поведения двигателя; термин «мощностная смесь» более точно характеризует работу двигателя, чем термин «богатая смесь». Кроме того, из фиг. 180 следует, что при малых нагруз-

<sup>1</sup> При полном сгорании углерода получается реакция:



При неполном сгорании получим:



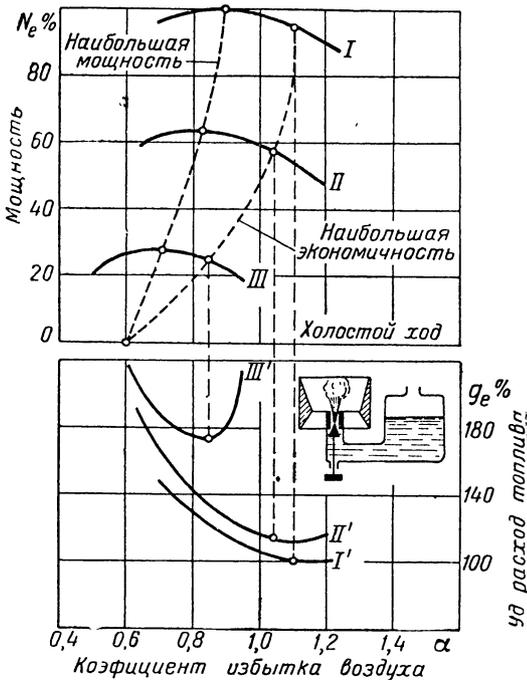
Таким образом число молекул окиси углерода CO, приходящееся на одно и то же количество сгорающего кислорода воздуха, будет вдвое больше числа молекул углекислоты CO<sub>2</sub>, получающейся при полном сгорании.

как экономичная смесь является богатой ( $\alpha < 1$ ), а при больших — бедной ( $\alpha > 1$ ).

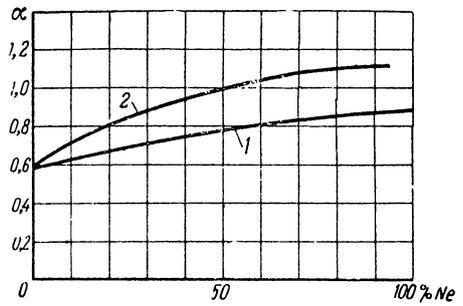
Выше было рассмотрено, как влияет состав горючей смеси на работу двигателя при постоянном числе оборотов и меняющейся нагрузке. Необходимо выяснить также, как влияет изменение числа оборотов на состав горючей смеси.

На фиг. 181 показан характер изменения коэффициента избытка воздуха в зависимости от числа оборотов, соответствующего режиму наибольшей мощности и полному открытию дросселя.

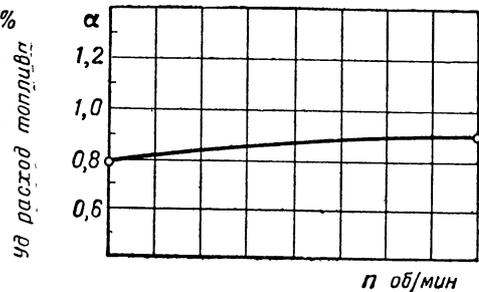
По мере уменьшения числа оборотов скорость воздуха в диффузоре снижается, распыливание топлива и его перемешивание с воздухом ухудшаются, и для быстрого сгора-



Фиг. 179. Изменение мощности и удельного расхода топлива в зависимости от состава горючей смеси.



Фиг. 180. Изменение состава смеси в зависимости от нагрузки, обеспечивающее двигателю: 1 — наибольшую мощность; 2 — наибольшую экономичность.



Фиг. 181. Изменение состава горючей смеси в зависимости от числа оборотов при полной нагрузке и режиме наибольшей мощности.

ния смесь должна обогащаться топливом. Такой же характер изменения состава смеси в зависимости от числа оборотов наблюдается и при режиме наибольшей экономичности.

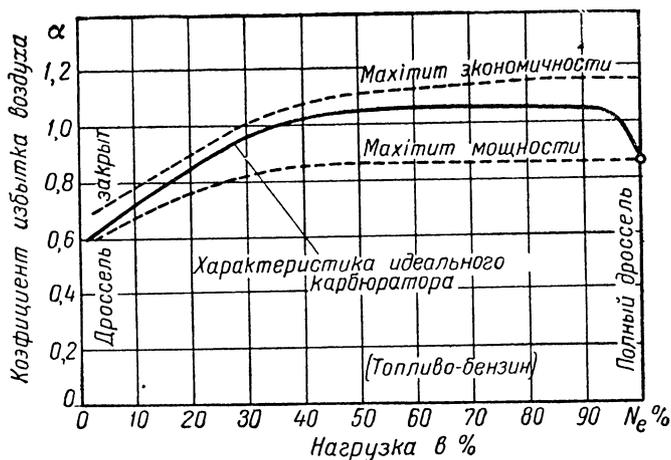
Пользуясь данными кривых фиг. 180 и 181, можно установить, какой должна быть характеристика идеального карбюратора, обеспечивающего наивыгоднейшее протекание рабочего процесса двигателя.

Автомобильный двигатель, как правило, большую часть времени работает на прикрытых дросселях. Поэтому наиболее целесообразно при малых и средних нагрузках иметь такую регулировку, при которой карбюратор давал бы смесь, близкую по составу к экономичной (верхняя кривая фиг. 180). Некоторый проигрыш в эффективной мощности не имеет значения, так как если дроссель прикрыт, то наибольшей мощности от двигателя не требуется. В тех сравнительно редких случаях, когда дроссель открывается полностью (подъёмы, плохая дорога,

быстрые обгоны и т. п.), от двигателя желательнее получить наибольшую мощность. Карбюратор в этих случаях должен давать смесь, близкую по составу к мощностной (кривая 1 фиг. 180). Известный проигрыш в экономичности допустим, так как работа двигателя при полном открытии дросселя занимает небольшой отрезок времени по сравнению с общей продолжительностью работы двигателя.

Таким образом, идеальный карбюратор должен давать смесь разную по составу — экономичную при прикрытых дросселях и мощностную при полном дросселе.

Практическая характеристика идеального карбюратора представлена на фиг. 182 сплошной линией, а пунктиром даны кривые, соответствующие режимам наибольшей мощности и экономичности. При частично открытом дросселе идеальный карбюратор должен давать смесь по составу несколько более богатую, чем экономичная. При работе на



Фиг. 182. Практическая характеристика идеального карбюратора.

экономичной смеси двигатель имеет недостаточную приёмистость, а при неизбежных колебаниях в подаче топлива работа его становится, кроме того, недостаточно устойчивой. Получающееся при этом незначительное увеличение удельного расхода топлива сопровождается значительным повышением мощности. При полном открытии дросселя идеальный карбюратор должен давать смесь несколько более бедную, чем мощностная, так как при небольшом снижении мощности при этом получается заметное уменьшение удельного расхода топлива. Характер изменения состава смеси в зависимости от числа оборотов должен оставаться таким же, как на фиг. 181.

Таким образом, не вдаваясь в особенности устройства, можно считать идеальным такой карбюратор, который обеспечивает изменение состава горючей смеси в зависимости от нагрузки и числа оборотов двигателя в соответствии с кривыми фиг. 181 и 182.

#### § 5. ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ КАРБЮРАТОР, ЕГО НЕДОСТАТКИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Разобрав требования, предъявляемые к идеальному карбюратору в отношении состава горючей смеси, посмотрим, в какой мере они удовлетворяются простейшим или элементарным карбюратором (фиг. 174).

Коэффициент избытка воздуха зависит от нагрузки и числа оборотов двигателя. Обе эти величины определяют величину разрежения в диффузоре карбюратора. Поэтому изменение состава смеси можно оценивать в зависимости от одной величины — разрежения в диффузоре карбюратора.

Если из жиклера вытекает  $G_T$  кг топлива, а для полного сгорания 1 кг топлива требуется теоретически  $L_0$  кг воздуха, то для полного сгорания  $G$  кг топлива потребуется  $G_T \cdot L_0$  кг воздуха. Если через  $G_g$  обозначить весовое количество воздуха, действительно поступающего в карбюратор, то коэффициент избытка воздуха будет:

$$\alpha = \frac{G_g}{G_T L_0}.$$

На фиг. 183 показано, как изменяются  $G_g$ ,  $G_T$ ,  $L_0$  и  $\alpha$  в зависимости от разрежения  $\Delta p_g$ .

Расход воздуха  $G_g$  возрастает по мере роста разрежения, начиная с  $\Delta p_g = 0$ . Истечение топлива начинается с  $\Delta p_{\min} > 0$ , соответствующего точке 1 на фиг. 183. Кривая II построена в предположении, что край распылителя находится выше уровня в поплавковой камере на  $\Delta h$  (фиг. 177, а). Поэтому необходимо затратить дополнительное разрежение  $\Delta p_{\min}$ , чтобы преодолеть разность уровней  $\Delta h$ . При разрежениях  $\Delta p_g < \Delta p_{\min}$  топливо из распылителя не вытекает, через карбюратор просасывается чистый воздух и  $\alpha = \infty$ . По мере увеличения разрежения смесь обогащается более быстро вначале и более медленно в дальнейшем. В точке 2  $G_g = G_T \cdot L_0$  и  $\alpha = 1,0$ . В точке 3  $\alpha = 0,9$ .

Таким образом, из фиг. 183 следует, что с увеличением нагрузки или числа оборотов смесь, подаваемая элементарным карбюратором, непрерывно обогащается. Это объясняется тем, что расход топлива растёт пропорционально разрежению и коэффициенту истечения, а расход воздуха увеличивается пропорционально лишь разрежению, так как коэффициент истечения диффузора почти не меняется<sup>1</sup>. Кроме того, при увеличении разрежения в диффузоре удельный вес воздуха уменьшается, его весовой расход тоже уменьшается, в то время как удельный вес топлива, вытекающего из жиклера, остаётся постоянным.

Сопоставление характеристик элементарного (фиг. 183) и идеального (фиг. 181 и 182) карбюраторов показывает, что элементарный карбюратор даёт смесь, меняющую свой состав в зависимости от разрежения по закону, противоположному тому, который предусмотрен в идеальном карбюраторе. Этот недостаток органический и не может быть исправлен изменением размеров деталей карбюратора. В элементарном карбюраторе можно подобрать необходимый состав смеси для одного определённого режима или для узких пределов изменения нагрузок или чисел оборотов. Для условий работы автомобильного двигателя характер и величина изменения состава смеси в элементарном карбюраторе делают его непригодным для практического применения.

Элементарный карбюратор имеет и другие недостатки. Двигатель с таким карбюратором не может работать на минимальных оборотах и при закрытом дросселе (холостой ход), так как разрежение и скорость воздуха в диффузоре падают настолько, что смесь по составу получается слишком бедной, а топливо в смеси будет недостаточно распылено и испарено. Далее, двигатель нельзя завести без специальных приёмов,

<sup>1</sup> Коэффициент истечения топлива или воздуха оценивает потери энергии при истечении: чем меньше этот коэффициент, тем меньше поступает топлива (воздуха). Коэффициент избытка воздуха зависит от отношения указанных коэффициентов истечения, которое уменьшается с увеличением нагрузки или числа оборотов.

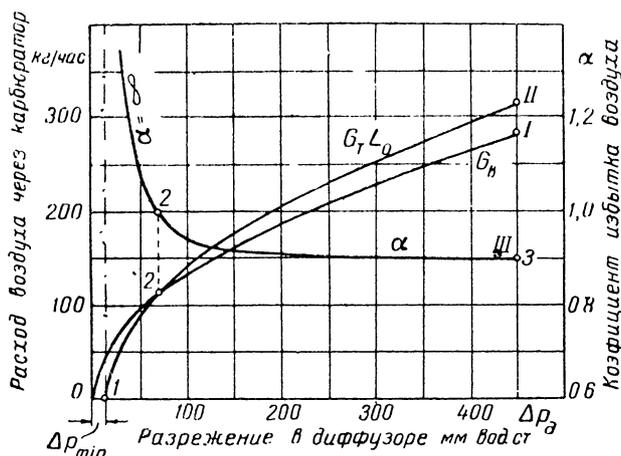
так как для холодного двигателя карбюратор должен давать смесь другого состава, чем для горячего работающего двигателя.

Для устранения недостатков элементарного карбюратора потребовалось введение дополнительных устройств, так что на современных автомобилях карбюратор представляет сложное устройство и даёт горячую смесь более или менее близкую той, какую должен давать идеальный карбюратор (фиг. 181 и 182).

Поясним примером, как, устраняя основные недостатки элементарного карбюратора, от простейших одножиклерных карбюраторов перешли к сложным современным.

На фиг. 184, а изображён элементарный карбюратор с падающим потоком.

Для того чтобы не происходило обогащения смеси по мере увеличения нагрузки или числа оборотов двигателя, в распылитель вводится



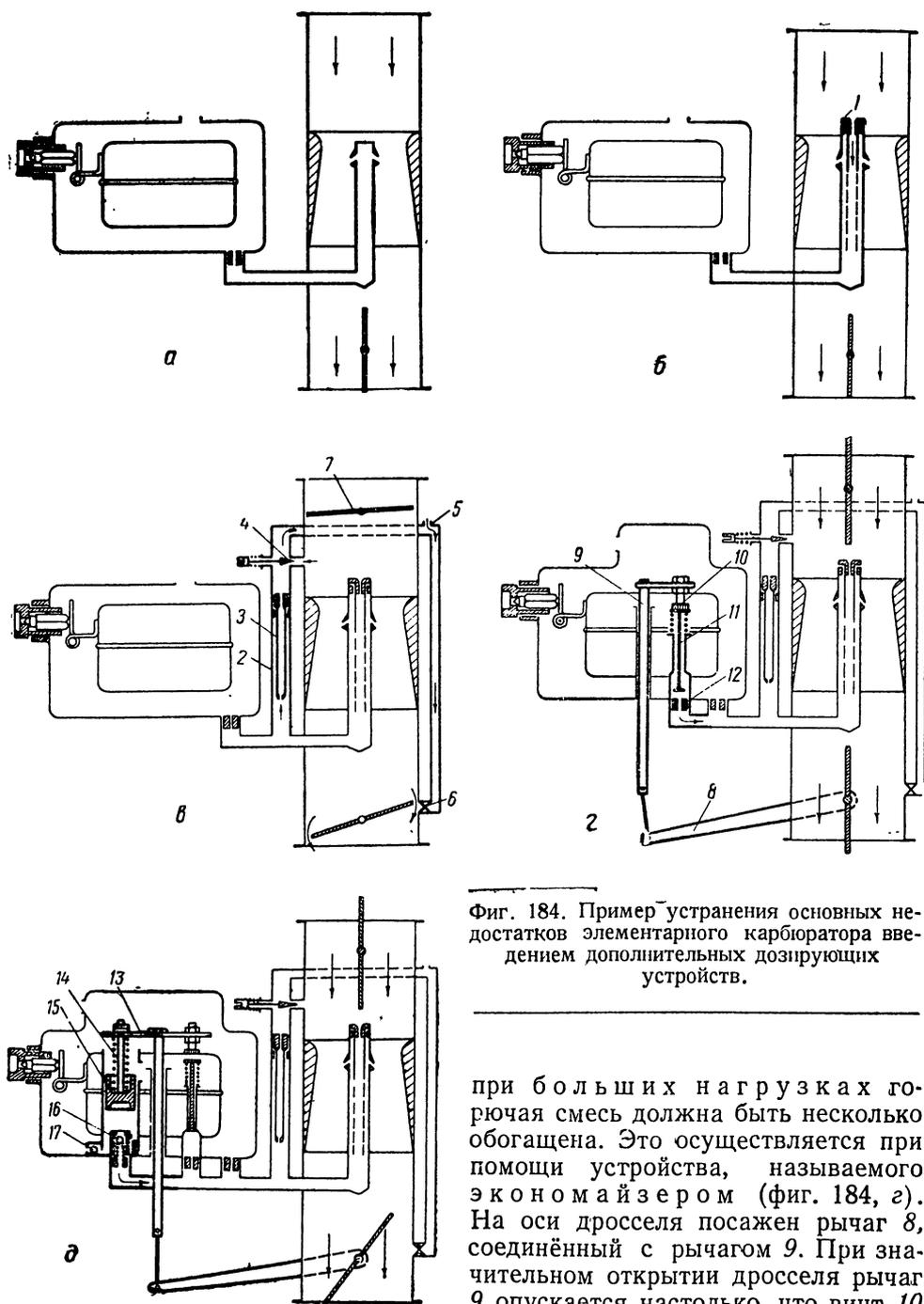
Фиг. 183. Характеристика элементарного карбюратора.

воздух через воздушный жиклер 1 (фиг. 184, б). В результате по мере усиления разрежения в диффузоре будет увеличиваться и количество воздуха, поступающего через воздушный жиклер 1. Этот воздух уменьшит разрежение в распылителе и будет замедлять истечение топлива. Сечение жиклеров можно подобрать таким, чтобы при всех режимах двигателя смесь, приготовляемая карбюратором, была примерно требуемого состава.

Чтобы двигатель мог работать на холостом ходу, используют значительное разрежение, создающееся за дросселем, когда он прикрыт. Для этого из пространства за дросселем разрежение передаётся в колодец 2, в который вставлена трубка 3 с жиклером холостого хода на нижнем конце (фиг. 184, в). Под воздействием разрежения топливо, проходя через жиклер холостого хода, смешивается с воздухом, идущим мимо регулировочной иглы 4 и через отверстие 5. Поэтому из отверстия 6 будет поступать топливо, смешанное с воздухом, т. е. эмульсия.

При пуске двигателя необходимо иметь сильно обогащённую горячую смесь, так как в холодном, неработающем двигателе условия распыливания и испарения топлива особенно неблагоприятны. Если в верхней части воздушной трубы карбюратора поместить воздушную заслонку 7 (фиг. 184, в), то, прикрывая её при запуске двигателя, можно резко уменьшить поступление воздуха в двигатель и получить необходимое обогащение горючей смеси.

Для экономичной работы двигателя на средних нагрузках топливный жиклер и воздушный *1* подбираются таким образом, чтобы карбюратор давал экономичную смесь. Для получения наибольшей мощности



Фиг. 184. Пример устранения основных недостатков элементарного карбюратора введением дополнительных дозирующих устройств.

при больших нагрузках горячая смесь должна быть несколько обогащена. Это осуществляется при помощи устройства, называемого экономайзером (фиг. 184, г). На оси дросселя посажен рычаг *8*, соединённый с рычагом *9*. При значительном открытии дросселя рычаг *9* опускается настолько, что винт *10* нажимает на шток *11* клапана, опускающая его. При этом через жиклер *12* в распылитель поступает дополнительное топливо, обеспечивая необходимое обогащение смеси.

При резком открытии дросселя количество воздуха и топлива, поступающего в цилиндры, резко увеличивается, но не в одинаковой степени. Менее плотный воздух быстрее ускоряет свое движение, чем топливо, и на некоторое время наступает переобеднение смеси. Чтобы этого избежать, можно принудительно подавать дополнительное топливо так называемым ускорительным насосом (фиг. 184, *д*). Для этого рычаг 13 через пружину 14 соединён с поршнем 15. При открытии дросселя пружина 14 сжимается и толкает поршень 15 вниз. Шарик нагнетательного клапана 16 опускается, и к распылителю подаётся под давлением дополнительная порция топлива. Цилиндр насоса заполняется топливом из поплавковой камеры через впускной клапан 17. При ходе поршня 15 вниз впускной клапан 17 закрывается, препятствуя перетеканию топлива обратно в поплавковую камеру.

В схему на фиг. 184, *д* включены основные приспособления, устраняющие главные недостатки элементарного карбюратора, представленного на фиг. 184, *а*. Большинство современных карбюраторов снабжено указанными приспособлениями в том или ином конструктивном выполнении.

### Глава III

## МЕТОДЫ ДОЗИРОВКИ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ В СОВРЕМЕННЫХ КАРБЮРАТОРАХ

### § 1. ТРЕБОВАНИЯ К КАРБЮРАТОРАМ И ИХ ДОЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Карбюратор современного автомобиля должен обеспечить надлежащий состав (дозировку) горючей смеси при различных режимах работы двигателя, т. е. он должен давать горючую смесь:

- 1) близкую по составу к экономичной ( $\alpha = 0,9-1,1$ ) на широких диапазонах средних нагрузок;
- 2) обогащенную ( $\alpha = 0,6-0,8$ ) на холостом ходу и малых нагрузках;
- 3) богатую ( $\alpha = 0,3-0,6$ ) при пуске двигателя;
- 4) близкую к мощностной ( $\alpha = 0,8-0,9$ ) при больших нагрузках.

При этом требуется, чтобы резкое открытие дросселя не сопровождалось ощутимым обеднением смеси.

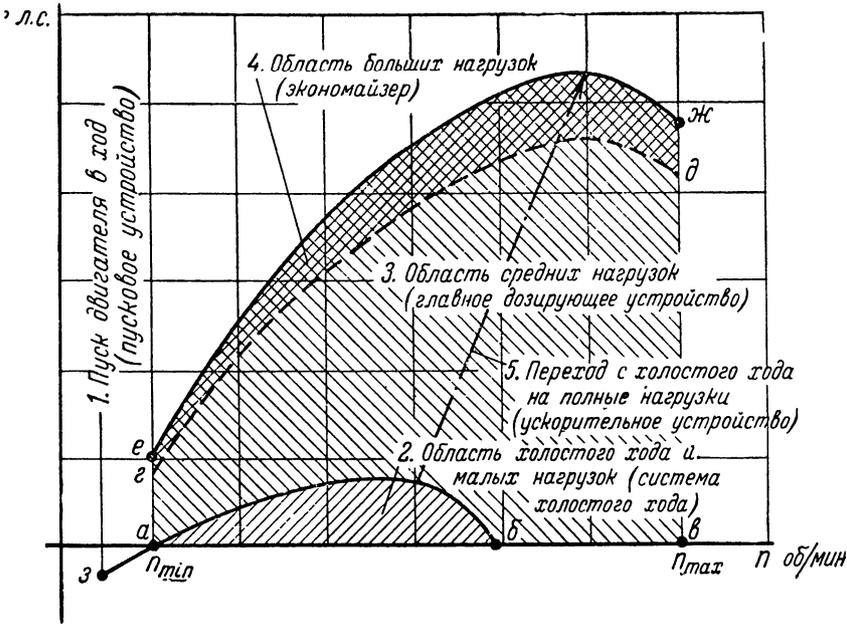
Для выполнения этих требований, связанных с теми условиями, в которых работает карбюратор на разных режимах работы двигателя, карбюратор должен иметь следующие дозирующие системы и устройства:

- 1) пусковое устройство,
- 2) систему холостого хода,
- 3) главное дозирующее устройство,
- 4) экономайзер,
- 5) ускорительное устройство.

Эти дозирующие системы и устройства или вступают и выключаются из работы в разное время, или работают одновременно. Распределение функций между дозирующими устройствами карбюратора можно приблизительно представить, пользуясь внешней характеристикой двигателя (фиг. 185). Площадь диаграммы, заключённая между кривой внешней характеристики, горизонтальной осью и вертикалями, проведёнными через точки *a* и *b*, соответствует области практических режимов работы двигателя. Эта площадь ориентировочно разбита на отдельные части в соответствии с различными режимами работы двигателя.

Обороты, при которых двигатель пускается в ход, соответствуют точке *з*, лежащей ниже оси, так как при запуске мощность подводится

извне. Область холостого хода и малых нагрузок, характеризуемая работой системы холостого хода карбюратора, лежит ниже кривой *а—б*. Выше этой кривой лежит область средних нагрузок, при которых необходимый состав горючей смеси обеспечивается главным дозирующим устройством карбюратора. При числах оборотов, относящихся к участку *б—в*, скорость воздуха в диффузоре велика, — система холостого хода не работает и образование смеси происходит за счёт главного дозирующего устройства. Кривая *г—д* соответствует переходу от средних нагрузок к большим. Наряду с главным дозирующим устройством, работающим вплоть до наибольшей нагрузки, здесь в работу вступает устройство, обогащающее смесь до состава, отвечающего максимальной мощности (экономайзер). При резком переходе с холостого хода



Фиг. 185. Области работы дозирующих устройств карбюратора.

или малых нагрузок (кривая *а—б*) на полные (кривая *е—ж*) работает ускорительное устройство, предотвращающее чрезмерное переобеднение смеси.

Чтобы уяснить работу современных карбюраторов в целом, рассмотрим, как работают отдельные дозирующие устройства, перечисленные выше.

**§ 2. ГЛАВНОЕ ДОЗИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

При работе на режимах средних нагрузок состав смеси с увеличением нагрузки или числа оборотов должен обедняться. Однако в элементарном карбюраторе состав смеси изменяется по противоположному закону. Как было показано, с увеличением разрежения в диффузоре элементарного карбюратора горючая смесь стремится непрерывно обогащаться.

Главное дозирующее устройство служит для исправления или, как говорят, компенсации характеристики элементарного карбюратора.

За последнее время широкое распространение получили следующие системы главных дозирующих устройств:

- 1) с компенсационным жиклером;
- 2) с пневматическим торможением топлива;
- 3) с механическим торможением топлива<sup>1</sup>.

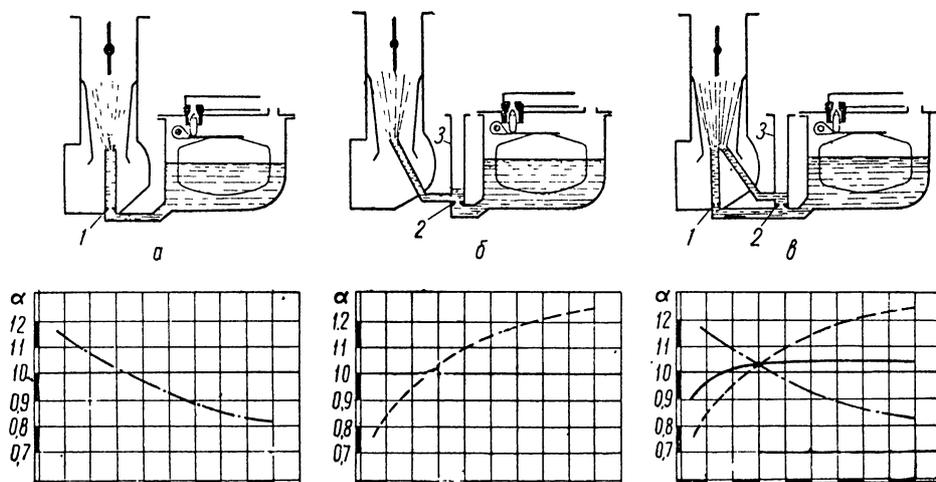
Эти системы различаются способами регулирования состава смеси в зависимости от изменения разрежения за счет воздействия на истечение топлива<sup>2</sup>.

### Система с компенсационным жиклером

Эта система, предложенная в 1907 г. инж. Бевери (Bavery), была широко распространена на старых карбюраторах Zenit, почему и называлось иногда «системой компенсации Zenit».

В системе с компенсационным жиклером необходимый закон изменения смеси обеспечивается совместной работой двух жиклеров — главного и компенсационного.

На фиг. 186, *а* показана схема, поясняющая работу главного жиклера. Это знакомая уже схема элементарного карбюратора, в котором



Фиг. 186. Схема главного дозирующего устройства с двумя жиклерами и его характеристика:

1 — главный жиклер; 2 — компенсационный жиклер; 3 — компенсационный колодец.

истечение топлива соответствует случаю *а* (фиг. 177) и, как известно, зависит от разрежения  $\Delta p_g = p_0 - p_g$ , площади сечения жиклера и коэффициента истечения топлива. С увеличением разрежения горячая смесь будет обогащаться (кривая — пунктир с точкой).

На фиг. 186, *б* показана схема, поясняющая работу компенсационного жиклера 2. Она отличается от предыдущей наличием компенсационного колодца 3, расположенного у поплавковой камеры и свободно сообщающегося с наружным воздухом. При неработающем двигателе топливо в компенсационном колодце, распылителе и поплавковой камере находится на одном уровне. Когда двигатель начинает работать на средних нагрузках, топливо из компенсационного колодца быстро израсходуется. Далее оно будет вытекать из поплавковой ка-

<sup>1</sup> Обычно в сочетании с пневматическим торможением топлива.

<sup>2</sup> Несколько лет назад некоторое распространение имела система с вводом добавочного воздуха в воздушную трубу карбюратора через автоматический клапан. Однако широкого распространения эта система не получила.

меры в компенсационный колодец и подхватываться потоком просасываемого через него наружного воздуха. Из распылителя станет поступать эмульсия. Истечение топлива будет соответствовать случаю *в* (фиг. 177). Количество вытекающего топлива определится разностью уровней  $\Delta h$ , площадью сечения жиклера, коэффициентом истечения, т. е. практически будет постоянным. Таким образом, существенное отличие компенсационного жиклера от главного заключается в том, что благодаря свободному доступу наружного воздуха в колодец изменение разрежения в диффузоре не будет влиять на количество топлива, вытекающего из компенсационного жиклера. При увеличении разрежения в диффузоре количество воздуха, просасываемого через колодец, будет увеличиваться. В результате смесь с увеличением нагрузки или числа оборотов будет непрерывно обедняться (пунктирная кривая).

Если совместить обе схемы (фиг. 186, *в*), то топливо и эмульсия, поступающие из распылителей, перемешиваясь в смесительной камере, дадут состав смеси, соответствующий примерно сплошной кривой. При должном подборе проходных отверстий главного и компенсационного жиклеров, а также правильном расположении последнего характеристика карбюратора может быть доведена достаточно близко к идеальной.

Анализ работы системы с компенсационным жиклером показывает, что при меньших нагрузках большая часть топлива поступает через компенсационный жиклер, меньшая — через главный. При больших нагрузках или оборотах большая часть топлива поступает через главный жиклер.

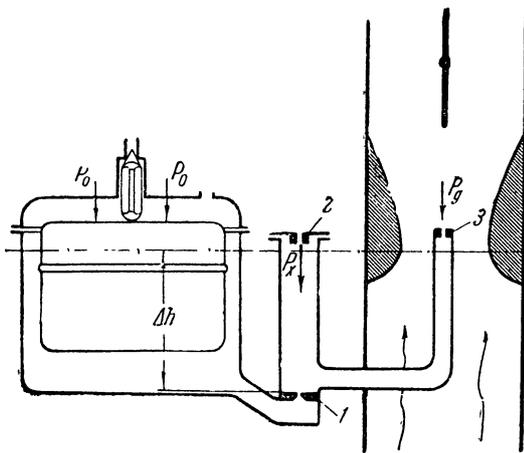
### Система с пневматическим торможением топлива

Способ пневматического торможения топлива был предложен в 1903 г. инж. Клодель (Claudel) и получил в настоящее время наибольшее распространение.

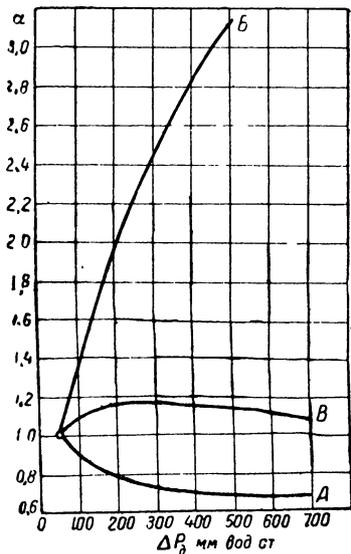
Принципиальная схема этого способа приведена на фиг. 187. Здесь имеется один топливный жиклер *1* и два калиброванных отверстия: воздушное *2* в крышке колодца (воздушный жиклер) и эмульсионное *3* в распылителе (эмульсионный жиклер). Когда двигатель не работает, топливо располагается в колодце и распылителе на том же уровне, что и в поплавковой камере. Как только главное дозирующее устройство начнёт работать, из распылителя будет вытекать чистое топливо, и его уровень в колодце будет падать. Когда топливо в колодце израсходуется, в него через воздушное отверстие *2* станет просасываться воздух и через распылитель пойдёт уже не чистое топливо, а эмульсия. Условия истечения топлива из жиклера *1* соответствуют случаю *г* (фиг. 177), т. е. количество вытекающего топлива будет зависеть от разрежения  $\Delta p_x = p_0 - p_x$  и разности уровней  $\Delta h$ . По мере увеличения нагрузки или числа оборотов количество воздуха, поступающего в колодец, увеличивается, истечение топлива замедляется (тормозится) и смесь обедняется.

Промежуточное давление в колодце  $p_x$  зависит от соотношения размеров отверстий воздушного *2* и эмульсионного *3* жиклеров. Чем больше отверстие эмульсионного жиклера *3* по сравнению с воздушным жиклером *2*, тем ближе давление в колодце  $p_x$  к давлению в диффузоре  $p_g$ . Чем больше отверстие воздушного жиклера *2* по сравнению с эмульсионным *3*, тем ближе давление в колодце  $p_x$  к атмосферному  $p_0$ . Отсюда, в частности, следует, что можно получить необходимое давление в колодце  $p_x$  и без эмульсионного жиклера; отсутствие калиброванного отверстия в распылителе можно возместить соответствующим увеличением воздушного отверстия. Этот случай часто встречается в современных карбюраторах.

Законы изменения состава смеси при различных размерах отверстий воздушного и эмульсионного жиклеров показаны на фиг. 188. Кривая *A* соответствует тому предельному случаю, когда воздушное отверстие закрыто наглухо. Топливо поступает из распылителя под действием разрежения в диффузоре  $\Delta p_g = p_0 - p_g$ . По мере увеличения разрежения смесь непрерывно обогащается подобно тому, как это происходит в элементарном карбюраторе. Кривая *B* соответствует другому предельному случаю: воздушное отверстие настолько велико, что воздух свободно входит в колодец. В колодце устанавливается давление, близкое к атмосферному  $p_x \cong p_0$ , и истечение топлива из поплавковой камеры не зависит от разрежения в диффузоре, а происходит под действием разности уровней  $\Delta h$ ; следовательно, по мере увеличения



Фиг. 187. Схема главного дозирующего устройства с пневматическим торможением топлива.



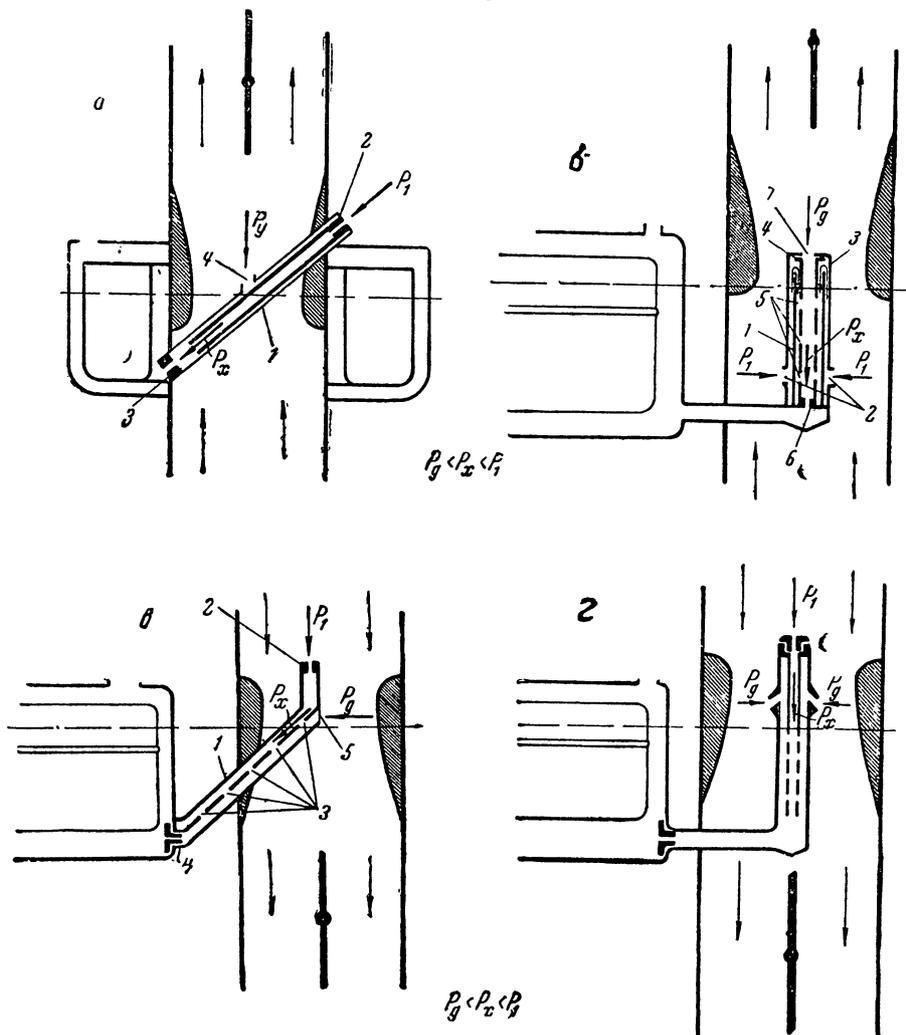
Фиг. 188. Характеристика главного дозирующего устройства с пневматическим торможением топлива.

количества воздуха, проходящего через диффузор, смесь обедняется, так как количество топлива, поступающего из жиклера, остаётся постоянным ( $\Delta h$  — постоянно). При промежуточных отношениях размеров отверстий воздушного жиклера к эмульсионному закон изменения состава смеси характеризуется кривой, лежащей между кривыми *A* и *B*. Например, если отверстия воздушного и эмульсионного жиклеров одинаковы, закон изменения состава смеси будет соответствовать примерно кривой *B*.

Меняя соотношения размеров отверстий жиклеров и величину разности уровней  $\Delta h$ , можно получить закон изменения состава смеси, достаточно близкий к идеальному.

Схемы главных дозирующих устройств основных типов существующих карбюраторов с пневматическим торможением топлива показаны на фиг. 189. Схема *a* применяется в карбюраторе Паллас. Тормозной воздух поступает в распылитель *1* через воздушное отверстие *2*, а топливо — через жиклер *3*. Эмульсия поступает в диффузор через отверстие *4*. На схеме *б* (Солекс) главное дозирующее устройство отличается от предыдущего наличием нескольких отверстий *5* для подвода тормозного воздуха. По мере увеличения разрежения в диффузоре уровень топлива в

распылителе 1 понижается. Тормозной воздух, поступающий через отверстие 2 в колпачке 3, проходит внутрь эмульсионной трубки 4 через её воздушные отверстия 5. Топливо поступает в эмульсионную трубку 4 через жиклер 6, а эмульсия выходит из распылителя через отверстие 7. Благодаря наличию ряда отверстий 5 в эмульсионной трубке торможение топлива по мере понижения уровня происходит более плавно и



Фиг. 189. Схемы главных дозирующих устройств с пневматическим торможением топлива:  
 а — Палакс; б — Солекс; в — Стромберг; г — Солекс.

топливо лучше перемешивается с воздухом. Отверстия 2 находятся значительно ниже диффузора и поэтому давление  $p_1$  значительно отличается от  $p_g$ . Преимуществом этой схемы перед предыдущей является то, что весь воздух, в том числе и тормозной, забирается из воздушной трубы карбюратора, а следовательно, предварительно проходит через воздухоочиститель.

На схеме в показано главное дозирующее устройство для карбюратора с падающим потоком (Стромберг). Здесь воздух поступает в распылитель 1 через воздушное отверстие 2, которое помещается в той части воздушной трубы, где давление  $p_1$  больше давления в диффу-

зоре  $p_g$ . Отверстия 3 служат для лучшего перемешивания топлива воздухом и более плавного торможения смеси. Топливо поступает в распылитель 1 через жиклер 4, а эмульсия выходит из отверстия 5.

В предыдущей главе указывалось, что одна и та же схема дозирующего устройства может быть применена как при восходящем, так и при падающем потоке. Схема 2 поясняет это положение. Здесь изображено главное дозирующее устройство (Солекс), аналогичное по принципу работы схеме б, но для карбюратора с падающим потоком.

Таким образом во всех схемах фиг. 189 в распылитель вводится тормозной воздух, имеющий давление ( $p_1$ ) большее, чем давление в диффузоре ( $p_g$ ). В результате в распылителе устанавливается промежуточное давление ( $p_x$ ) и разрежение, вызывающее истечение топлива ( $\Delta p_x = p_0 - p_1$ ), отстаёт от разрежения в диффузоре ( $\Delta p_g = p_0 - p_g$ ).

В заключение укажем на две обычные ошибки, встречающиеся в понимании способа пневматического торможения топлива.

1. Термин «торможение топлива» не следует понимать механически, как буквальное затормаживание топлива «давлением» струи воздуха. Речь идет лишь об уменьшении перепада давлений, вызывающего истечение топлива.

2. Ввод тормозного воздуха сам по себе почти не вызывает обеднения смеси, так как количество его составляет лишь доли процента главной массы воздуха.

Описанная выше система с компенсационным жиклером представляет собой частный случай более общей системы пневматического торможения топлива. Преимуществом последней является более тщательное распыливание топлива, так как оно поступает в диффузор уже частично перемешанным с воздухом (эмульсия), тогда как в системе с компенсационным жиклером из распылителя главного жиклера фонтанирует чистое топливо.

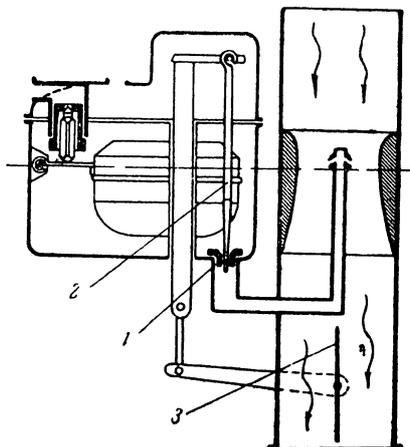
### Система с механическим торможением топлива

Главное дозирующее устройство с механическим торможением топлива встречается на некоторых современных автомобильных карбюраторах (Картер) и на большинстве мотоциклетных.

Сущность его ясна из фиг. 190. В отверстие жиклера 1 входит калиброванная игла 2, связанная с дросселем 3. Сечение иглы переменное. По мере открытия дросселя игла поднимается, и проходное отверстие для топлива в жиклере увеличивается соответственно увеличивающемуся расходу воздуха.

Подбором соответственной формы иглы можно получить необходимый закон изменения состава смеси.

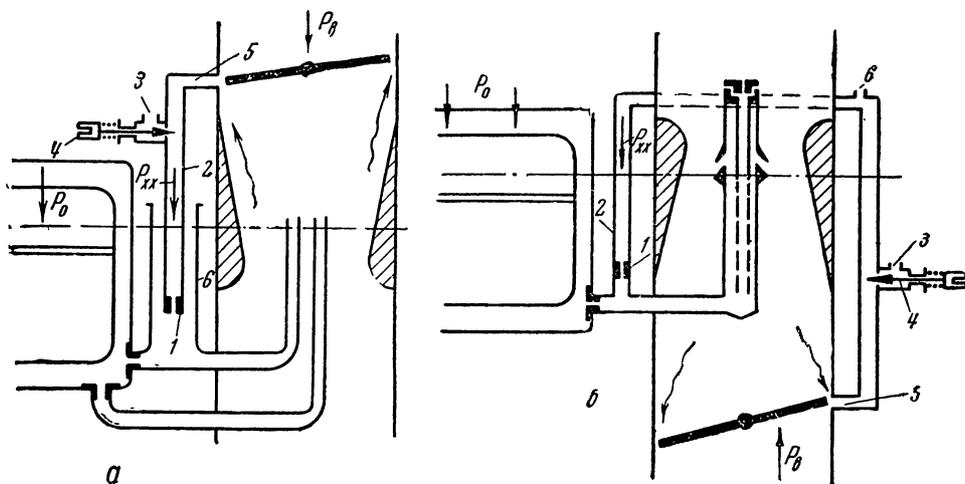
Принципиальный недостаток этой системы заключается в том, что дозировка смеси производится только при изменении нагрузки (положения дросселя). Между тем состав смеси должен дозироваться также в зависимости от числа оборотов двигателя. Поэтому система с механическим торможением топлива применяется обычно в сочетании с системой пневматического торможения топлива.



Фиг. 190. Схема главного дозирующего устройства с механическим торможением топлива.

### § 3. СИСТЕМА ХОЛОСТОГО ХОДА

При работе двигателя на холостом ходу и малых оборотах дроссельная заслонка прикрыта почти полностью. Вследствие этого разрежение у распылителей главного дозирующего устройства настолько мало, что топливо из них вовсе не поступает или поступает в количестве, недостаточном для образования горючей смеси нужного состава. В то же время разрежение за дросселем достигает весьма значительной величины ( $0,4-0,5 \text{ кг/см}^2$ ). Расход топлива двигателем при холостом ходе небольшой — около 10% от расхода при полной нагрузке. В этих условиях питание двигателя обеспечивается специальной системой



Фиг. 191. Схемы систем холостого хода.

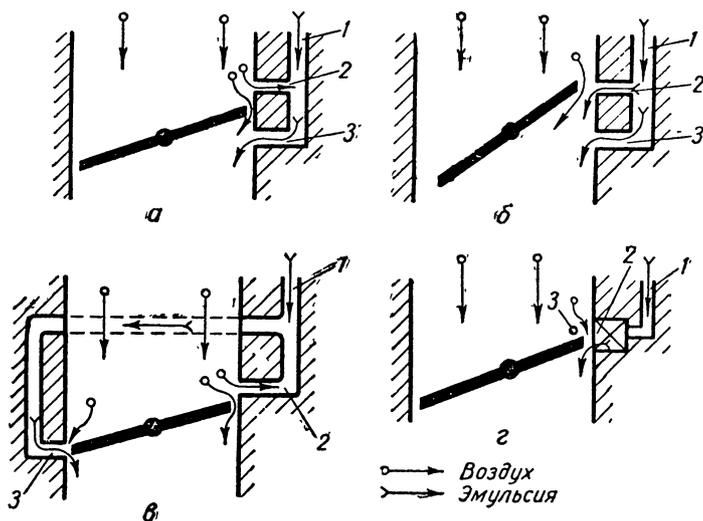
холостого хода карбюратора. Однако вследствие малого расхода топлива и большого разрежения отверстие топливного жиклера системы холостого хода следовало бы делать очень маленьким. Такое отверстие быстро засорялось бы. Чтобы получить возможность увеличить отверстие, в систему холостого хода вводится тормозной воздух, благодаря чему разрежение, заставляющее вытекать топливо, уменьшается, а отверстие жиклера может быть увеличено. При этом схема истечения топлива соответствует случаю *г* фиг. 177.

Типовая схема системы холостого хода показана на фиг. 191, *a*. Главное дозирующее устройство выполнено по системе с компенсационным жиклером. В компенсационный колодец *б* опущена трубка *2* с топливным жиклером *1* холостого хода. Тормозной воздух поступает в трубку *2* через отверстие *3*, проходя мимо регулировочного винта *4*. В трубке *2* при работе системы холостого хода устанавливается давление  $p_{xx}$  промежуточное между атмосферным  $p_0$  и давлением за дросселем  $p_с$ . Через отверстие *5* выходит эмульсия и дополнительно распыливается воздухом, проходящим в зазор между краями дросселя и стенками патрубка карбюратора. По мере увеличения открытия дросселя давление  $p_с$  за дросселем увеличивается, давление  $p_{xx}$  тоже растёт и разрежение, заставляющее вытекать топливо  $\Delta p_{xx} = p_0 - p_{xx}$ , постепенно уменьшается. При средних нагрузках уровень топлива в колодце *б* опускается ниже конца трубки *2* с жиклером *1*; подача топлива происходит через главное дозирующее устройство, а через отверстие *5* поступает только воздух; количество его, однако, настолько мало, что на составе

смеси, поступающей от главного дозирующего устройства, не сказывается.

На фиг. 191, б представлена схема системы холостого хода карбюратора с падающим потоком. Здесь главное дозирующее устройство работает по системе с пневматическим торможением топлива. Система холостого хода выполнена так же, как и в предыдущем случае. Во время её работы через отверстие б поступает дополнительное количество тормозного воздуха для образования эмульсии. Отверстие б предотвращает сифонное действие системы. При переходе к средним нагрузкам система холостого хода прекращает свою работу, так как в этом случае  $p_{\text{сж}} < p_{\text{с}}$ .

Одно из основных требований, предъявляемых к системе холостого хода, заключается в том, чтобы переход от холостого хода к малым



Фиг. 192. Устройства для плавного перехода с холостого хода на малые нагрузки.

нагрузкам сопровождался постепенным обеднением горючей смеси. Но схемы 191, а и б не отвечают этому требованию, так как по мере открытия дросселя количество воздуха, проходящего в зазор между дросселем и стенками патрубка карбюратора, увеличивается, а подача топлива уменьшается вследствие падения разрежения у отверстия б. Если на холостом ходу  $a = 0,60—0,75$ , то на малых нагрузках произойдет значительное обеднение смеси, что вызовет перебои в работе двигателя.

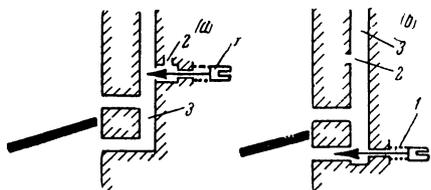
Чтобы избежать таких провалов в работе двигателя на малых нагрузках, в карбюраторах старых типов система холостого хода регулировалась для подачи на холостом ходу заведомо переобогащенной смеси.

В карбюраторах современных типов во избежание переобеднения смеси при переходе на малые нагрузки отверстия для выхода эмульсии на холостом ходу выполняются по одной из схем, показанных на фиг. 192. Наибольшее распространение получила схема а. При холостом ходе двигателя разрежение за дросселем очень значительное, а перед дросселем близко к нулю. К эмульсии, идущей через канал 1, примешивается воздух, поступающий через отверстие 2. Поэтому раз-

режение в канале 1 уменьшается, и подача топлива из отверстия 3 тормозится. Основная масса воздуха поступает в зазор между краем дросселя и стенками воздушной трубы. При переходе к малым нагрузкам дроссельная заслонка открывается настолько, что разрежение передается через оба отверстия 2 и 3 (фиг. 192, б). Хотя разрежение у отверстия 3 с открытием дросселя уменьшается, разрежение в канале 1, вызывающее истечение топлива, возрастает благодаря тому, что прекращается поступление тормозного воздуха из отверстия 2. Поэтому увеличение расхода воздуха при переходе на малые нагрузки сопровождается необходимым увеличением подачи топлива. Из обоих отверстий поступает эмульсия, и состав смеси с увеличением нагрузки обедняется постепенно.

Схема фиг. 192, в аналогична предыдущей, но отверстия 2 и 3 расположены на противоположных стенках воздушной трубы.

Схема фиг. 192, г отличается тем, что канал холостого хода 1 заканчивается отверстием 2, выполненным в виде вертикально расположенной щели. При этом уменьшение разрежения по мере открытия дросселя происходит более плавно. Иногда в стенке воздушного патрубка просверливают отверстия, через которые поступает наружный воздух, способствуя лучшему распыливанию эмульсии, выходящей из щели 2. На фиг. 192, г одно из этих отверстий обозначено цифрой 3.



Фиг. 193. Две схемы расположения регулировочного винта системы холостого хода.

Системы холостого хода различаются между собой также расположением регулировочного винта. Две распространенные схемы представлены на фиг. 193. На схеме а регулировочный винт 1 расположен так, что он регулирует количество тормозного воздуха, поступающего через отверстие 2 в канал 3. При завёртывании регулировочного винта количество тормозного воздуха уменьшается, разрежение в канале 3 увеличивается, топлива подаётся больше, смесь обогащается. По мере отвёртывания регулировочного винта смесь обедняется.

Регулировочный винт 1, расположенный по схеме б, регулирует количество эмульсии, поступающей на холостом ходу. Тормозной воздух в этом случае поступает через воздушное отверстие 2. Ввёртывая винт, уменьшают проходное сечение эмульсионного отверстия относительно воздушного, что уменьшает разрежение в канале 3 и вызывает обеднение смеси.

Различие между схемами а и б фиг. 193 заключается в следующем: при изменении положения регулировочного винта состав смеси в первом случае меняется не только на холостом ходу, но и на малых нагрузках, а во втором главным образом на холостом ходу, когда эмульсия выходит лишь через нижнее из двух отверстий.

#### § 4. ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА

При пуске двигателя в ход, особенно в зимнее время, температурные условия для образования горючей смеси весьма неблагоприятны. Число оборотов двигателя при пуске невелико (40—100 об/мин), а следовательно, и скорость потока невелика, поэтому распыление и обдув топлива и, соответственно, его испарение недостаточны. Кроме того, при холдном двигателе часть паров топлива, образовавшихся в карбю-

раторе, на пути в цилиндр конденсируется и оседает в виде капелек на стенках всасывающего трубопровода.

Чтобы к моменту воспламенения рабочей смеси в цилиндре находилось достаточное количество испарившихся лёгких фракций топлива, необходимо резко переобогащать горючую смесь в карбюраторе. При этом, если учитывать общее количество топлива, подаваемого карбюратором, то при запуске горючая смесь должна быть значительно переобогащена (иногда в 10—15 раз по сравнению с тем, что требуется для прогретого двигателя при средних режимах). Если же определять состав смеси, учитывая только количество распылённого и испарившегося топлива в смеси, поступившей к моменту сгорания в цилиндры двигателя, то состав смеси будет близок к нормальному.

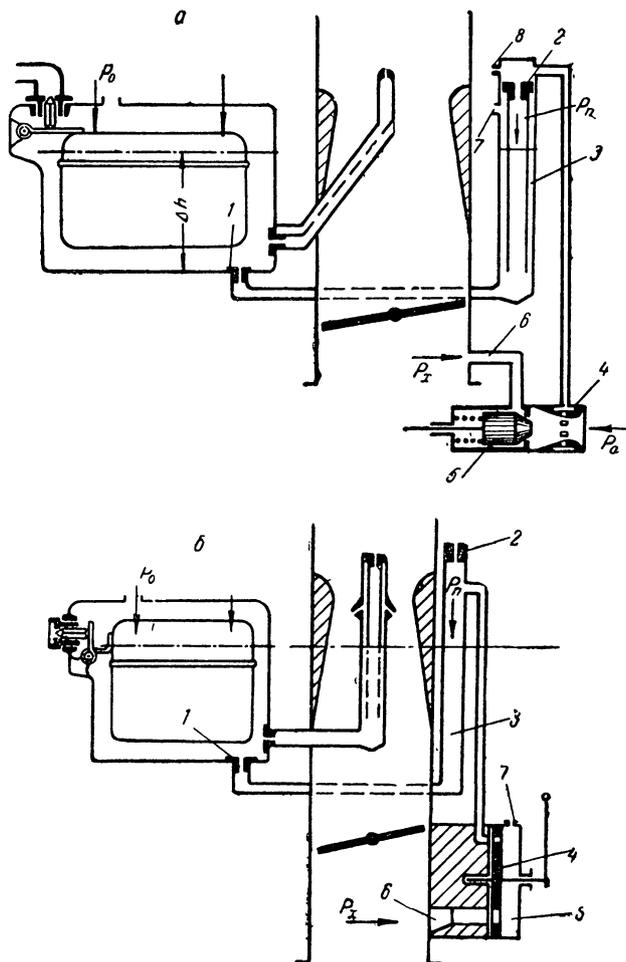
Главное дозирующее устройство и система холостого хода не могут обеспечить необходимого при пуске обогащения смеси. Поэтому для облегчения запуска двигателя применяют одно из следующих устройств:

- 1) краники для заливки бензина непосредственно в цилиндры;
- 2) систему впрыска топлива во всасывающий трубопровод ручным или электромагнитным насосом;
- 3) специальное пусковое устройство (пусковой карбюратор);
- 4) воздушную заслонку.

Краники для заливки бензина вследствие своих недостатков — неудобства пользования и неточности дозировки **состава смеси**—в настоящее время в автомобильных двигателях не применяются.

Система впрыска топлива обеспечивает хорошее распыливание его. Некоторое распространение это устройство получило в виде самостоятельного прибора для обеспечения пуска двигателя зимой; в этом случае оно может дополняться электрической спиралью, подогревающей впрыскиваемое топливо и обеспечивающей лучшее испарение его.

Специальное пусковое устройство представляет собой отдельный небольшой карбюратор, выполненный в одном корпусе с основным и



Фиг. 194. Схемы пусковых карбюраторов:

*a* — Зенит (английский): 1 — жиклер топливный; 2 — жиклер эмульсионный с трубкой; 3 — колодец; 4 — насадок (диффузор); 5 — поршень; 6 — канал для эмульсии; 7, 8 — воздушные отверстия. *б* — Солекс (английский): 1 — жиклер топливный; 2 — жиклер воздушный; 3 — колодец; 4 — золотник; 5 — золотниковая коробка; 6 — канал для эмульсии; 7 — воздушный жиклер.

работающий только при запуске (фиг. 194, *a* и *б*). Такой карбюратор обеспечивает наилучшее выполнение требований, предъявляемых к горючей смеси при пуске. Недостаток его — сложность и дороговизна. Специальные пусковые устройства довольно широко распространены на европейских автомобилях.

При наличии пускового карбюратора необходимо, чтобы:

1) при пуске дроссельная заслонка была прикрыта во избежание нарушения дозировки смеси;

2) после запуска и прогрева двигателя пусковой карбюратор был полностью выключен во избежание непроизводительного расхода топлива при работе двигателя с прикрытым дросселем (спуск с горы, холостой ход и т. д.).

Наибольшее распространение в качестве пускового устройства получила воздушная заслонка. При помощи этой заслонки перекрывается воздушная труба карбюратора перед распылителями и диффузором. Поэтому количество воздуха, проходящего через диффузор, уменьшается, а подача топлива через дозирующие устройства карбюратора увеличивается. При этом качество смеси при пуске может меняться в широких пределах в зависимости от взаимного положения дроссельной и воздушной заслонки.

Если, например, при пуске прикрыть и воздушную и дроссельную заслонки, то горючая смесь будет подаваться только через систему холостого хода, топлива в смеси в условиях запуска будет недостаточно и двигатель не заведётся. Если же при пуске прикрыть воздушную заслонку, а дроссельную полностью открыть, то из главного дозирующего устройства начнётся интенсивное истечение топлива, а из системы холостого хода топливо подаваться не будет. Вследствие малого расхода воздуха через карбюратор и неудовлетворительного распыливания вытекающего топлива испарение его будет проходить очень медленно. Топливо будет стекать по стенкам воздушной трубы, а смесь переобогатится настолько, что двигатель не будет заводиться. Получится так называемый «пересос» топлива.

При пользовании воздушной заслонкой для правильной дозировки горючей смеси водитель должен обладать достаточной квалификацией и навыками.

С целью упростить пользование воздушной заслонкой применяют различные дополнительные приспособления, чаще всего представляющие собой комбинацию следующих составных элементов:

1) обогатительной иглы или другого устройства, пропускающего дополнительное топливо к распылителям в период запуска и прогрева двигателя;

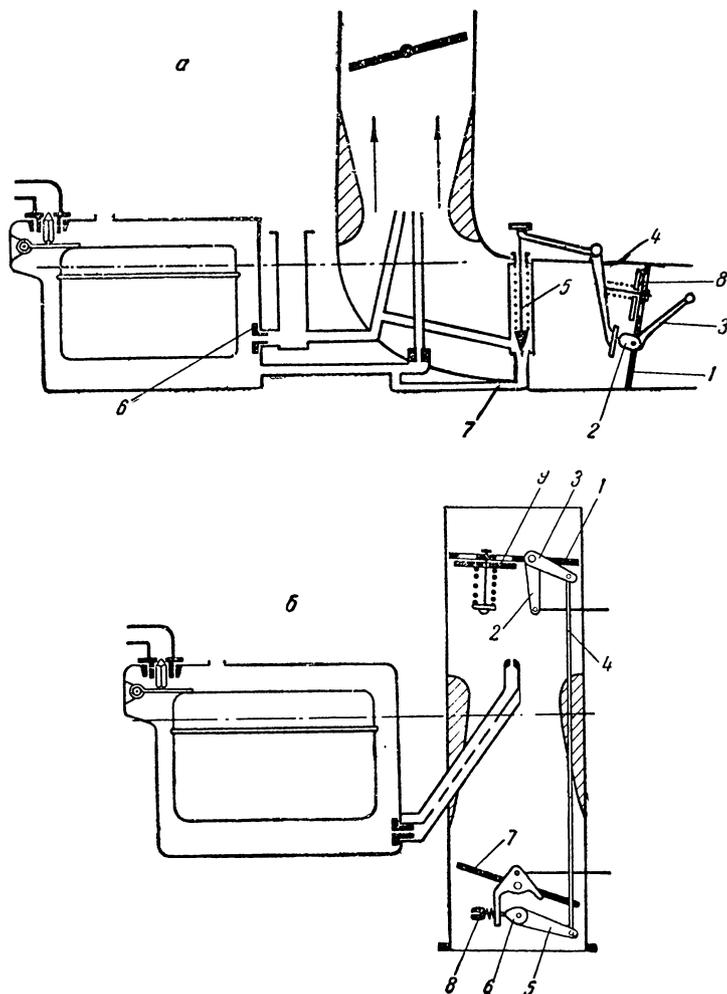
2) клапана на воздушной заслонке, который автоматически открывается, после того как двигатель завёлся при закрытой воздушной заслонке и пропускает воздух в карбюратор;

3) рычажной связи между воздушной и дроссельной заслонками, благодаря которой дроссель, при закрытии воздушной заслонки, приоткрывается на нужную величину.

На схемах фиг. 195, *a* и *б* показаны примеры сочетания воздушной заслонки с отдельными приспособлениями, перечисленными выше.

Пусковое устройство карбюратора К-14 (схема *a*) состоит из обогатительной иглы и воздушной заслонки с автоматическим клапаном. На оси воздушной заслонки 1 жёстко укреплен кулачок 2, выполненный заодно с рычагом 3. Последний связан тягой с кнопкой, находящейся на щитке в кабине водителя. При пуске водитель вытягивает кнопку, воздушная заслонка 1 закрывается, а кулачок 2, нажимая на рычаг 4, поднимает обогатительную иглу 5. В результате смесь обогащается, так

как к распылителю компенсационного жиклера топливо подходит как через жиклер *б*, так и через канал *7*. Автоматический клапан *8* установлен на воздушной заслонке. Как только двигатель заведётся, разрежение за воздушной заслонкой резко увеличивается, клапан, отходя от заслонки, открывает имеющиеся в ней отверстия; благодаря этому карбюратор проходит дополнительный воздух, предотвращающий переобогащение смеси. По мере прогрева двигателя воздушную заслонку



Фиг. 195. Схемы пусковых устройств с воздушной заслонкой:  
*а* — К-14; *б* — Стромберг.

постепенно открывают; одновременно опускается игла *5* и смесь обедняется.

В пусковом устройстве, применяющемся в карбюраторах фирмы Стромберг, осуществлена рычажная связь между воздушной и дроссельной заслонками в сочетании с автоматическим клапаном на воздушной заслонке. На оси воздушной заслонки *1* укреплены рычаги *2* и *3*. Рычаг *2* связан с кнопкой управления пусковым устройством. Рычаг *3* соединён тягой *4* с рычажком *5*, выполненным заодно с кулачком *6*. Положение дросселя *7* зависит от положения упорного винта *8*, упирающегося при прикрытом дросселе в кулачок *6*. При запуске необхо-

димо вытянуть кнопку управления пусковым устройством. Воздушная заслонка 1 закрывается, а рычаги 2 и 3 поворачиваются против часовой стрелки. Тяга 4 идёт вверх и кулачок 6, поворачиваясь, заставляет открываться дроссельную заслонку 7. При первых вспышках дополнительный воздух проходит через автоматический клапан 9, предупреждая переобогащение смеси.

Описанные устройства для облегчения запуска двигателя включаются и выключаются водителем. Наряду с этим всё большее распространение получают автоматические устройства, работающие без вмешательства водителя и автоматически обеспечивающие те положения воздушной и дроссельной заслонок, которые необходимы на разных этапах запуска двигателя. Автоматические пусковые устройства применяются, главным образом, на легковых автомобилях, преимущественно американских.

### § 5. ЭКОНОМАЙЗЕР

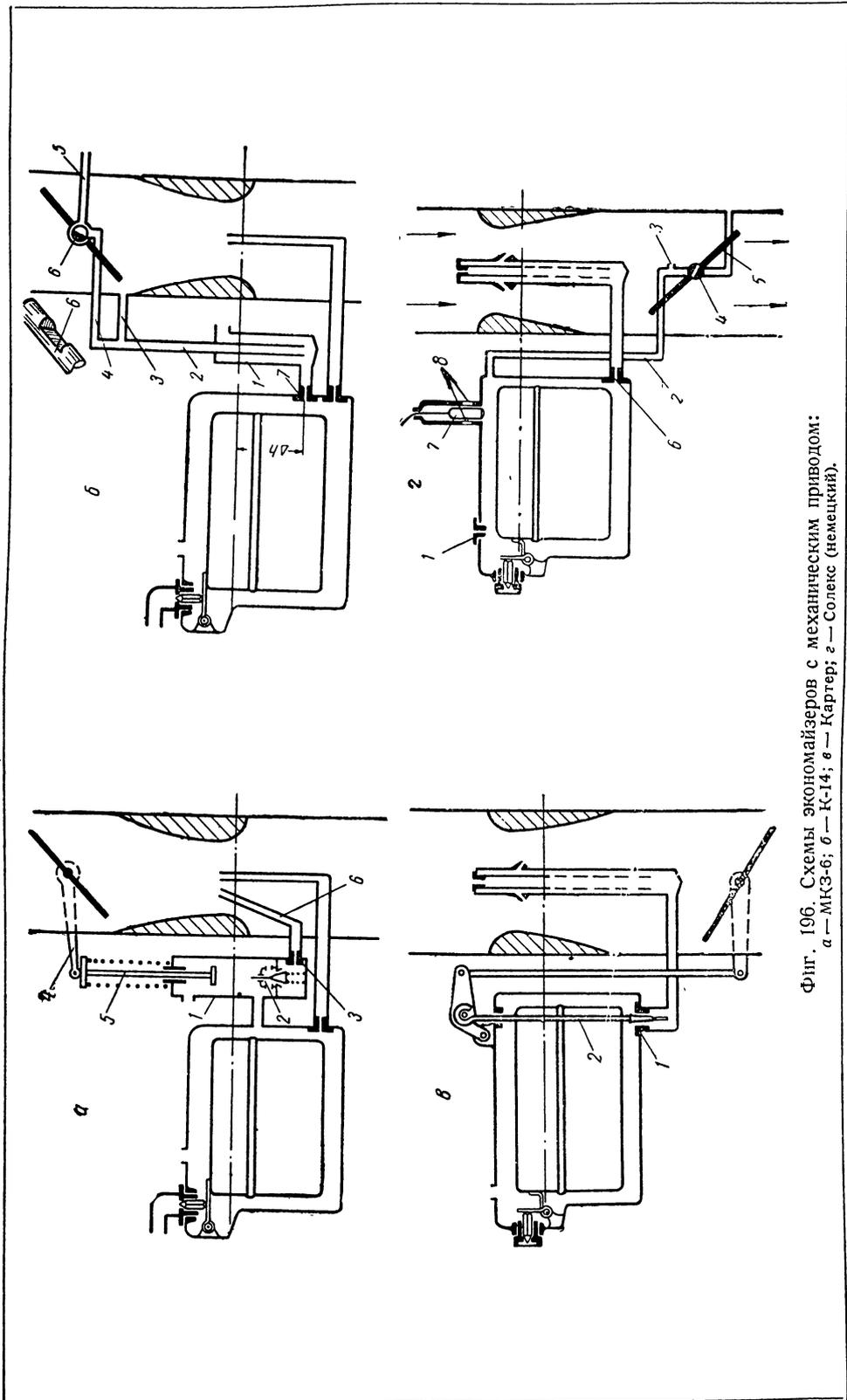
Идеальный карбюратор при средних нагрузках должен подавать смесь, обеспечивающую экономичную работу двигателя, а при максимальной и близкой к ней нагрузках — богатую смесь, обеспечивающую наибольшую мощность. Для удовлетворения этих требований главное дозирующее устройство современного карбюратора регулируется на состав смеси, близкий к экономичному. При больших же нагрузках через специальное устройство — экономайзер — подаётся дополнительное топливо, обогащающее смесь.

Экономайзеры современных карбюраторов различаются по способу включения в общую систему дозирования топлива и бывают двух видов:

- 1) независимые, имеющие отдельный канал для подачи топлива в воздушную трубу карбюратора;
- 2) включённые в главное дозирующее устройство, т. е. подающие топливо в тот же канал, что и указанное устройство.

На фиг. 196, а представлена схема карбюратора МКЗ-6 с независимым включением экономайзера. Последний состоит из колодца 1, в котором находятся клапан 2 и жиклер экономайзера 3. С дроссельной заслонкой связан рычаг 4, опирающийся на шток 5. По мере открытия дросселя шток 5 опускается вниз. Когда дроссель придёт в положение, соответствующее 80—90% полной нагрузки, шток 5 откроет клапан 2 и через жиклер экономайзера 3 и распылитель 6 пойдёт дополнительное топливо, обогащающее смесь. Истечение топлива из жиклера экономайзера соответствует схеме а фиг. 177.

Другой пример карбюратора (К-14) с независимым включением экономайзера показан на фиг. 196, б. В колодец 1 опущена трубка 2, соединённая каналом 3 с воздушной трубой карбюратора и каналом 4 с бобышкой оси дросселя 6. Сверление 5 сообщает бобышку с атмосферой. Часть оси дросселя 6 спилена. При средних нагрузках в трубку 2 поступает атмосферный воздух через сверление 5. Топливо из экономайзера выходить не будет, и через канал 3 пойдёт чистый воздух. После перехода к большим нагрузкам ось 6 перекроет канал 4; в трубке 2 появится разрежение и топливо начнёт поступать в воздушную трубу по каналу 3. Когда топливо в колодце 1 израсходуется, истечение его из жиклера экономайзера 7 будет соответствовать схеме в (фиг. 177), т. е. не будет зависеть от разрежения в карбюраторе. Так как количество вытекающего из экономайзера топлива постоянно при данной нагрузке, то степень обогащения смеси при полном дросселе зависит от числа оборотов: при малых числах оборотов обогащение смеси будет больше, чем при больших. Такое изменение состава смеси соответствует характеристике идеального карбюратора (фиг. 181).



Фиг. 196. Схемы экономайзеров с механическим приводом:  
 а — МҚЗ-6; б — К-14; в — Картер; г — Солекс (немецкий).

Схема экономайзера, объединённого с системой главного дозирующего устройства, дана на фиг. 196, *в* (карбюратор Картер). В отверстие главного жиклера 1 входит калиброванная игла 2. На средних нагрузках игла занимает положение, показанное на схеме фиг. 196, *в*. Дозирующим отверстием является кольцевой зазор между внутренним отверстием жиклера 1 и иглой 2. При переходе к большим нагрузкам игла 2 поднимается настолько, что в отверстии жиклера 1 остаётся тонкая часть иглы 2, и подача топлива растёт. Делая переменным сечение тонкой части иглы 2, можно добиться необходимого изменения состава смеси по нагрузке.

В экономайзере, показанном на фиг. 196, *г* (карбюратор Солекс — немецкий), поплавковая камера связана с атмосферой через калиброванное воздушное отверстие 1. Другое воздушное отверстие 3 имеется в канале 2, который подходит к бобышке оси дросселя. В оси дросселя сделано сверление 4, а в бобышке оси — сверление 5. При средних нагрузках через канал 2 из поплавковой камеры отсасывается больше воздуха, чем успевает поступить через отверстие 1. Поэтому в поплавковой камере устанавливается давление  $p_1$ , меньшее атмосферного  $p_0$ . Количество топлива, вытекающего из главного жиклера 6, определяется разрежением  $\Delta p_1 = p_1 - p_x$ . При переходе к большим нагрузкам ось дросселя станет так, что через сверление 5 и канал 2 в поплавковую камеру будет поступать наружный воздух и в ней установится давление  $p_2$ . Разрежение, вызывающее истечение топлива  $\Delta p_2 = p_2 - p_x$ , увеличится, и через главный жиклер 6 будет поступать больше топлива. На фиг. 196, *г* предусматривается устройство, позволяющее водителю обогащать смесь при тяжёлых условиях работы независимо от положения дросселя. Плунжер 7 связан тросом с кнопкой на приборном щитке в кабине. Вытягивая кнопку, водитель поднимает плунжер 7, через отверстие 8 проходит наружный воздух, и в поплавковой камере устанавливается атмосферное давление.

Включать экономайзеры можно при помощи механического или пневматического привода. Экономайзеры первого типа вступают в работу в зависимости от положения дроссельной заслонки. Начало работы экономайзеров второго типа зависит от разрежения в воздушной трубе карбюратора, т. е. определяется не только положением дросселя, но и числом оборотов двигателя.

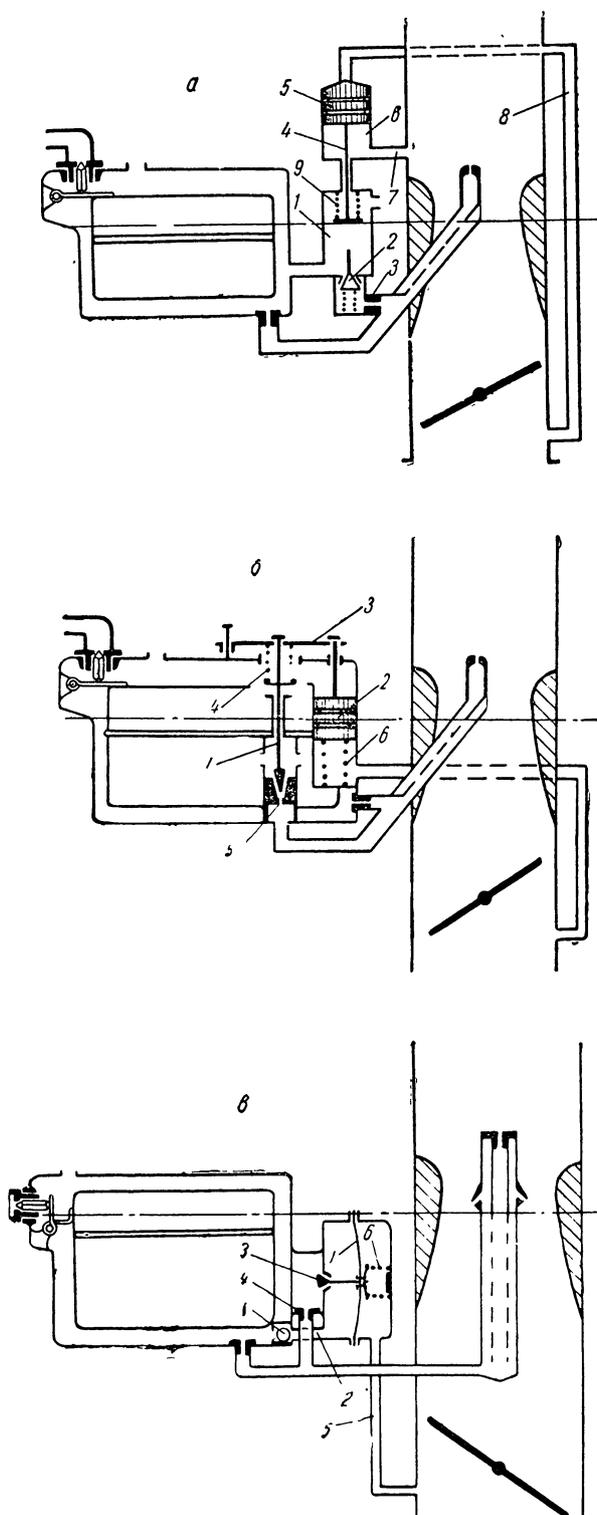
Схемы экономайзеров с пневматическим приводом даны на фиг. 197. Экономайзер (фиг. 197, *а*) Зенит-Стромберг состоит из колодца 1, в котором находятся клапан 2 и жиклер 3. Шток 4 связан с поршнем 5. Нижняя часть цилиндра 6 соединена каналом 7 с пространством до дросселя, а верхняя часть каналом 8 с задроссельным пространством. Положение поршня 5 зависит от соотношения трёх сил. Сила пружины 9 и вес поршня 5 со штоком 4 стремятся переместить шток вниз, а разность давлений, действующих на поршень, удерживает его в верхнем положении, когда разрежение над поршнем будет значительно больше, чем под ним. При переходе к большим нагрузкам разница в разрежениях до дросселя и за дросселем уменьшается настолько, что поршень 5 опускается вниз под действием пружины 9 и своего веса. Клапан 2 открывается, и в распылитель главного дозирующего устройства поступает дополнительное топливо.

Экономайзер карбюратора Картер (фиг. 197, *б*) отличается от предыдущего тем, что вместо клапана здесь имеется игла 1. При средних нагрузках поршень 2 находится в нижнем положении. Усилие через соединительную планку 3 и пружину 4 передаётся от него игле 1, которая закрывает путь топливу через жиклер экономайзера 5. При переходе к большим нагрузкам поршень 2 перемещается под действием пружины 6

вверх, игла 1 поднимается и через жиклер 5 поступает дополнительное топливо.

На фиг. 197, в показана схема экономайзера с пневматическим приводом диафрагменного типа (карбюратор Солекс — английский). Рядом с поплавковой камерой находится камера экономайзера, разделённая диафрагмой 1 на две части. Полость слева от диафрагмы 1 соединена каналом 2 с поплавковой камерой. Если клапан 3 открыт, то топливо может поступать через жиклер экономайзера 4 к распылителю главного дозирующего устройства. Полость справа от диафрагмы 1 соединена каналом 5 с пространством за дросселем. При средних нагрузках разрежение справа от диафрагмы 1 заставляет её переместиться в правое крайнее положение; клапан 3 при этом закрыт. При переходе к полным нагрузкам разрежение справа от диафрагмы 1 уменьшается настолько, что диафрагма 1 под действием пружины 6 перемещается в левое крайнее положение; клапан 3 при этом открывается, и в главное дозирующее устройство поступает дополнительное топливо.

Сравнивая экономайзеры с механическим и пневматическим приводом, надо отметить, что в первых момент включения в работу зависит только от положения дросселя, а во вторых — от разрежения за дросселем. При одном и том же положении дросселя разрежение тем меньше, чем



Фиг. 197. Схемы экономайзеров с пневматическим приводом:

а — Зенит-Стромберг; б — Картер; в — Солекс (английский).

меньше число оборотов. Поэтому экономайзер с пневматическим приводом вступает в работу раньше на меньших оборотах, чем на больших. Уменьшение степени обогащения смеси на полном дросселе с увеличением числа оборотов отвечает характеристике идеального карбюратора (фиг. 181), и в этом заключается преимущество экономайзера с пневматическим приводом. Достоинством экономайзера с механическим приводом является то, что в нём легче контролировать и регулировать момент открытия клапана экономайзера.

Так как вступление экономайзера в работу связано с увеличением мощности двигателя, то жиклер экономайзера называется часто жиклером мощности.

## § 6. УСКОРИТЕЛЬНЫЙ НАСОС

Автомобильный двигатель в известных эксплуатационных условиях (движение по холмистой местности, обгон идущего впереди транспорта и т. п.) работает с резко меняющимися режимами.

Средняя скорость движения автомобиля в значительной мере зависит от способности двигателя быстро переходить от режима холостого хода на режим полных нагрузок при резком открытии дросселя, т. е. от приёмистости двигателя, которая в свою очередь зависит от состава горючей смеси. При резком открытии дросселя на короткий момент наступает обеднение смеси. При этом мощность двигателя падает настолько, что он может заглохнуть. Это происходит вследствие того, что при резком открытии дросселя разрежение в диффузоре быстро растёт. Расход воздуха и подача топлива увеличиваются в неодинаковой степени. Так как плотность воздуха примерно в 600 раз меньше плотности топлива, то при резком изменении разрежения ускорение воздуха получается значительно больше, чем топлива, и в цилиндры поступает некоторое время обеднённая смесь.

Очевидно, что чем длиннее путь смеси во всасывающем трубопроводе, тем сильнее сказывается разность скоростей воздуха и топлива и тем больше обеднение смеси.

Уменьшить временное обеднение смеси при резком открытии дросселя и улучшить приёмистость двигателя можно путём обогащения смеси соответствующей регулировкой карбюратора и применением ускорительных устройств (насосов) в карбюраторе.

При постоянной работе на обогащённой смеси приёмистость двигателя улучшается, так как, несмотря на обеднение смеси в момент разгона, её состав остаётся достаточно богатым для удовлетворительной работы двигателя. Однако этот путь весьма нерационален ввиду неэкономичной работы двигателя.

Ускорительные устройства карбюратора подают дополнительное топливо, служащее для временного обогащения или, точнее, для предотвращения обеднения смеси при резком открытии дросселя.

Простейший ускорительный эффект достигается созданием резерва топлива в главном дозирующем устройстве. Например, в системе с двумя жиклерами (фиг. 186) при работе на холостом ходу в компенсационном колодце накапливается топливо; при резком открытии дросселя оно играет роль резерва и быстро отсасывается через распылитель, так как его истечение не лимитируется компенсационным жиклером. Эта порция топлива уменьшает обеднение смеси при резком открытии дросселя. Колодцы с резервным топливом могут быть сделаны и в системе с пневматическим торможением топлива. Обычно количество резервного топлива бывает не велико и мало улучшает приёмистость двигателя.

Значительно эффективнее ускорительные насосы, которые в настоящее время получили преимущественное распространение. Ускорительные насосы существующих карбюраторов в зависимости от способа включения в общую систему дозировки топлива выполняются отдельно или включаются в систему главного дозирующего устройства.

Схемы ускорительных насосов различных типов представлены на фиг. 198. На фиг. 198, *а* дана схема отдельного ускорительного насоса карбюратора МКЗ-6. При резком открытии дросселя усилие передаётся от рычага 1, укрепленного на оси дросселя, поршню 2. Поршень 2, перемещаясь вниз, давлением бензина открывает нагнетательный клапан 3 и дополнительное топливо впрыскивается в воздушную трубу карбюратора через распылитель и жиклер ускорения 4. Когда дроссельная заслонка закрывается, поршень 2 поднимается и пространство под поршнем заполняется топливом, поступающим из поплавковой камеры через шариковый впускной клапан 5. При ходе поршня вниз шарик клапана 5 под давлением бензина поднимается, препятствуя обратному перетеканию топлива в поплавковую камеру.

Другая схема отдельного ускорительного насоса (карбюратор Солекс — немецкий) дана на фиг. 198, *б*. Здесь отсутствует непосредственная связь между дроссельной заслонкой и поршнем ускорительного насоса. При открытии дросселя рычаг 1 отходит вниз. Под действием пружины 2 поршень насоса опускается. Впускной клапан 4 при этом закрывается, а нагнетательный клапан 5 открывается. Топливо впрыскивается в воздушную трубу, проходя через жиклер 3. Количество впрыскиваемого топлива можно изменять перестановкой рычага 6 в проточках штока 7. Если рычаг 6 стоит в верхней проточке, ход поршня будет наибольшим.

Количество впрыскиваемого топлива зависит от условий работы автомобиля; например, летом при малых нагрузках и хорошей дороге следует иметь малый ход поршня насоса. Это повышает экономичность двигателя без ущерба его приёмности.

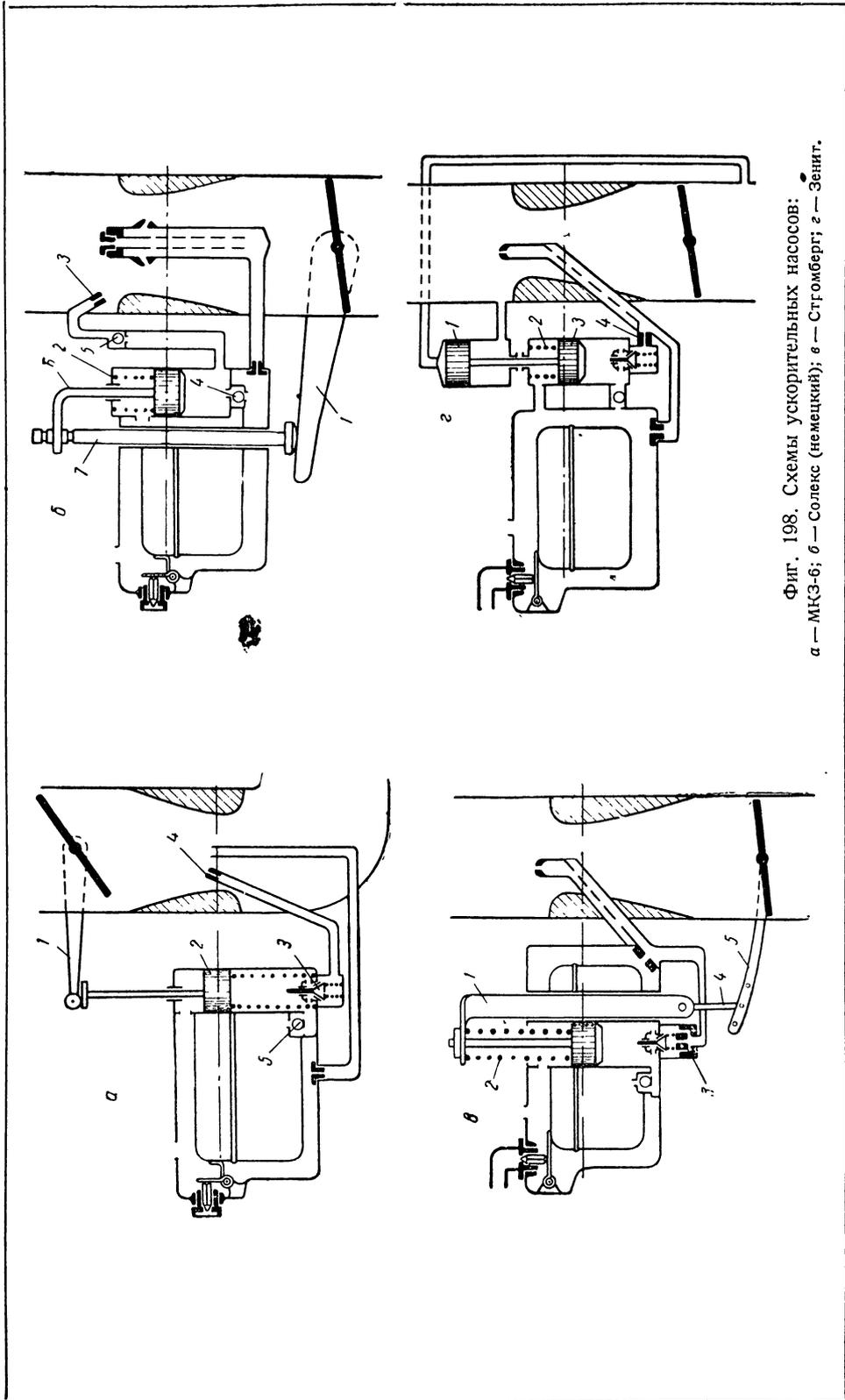
Описанный насос отличается от предыдущего тем, что резкость впрыска топлива зависит здесь от силы пружины 2. Кроме того, резкое открытие дросселя происходит беспрепятственно, тогда как в насосе, показанном на фиг. 198, *а*, топливо, не успевая проходить через жиклер 4 и в зазор между поршнем 2 и стенками цилиндра, может оказывать сопротивление открытию дросселя.

Схема насоса, обеспечивающего затяжной впрыск топлива, изображена на фиг. 198, *в* (карбюратор Стромберг). При открытии дросселя шток 1 идёт вниз, сжимая пружину 2. Сила сжатой пружины 2 заставляет поршень опускаться и впрыскивать дополнительное топливо в воздушную трубу карбюратора.

Длительный затяжной впрыск топлива является преимуществом этого насоса, так как обеднение смеси происходит не только в момент резкого открытия дросселя, но продолжается некоторое время и после прекращения его движения.

Ход поршня можно изменять, переставляя соединительное звено 4 в отверстиях рычага 5. Наибольший ход поршня получается, если соединительное звено 4 поставить в отверстие, наиболее удалённое от оси дроссельной заслонки.

Наряду с насосами, имеющими механический привод, как на представленных выше схемах, существуют насосы с пневматическим приводом, т. е. такие, в которых включение в работу зависит от разности разрежений до и после дросселя. Поэтому включение в работу такого насоса зависит не только от положения дросселя, но и от числа оборотов, что имеет значение, например, при выходе автомобиля с трудной



Фиг. 198. Схемы ускорительных насосов:  
 а — МКЗ-6; б — Солекс (немецкий); в — Стромберг; г — Зенит.

на лёгкую дорогу, т. е. при разгоне на определенном положении дросселя.

На фиг. 198, *г* представлена схема ускорительного насоса (карбюратор Зенит), включённого в систему главного дозирующего устройства и имеющего пневматический привод. Когда дроссель прикрыт, разрежение передаётся из пространства за дросселем к поршню 1, который отходит в верхнее крайнее положение. При резком открытии дросселя разрежение под поршнем 1 падает и под действием пружины 2 он перемещается вниз вместе с поршнем насоса 3. При этом дополнительное топливо подаётся в распылитель главного дозирующего устройства, проходя жиклер 4.

Другой ускорительный насос с пневматическим приводом, объединённый с экономайзером и с диафрагмой, заменяющей поршни 1 и 3 (фиг. 198, *д*), был показан раньше на фиг. 197, *в* (карбюратор Солекс — английский). При резком открытии дросселя разрежение справа от диафрагмы 1 падает, и последняя перемещается влево под действием пружины 6, и в распылитель главного дозирующего устройства поступает дополнительное топливо.

На схемах фиг. 197, *в* и 198, *а, в* показано, как ускорительный насос может выполняться в комбинации с экономайзером.

Регулировка отдельного ускорительного насоса облегчается, так как она непосредственно не связана с работой прочих дозирующих устройств карбюратора. Поэтому ускорительные насосы такого типа получают широкое распространение. Насосы с пневматическим приводом встречаются реже, чем насосы с механическим приводом, и выполняются обычно объединёнными с экономайзером.

## Г л а в а IV

### УСТРОЙСТВО И ОБСЛУЖИВАНИЕ КАРБЮРАТОРОВ

#### § 1. ТИПЫ КАРБЮРАТОРОВ

По направлению воздушного потока все карбюраторы можно разбить на три типа:

- 1) с восходящим потоком (фиг. 199, *а*);
- 2) с падающим, или обратным, потоком (фиг. 199, *б*);
- 3) с горизонтальным потоком (фиг. 199, *в*).

В настоящее время карбюраторы с падающим потоком получают всё более широкое распространение. Объясняется это следующими их преимуществами:

1. Улучшается наполнение цилиндров рабочей смесью и мощность двигателя несколько возрастает (иногда до 3—4%) по сравнению с двигателем, снабжённым карбюратором с восходящим потоком, так как всасывающей системе удаётся придать более выгодные очертания в смысле уменьшения гидравлического сопротивления потоку смеси. Кроме того, при падающем потоке та же степень распыливания топлива получается при больших размерах горловины диффузора.

2. Карбюратор более доступен и удобен для обслуживания, так как рабочие органы в нём расположены выше.

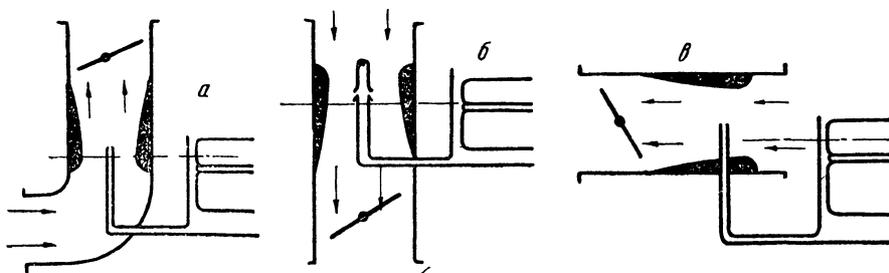
3. Воздух поступает в карбюратор, как правило, сверху и поэтому содержит в себе меньше пыли.

Существенным недостатком карбюратора с падающим потоком по сравнению с карбюратором с восходящим потоком является то, что при неумелом обращении, неисправностях или плохом испарении, а также при злоупотреблении «подсосом» всё топливо стекает во всасывающий

трубопровод, а оттуда в цилиндры, смывает смазку и стекает в картер, где разжижает масло.

Основное преимущество карбюратора с горизонтальным потоком — более выгодная форма всасывающего трубопровода (с меньшим числом поворотов).

В двигателе большого литража через главное дозирующее устройство поступает большое количество топлива, так что для его распыливания и испарения пришлось бы значительно повысить скорость потока и сузить горловину диффузора. Кроме того, при большом числе цилин-

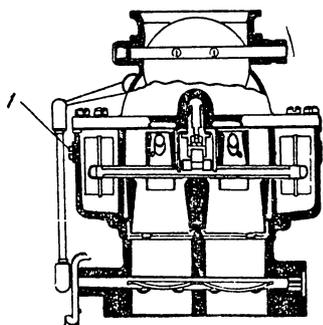


Фиг. 199. Типы карбюраторов:

а — с восходящим потоком; б — с падающим потоком; в — с горизонтальным потоком.

дров всасывающий трубопровод имеет такие размеры и форму, что нельзя обеспечить одинаковое напорное и состав смеси во всех цилиндрах. Поэтому вместо одного всасывающего трубопровода приходится ставить их несколько, обычно два. Вместо того чтобы ставить на каждый трубопровод отдельный карбюратор, в современных 8- и 12-цилиндровых двигателях применяются сдвоенные карбюраторы.

Схема сдвоенного карбюратора изображена на фиг. 200. Карбюратор имеет две самостоятельные смесительные камеры, две системы главного дозирующего устройства и холостого хода, две дроссельные заслонки на одной оси. Общими являются поплавковая камера, воздушная заслонка (пусковое устройство), ускорительный насос и часто экономайзер. Принцип устройства отдельных частей и систем сдвоенного карбюратора такой же, как и одинарного.



Фиг. 200. Схема сдвоенного карбюратора Стромберг:

1 — пробка для контроля уровня топлива в поплавковой камере.

Сдвоенный карбюратор дороже одинарного и несколько сложнее в эксплуатации, но он существенно повышает мощность и экономичность двигателя, питая его цилиндры более тщательно распыленной и испарившейся горючей смесью.

В заключение приведём краткие сведения о распространении карбюраторов различных типов и марок на автомобилях США периода 1941—1943 гг.

Карбюраторы с падающим потоком ставились на всех моделях легковых автомобилей, на половине моделей автобусов, на ряде марок основных грузовых автомобилей. В остальных случаях ставились карбюраторы с восходящим потоком. Карбюраторы с горизонтальным потоком встречались в единичных случаях на автобусах и грузовиках (3—4% всех моделей автобусов).

Сдвоенные карбюраторы ставились в среднем на половине всех моделей легковых автомобилей, а на грузовиках и автобусах распространения не имели.

Около 90 % всех моделей легковых автомобилей, грузовиков и автобусов снабжались карбюраторами двух фирм: корпорации Бендикс (карбюраторы Стромберг и Zenit) и компании Картер (карбюраторы Картер). Из фирм, выпускающих широко распространённые модели автомобилей, только компания Форд устанавливала на свои автомобили карбюраторы собственного производства (заимствованные у фирмы Чендлер-Гровс и Холлей). Каждая из фирм, производящих карбюраторы, выпускала большое количество различных моделей. Фирма Картер, например, имела на производстве свыше 80 моделей карбюраторов и до 200 модификаций, незначительно отличавшихся друг от друга. Карбюраторами Картер снабжалось от половины до двух третей моделей легковых автомобилей, наиболее распространённый в США грузовик Шевроле, ряд грузовиков Додж и Студебеккер массового производства, армейский легковой автомобиль Виллис и др. Карбюраторами Zenit снабжалось свыше двух третей грузовиков и автобусов и среди них «Интернационал», GMC, Додж. Наконец, карбюраторы Стромберг применялись преимущественно на легковых автомобилях (25—30 % всех моделей).

Подавляющая масса автомобилей основных зарубежных стран снабжена карбюраторами трёх-четырёх фирм:

- 1) Zenit (заводы в США, Англии, Франции, Германии);
- 2) Стромберг (США, Франция, Англия);
- 3) Картер (США, заводы Опель в Германии);
- 4) Солекс (Англия, Франция, Германия).

Модели карбюраторов, производящихся заводами одной и той же фирмы, но находящимися в различных странах, обычно несколько отличаются по своему устройству.

## § 2. УСТРОЙСТВО КАРБЮРАТОРОВ

Предварительно следует сделать несколько замечаний относительно положения поплавковой камеры, которая влияет на работу карбюратора при спусках и подъёмах, разгоне и повороте автомобиля вследствие того, что уровень топлива в распылителях изменяется.

Чаще всего поплавковая камера располагается впереди воздушной трубы карбюратора с тем, чтобы фонтанирование топлива происходило при подъёмах, когда требуется большая мощность (фиг. 210, *а*). Если поплавковую камеру расположить сзади воздушной трубы, то при подъёмах автомобиля уровень топлива в распылителе будет понижаться (фиг. 201, *б*) и смесь обедняться. Чтобы уровень топлива в распылителе при угловых колебаниях автомобиля менялся возможно меньше, поплавковой камере и поплавку придают иногда кольцевую форму (фиг. 201, *в*) и располагают их вокруг диффузора.

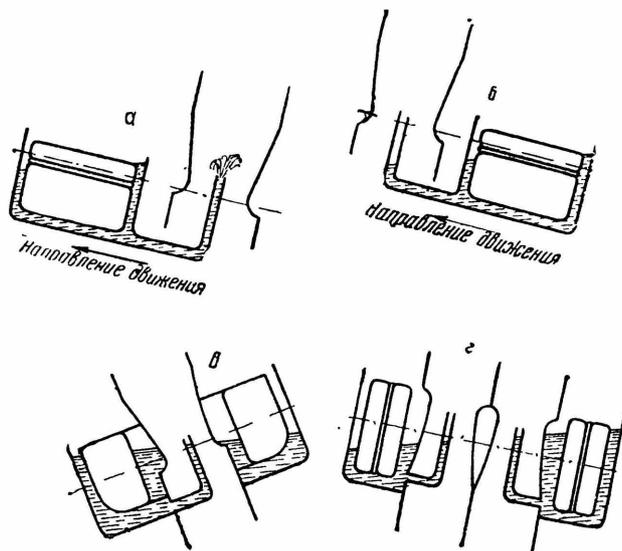
В современных сдвоенных карбюраторах, как правило, применяют два поплавка, расположенных симметрично относительно воздушной трубы и связанных одним коромыслом (карбюратор Солекс, Стромберг, фиг. 200). Коромысло действует на одну общую запорную иглу. При таком устройстве угловые колебания автомобиля почти не влияют на уровень топлива в распылителях (фиг. 201, *г*).

По способу сообщения с атмосферой различают поплавковые камеры двух типов:

- 1) неуравновешенные (небалансированные);
- 2) уравновешенные (балансированные).

Камеры первого типа сообщаются с атмосферным воздухом непосредственно. Камеры второго типа отличаются тем, что воздух в них поступает из воздушной трубы карбюратора, предварительно пройдя воздухоочиститель. Поэтому эти камеры имеют следующие преимущества:

1. Изменение сопротивления воздухоочистителя, например при его засорении, не влияет на качество смеси. В камерах неуравновешенного типа при засорении воздухоочистителя уменьшается давление в диф-



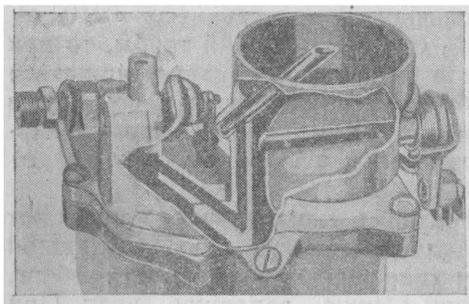
Фиг. 201. Влияние расположения поплавковой камеры на уровень топлива в распылителе при наклонах автомобиля.

фузоре. Так как давление в поплавковой камере остаётся прежним, то разность этих давлений по мере засорения воздухоочистителя растёт; в результате смесь обогащается.

В камерах уравновешенного типа разность давлений в поплавковой камере и диффузоре при тех же условиях почти не меняется, чем и обеспечивается неизменность регулировки карбюратора.

2. Воздух в поплавковую камеру поступает очищенным.

Иногда поплавковую камеру уравновешенного типа соединяют с воздушной трубой при помощи трубки, имеющей срез, направленный навстречу потоку в его середине (фиг. 202). При этом колебания давлений в поплавковой камере уменьшаются, так как трубка, выведенная срезом в центр воздушного потока, использует скоростной напор, частично компенсирующий возрастающее разрежение в воздушной трубе.



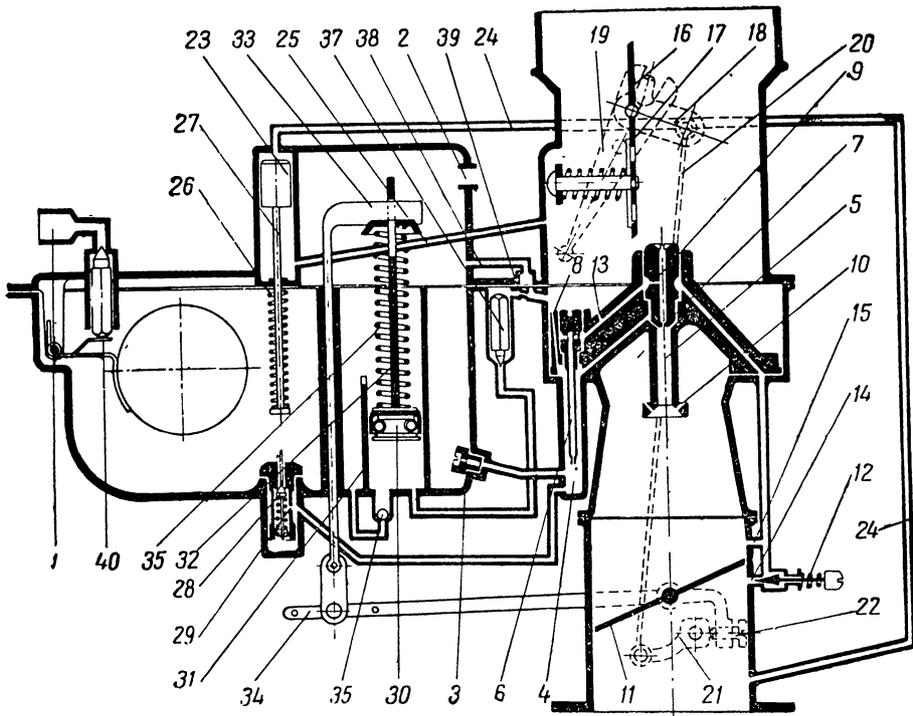
Фиг. 202: Поплавковая камера уравновешенного типа карбюратора Картер W-1.

Ниже приводится описание устройства наиболее распространённых карбюраторов с принципиальными схемами, описанием основных деталей, краткими характеристиками дозирующих устройств и данными об

особенностях конструкции<sup>1</sup>. В качестве типового примера приведено подробное описание карбюратора Форд, устанавливаемого на двигателях Форд-6, модель 2G8T.

### Карбюратор Форд-Холлей

Прототипом описываемого карбюратора служил карбюратор Чендлер-Гровс, выпускавшийся затем с некоторыми изменениями фирмой Холлей, а в настоящее время заводами Форда. Карбюратор опрокинутого типа, выпускается сдвоенным для легковых автомобилей V-8 и одинарным для грузовых автомобилей 2G8T. Ниже описан карбюратор грузового автомобиля.



Фиг. 203. Принципиальная схема карбюратора Форд-Холлей:

1 — трубка для подачи топлива; 2 — отверстие, сообщающее поплавковую камеру с атмосферой; 3 — главный жиклер; 4 — колодец; 5 — распылитель главного дозирующего устройства; 6 — трубка с жиклером холостого хода; 7 и 8 — воздушные жиклеры главного дозирующего устройства; 9 — воздушный жиклер системы холостого хода; 10 — воздушные отверстия; 11 — дроссельная заслонка; 12 — регулировочный винт системы холостого хода; 13 — воздушный жиклер системы холостого хода; 14 — нижнее выходное отверстие системы холостого хода; 15 — верхнее выходное отверстие системы холостого хода; 16 — воздушная заслонка; 17 — автоматический воздушный клапан; 18 — соединительное звено; 19 — рычаг привода воздушной заслонки; 20 — тяга; 21 — рычажок с кулачком; 22 — упорный винт; 23 — поршень экономайзера; 24 — канал пневматического привода экономайзера; 25 — канал; 26 — пружина экономайзера; 27 — шток экономайзера; 28 — клапан экономайзера; 29 — жиклер экономайзера; 30 — поршень ускорительного насоса; 31 — цилиндр ускорительного насоса; 32 — шток ускорительного насоса; 33 и 34 — рычаги привода ускорительного насоса; 35 — пружина ускорительного насоса; 36 — выпускной клапан ускорительного насоса; 37 — нагревательный клапан ускорительного насоса; 38 — воздушный клапан; 39 — жиклер ускорительного насоса; 40 — опорная пятка рычажка поплавка.

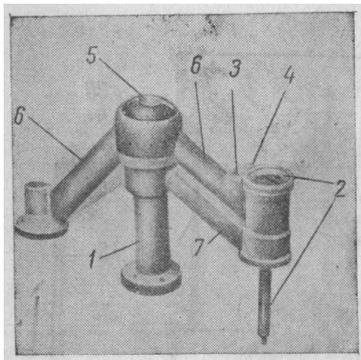
Принципиальная схема карбюратора представлена на фиг. 203. Бензонасос подаёт топливо через трубку 1 и запорную иглу в поплавковую

<sup>1</sup> На принципиальных схемах все каналы условно показаны в одной плоскости и не показаны отдельные второстепенные детали.

камеру. Поплавковая камера неуравновешенного типа сообщается с атмосферой через отверстие 2<sup>1</sup>.

Корпус карбюратора состоит из трёх отливок: 1) верхней части воздушной трубы с крышкой поплавковой камеры, 2) средней части воздушной трубы, отлитой заодно с диффузором и поплавковой камерой и содержащей в себе основные жиклеры и каналы, и 3) нижней части воздушной трубы с фланцем для крепления к всасывающему трубопроводу.

Главное дозирующее устройство работает по принципу пневматического торможения топлива. Из поплавковой камеры бензин поступает через главный жиклер 3 в колодец 4 и далее к нижнему каналу жиклерного блока. Жиклерный блок (фиг. 204) представляет собой отливку,



Фиг. 204. Жиклерный блок карбюратора Форд:

1 — распылитель; 2 — трубка с жиклером холостого хода; 3 — воздушный жиклер системы холостого хода; 4 — воздушный жиклер главного дозирующего устройства; 5 — пробка с воздушными жиклерами; 6 — рельеф канала системы холостого хода; 7 — рельеф канала главного дозирующего устройства.

укреплённую двумя винтами в средней части воздушной трубы. Жиклерный блок содержит в себе (фиг. 203) распылитель 5, трубку 6 с топливным жиклером холостого хода на нижнем конце, воздушные жиклеры 7 и 8 главного дозирующего устройства, воздушные жиклеры 9 и 13 холостого хода и каналы для прохода эмульсии. Конструктивно отверстия 7 и 9 выполнены в пробке, ввернутой в жиклерный блок, а жиклер 8 сделан в виде калиброванного канала.

Тормозной воздух, поступающий через воздушный жиклер 8, всасывает топливо, идущее из колодца 4 в нижний канал жиклерного блока. Получающаяся эмульсия на пути в распылитель 5 дополнительно распыливается воздухом, выходящим из воздушного жиклера 7. Кроме того, этот воздух препятствует сифонному действию при прекращении работы главного дозирующего устройства. При выходе из распылителя 5 эмульсия ещё раз распыливается струями

воздуха, выходящими из четырёх отверстий 10.

На холостом ходу и малых нагрузках работает система холостого хода. Когда дроссель 11 прикрыт так, как показано на фиг. 203, за дросселем создаётся значительное разрежение. Бензин проходит через топливный жиклер холостого хода в трубке 6, верхние каналы жиклерного блока и, опускается по вертикальному каналу, мимо регулировочного винта 12 к нижнему выходному отверстию 14. Разрежение у жиклера холостого хода, вызывающее истечение топлива, будет меньше, чем разрежение за дросселем, благодаря поступлению тормозного воздуха через воздушные жиклеры 13 и 9 и через отверстие 15. Эмульсия, выходящая из отверстия 14, дополнительно распыливается воздухом, проходящим в зазор между краем дросселя и стенкой воздушной трубы. С переходом на малые нагрузки увеличивается количество воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. Соответственно по мере открытия дросселя, увеличивается подача топлива, так как отверстие 15 оказывается вначале у края дросселя, а потом под дросселем. При этом через отверстие 15 уже не будет поступать тормозной воздух и разрежение у жиклера холостого хода увеличится. Благодаря этому эмульсия через отверстия 14 и 15 будет выходить в большем количестве.

При дальнейшем увеличении нагрузки разрежение у отверстий 14 и 15 будет уменьшаться, в соответствии с чем количество топлива, по-

<sup>1</sup> С 1943 г. карбюраторы выпускаются с поплавковой камерой уравновешенного типа.

даваемого системой холостого хода, также будет уменьшаться. В это же время разрежение в диффузоре будет возрастать, и в работу вступит главное дозирующее устройство. На определённом интервале режимов система холостого хода и главное дозирующее устройство будут работать совместно.

Для облегчения запуска служит воздушная заслонка 16 с дополнительными приспособлениями — автоматическим клапаном 17 и рычажной связью с дросселем. Перед пуском двигателя водитель вытягивает кнопку управления воздушной заслонкой. Рычаг 19 поворачивается и, нажимая верхним концом на выступ звена 18, закрывает жёстко с ним связанную воздушную заслонку 16. При этом тяга 20 идёт вверх, рычажок с кулачком 21 поворачивается и, нажимая на упорный винт 22, приоткрывает в нужной мере дроссель 11. Благодаря этому топливо поступает в смесительную камеру в большем количестве.

Когда двигатель начал работать, автоматический клапан 17 пропускает дополнительное количество воздуха, предотвращающее переобогащение смеси. При этом характерное безжужжание клапана 17 напоминает водителю, что воздушную заслонку необходимо приоткрыть. По мере прогрева двигателя водитель постепенно открывает воздушную заслонку, и дроссель прикрывается до положения, соответствующего холостому ходу. Когда двигатель прогрет, воздушная заслонка удерживается шариковым стопором в полностью открытом положении, и топливо подаётся только через систему холостого хода.

При больших нагрузках в работу вступает экономайзер, обогащающий смесь до состава, обеспечивающего наибольшую мощность двигателя. Экономайзер имеет пневматический привод и включён в систему главного дозирующего устройства. Полость над поршнем 23 экономайзера сообщается каналом 24 с пространством за дросселем, полость под поршнем экономайзера связана каналом 25 со средней частью воздушной трубы карбюратора. При малых и средних нагрузках разность давлений под поршнем 23 и над ним настолько значительна, что поршень 23 находится в верхнем положении. При переходе к большим нагрузкам давление под дроссельной заслонкой будет увеличиваться и поршень экономайзера опустится под действием пружины 26. При этом шток экономайзера 27 откроет клапан 28 и в колодец 4 будет поступать дополнительное топливо. Жиклером экономайзера является калиброванное отверстие 29 в боковой стенке гнезда клапана. Так как положение поршня экономайзера 23 зависит от разности давлений над поршнем и под ним, то дополнительное топливо через экономайзер будет подаваться также при закрытой воздушной заслонке в моменты нажатия на акселератор водителем во время прогрева двигателя.

Чтобы предотвратить переобогащение смеси при резком открытии дросселя, карбюратор снабжён ускорительным насосом. Насос выполнен отдельно и имеет механический привод. На поршне 30 насоса надета кожаная манжета, прижимаемая пружиной к стенкам цилиндра 31 насоса. В штоке 32 имеется прорезь, по которой может свободно скользить конец рычага 33. При резком нажатии на акселератор дроссель 11 и жёстко с ним связанный рычаг 34 поворачиваются, и рычаг 33 движется вниз, сжимая пружину насоса 35. Силой сжатой пружины и производится впрыск топлива. Такой способ соединения штока 32 и рычага 33 улучшает приёмистость двигателя, так как обеспечивает затяжной впрыск топлива. При впрыске впускной клапан 36 закрыт, а игольчатый клапан 37 приподнят. По каналу 38 поступает воздух, примешивающийся к струе топлива, улучшая его распыливание. Когда насос не работает, этот воздух уменьшает разрежение у жиклера ускорения 39 во избежание возможного подсоса топлива из-под нагнетательного клапана 37.

## Карбюраторы К-14 и МКЗ-6

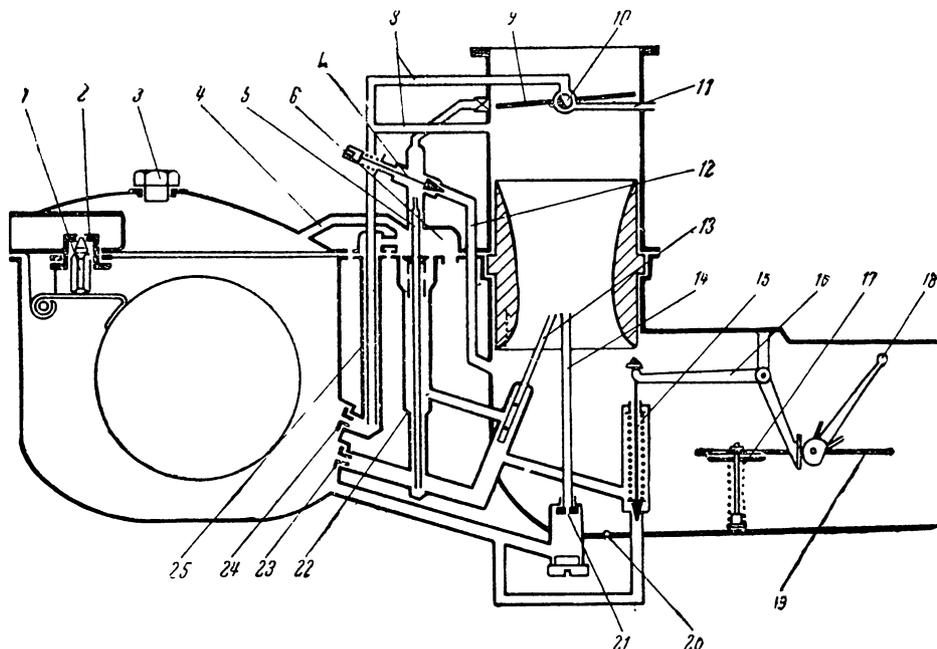
### 1. Характеристика карбюратора К-14 (фиг. 205).

Тип карбюратора — с восходящим потоком.

Тип поплавковой камеры — неуравновешенная<sup>1</sup>.

Главное дозирующее устройство — с компенсационным жиклером (фиг. 186).

Система холостого хода — с выходным отверстием в виде вертикальной щели (фиг. 192, з) и с регулировкой качества смеси путём изменения количества тормозного воздуха (фиг. 193, а).



Фиг. 205. Принципиальная схема карбюратора К-14:

1 — запорная игла; 2 — гнездо запорной иглы; 3 — пробка для заливки бензина при пуске двигателя (если поплавковая камера пустая); 4 — сверление, сообщающее поплавковую камеру с атмосферой; 5 — трубка с жиклером холостого хода; 6 — воздушная камера; 7 — регулировочный винт системы холостого хода; 8 — каналы экономайзера; 9 — дроссельная заслонка; 10 — запил на оси дроссельной заслонки; 11 — сверление в бобышке оси дроссельной заслонки; 12 — канал подвода воздуха в систему холостого хода; 13 — распылитель компенсационного жиклера; 14 — распылитель главного жиклера; 15 — обогатительная игла; 16 — коленчатый рычаг; 17 — автоматический воздушный клапан; 18 — рычажок с кулачком, управляющим открытием обогатительной иглы; 19 — воздушная заслонка; 20 — отверстие для вытекания излишнего топлива, засосанного при пуске; 21 — главный жиклер; 22 — компенсационный колодец; 23 — компенсационный жиклер; 24 — жиклер экономайзера; 25 — колодец экономайзера.

Пусковое устройство — воздушная заслонка с автоматическим клапаном и обогатительной иглой (фиг. 195, а).

Экономайзер — с независимым включением и механическим приводом (фиг. 196, б).

Карбюратор устанавливается на автомобилях ГАЗ-М-1, ГАЗ-ММ, ГАЗ-ААА.

### 2. Характеристика карбюратора МКЗ-6<sup>2</sup> (фиг. 206).

Тип карбюратора — с восходящим потоком.

<sup>1</sup> Более поздняя модель К-14Б имеет поплавковую камеру уравновешенного типа. Вследствие того что давление в воздушной трубе карбюратора, с которой соединена поплавковая камера, ниже атмосферного, перепад давлений, вызывающий истечение топлива, уменьшается. Поэтому пропускная способность жиклеров карбюратора К-14Б больше, чем в модели К-14.

<sup>2</sup> На фиг. 206 ось воздушной заслонки 19 условно повернута на 90°.

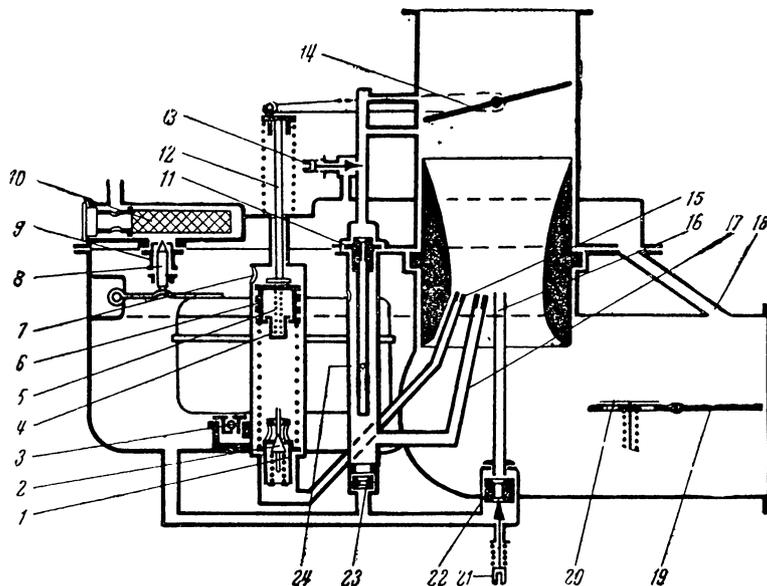
Тип поплавковой камеры — уравновешенная.

Главное дозирующее устройство — с компенсационным жиклером (фиг. 186). В некоторых карбюраторах главный жиклер снабжён регулировочной иглой (стр. 188).

Система холостого хода — с двумя выходными отверстиями (фиг. 192, а, б) и с регулировкой качества смеси путём изменения количества тормозного воздуха (фиг. 193, а).

Пусковое устройство — воздушная заслонка с автоматическим клапаном.

Экономайзер — комбинированный с ускорительным насосом, с механическим приводом (фиг. 198, а). Внутри поршня б (фиг. 206) располо-



Фиг. 206. Принципиальная схема карбюратора МКЗ-6:

1 — седло клапана экономайзера; 2 — клапан экономайзера; 3 — впускной клапан ускорительного насоса; 4 — стаканчик поршня ускорительного насоса; 5 — пружина стаканчика поршня; 6 — поршень ускорительного насоса; 7 — прорезь для слива избыточного топлива; 8 — запорная игла; 9 — гнездо запорной иглы; 10 — сетчатый топливный фильтр; 11 — жиклер холостого хода; 12 — шток поршня ускорительного насоса; 13 — регулировочный винт системы холостого хода; 14 — дроссельная заслонка; 15 — жиклер экономайзера и ускорительного насоса; 16 — распылитель главного жиклера; 17 — распылитель компенсационного жиклера; 18 — канал, сообщающий поплавковую камеру с атмосферой; 19 — воздушная заслонка; 20 — автоматический воздушный клапан; 21 — регулировочная игла главного жиклера; 22 — главный жиклер; 23 — компенсационный жиклер; 24 — компенсационный колодец.

жен подвижной стаканчик 4, отжимаемый пружиной 5, более сильной, чем пружина клапана экономайзера 2. При нижнем положении поршня 6, когда клапан экономайзера открыт, стаканчик 4 упирается в седло 1 клапана экономайзера. При дальнейшем ходе поршня 6 стаканчик 4 входит внутрь поршня. Такая конструкция позволяет в более широких пределах производить регулировку начала открытия клапана экономайзера и, кроме того, даёт возможность укоротить клапан экономайзера 2 и уменьшить его ход во избежание его перекосов.

Карбюратор устанавливается на автомобилях ЗИС-5, ЗИС-6, ЗИС-8, ЗИС-16, ЯГ-4, ЯГ-6.

### Карбюраторы Стромберг и К-23Б

1. Характеристика карбюратора Стромберг, модель ВХОУ-1 (фиг. 207).

Тип карбюратора — с падающим потоком.

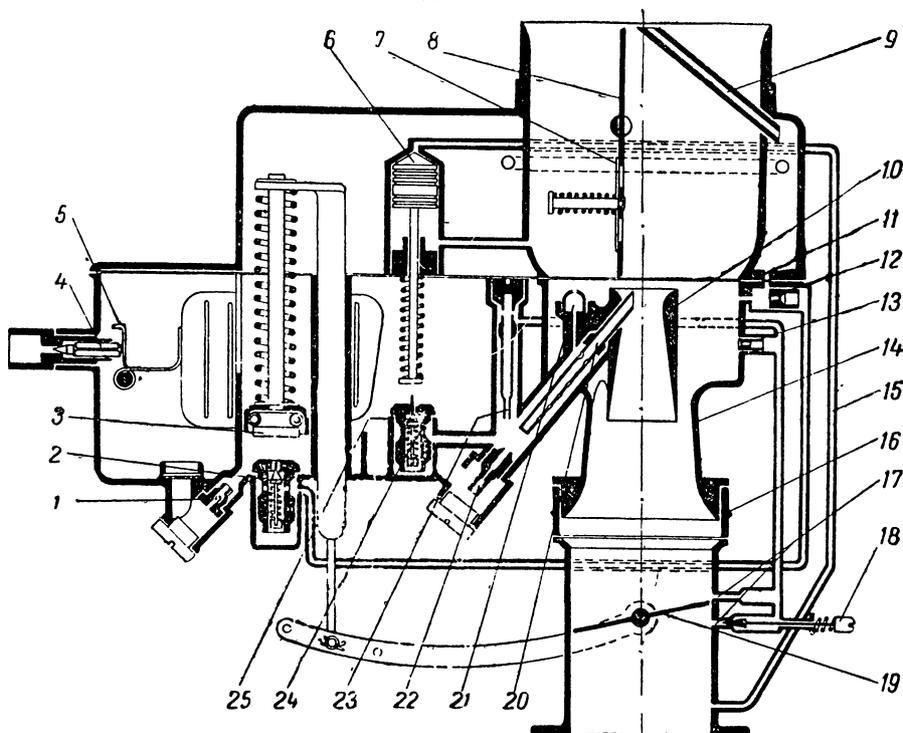
Тип поплавковой камеры — уравновешенная (фиг. 202).

Главное дозирующее устройство — с пневматическим торможением топлива (фиг. 189, в).

Система холостого хода — с двумя выходными отверстиями (фиг. 192, а, б) и регулировкой качества смеси путём изменения количества эмульсии (фиг. 193, б).

Пусковое устройство — воздушная заслонка с автоматическим клапаном.

Экономайзер включён в систему главного дозирующего устройства и имеет пневматический привод (фиг. 197, а).



Фиг. 207: Принципиальная схема карбюратора Стромберг XV0V:

1 — впускной клапан ускорительного насоса; 2 — нагнетательный клапан ускорительного насоса; 3 — поршень ускорительного насоса; 4 — запорная игла поплавковой камеры; 5 — опорная пятка рычага поплавка; 6 — поршень экономайзера; 7 — автоматический воздушный клапан; 8 — воздушная заслонка; 9 — трубка, сообщающая поплавковую камеру с атмосферой; 10 — малый диффузор; 11 — воздушный жиклер ускорительного насоса; 12 — жиклер ускорительного насоса; 13 — воздушный жиклер системы холостого хода; 14 — главный диффузор; 15 — канал пневматического привода экономайзера; 16 — теплоизоляционная прокладка; 17 — выходные отверстия системы холостого хода; 18 — регулировочный винт системы холостого хода; 19 — дроссельная заслонка; 20 — распылитель главного дозирующего устройства; 21 — воздушный жиклер главного дозирующего устройства; 22 — главный жиклер; 23 — трубка с жиклером холостого хода; 24 — седло клапана с жиклером экономайзера; 25 — клапан экономайзера.

Ускорительный насос — с механическим приводом (фиг. 198, г).

Между средней и нижней частями корпуса поставлена теплоизоляционная прокладка, предупреждающая нагрев топлива в поплавковой камере и испарение легких фракций при работе двигателя и после его остановок.

Карбюратор устанавливается на автомобиле Бантам ВРС.

2. Характеристика карбюратора К-23Б (фиг. 208).

Тип карбюратора — с падающим потоком.

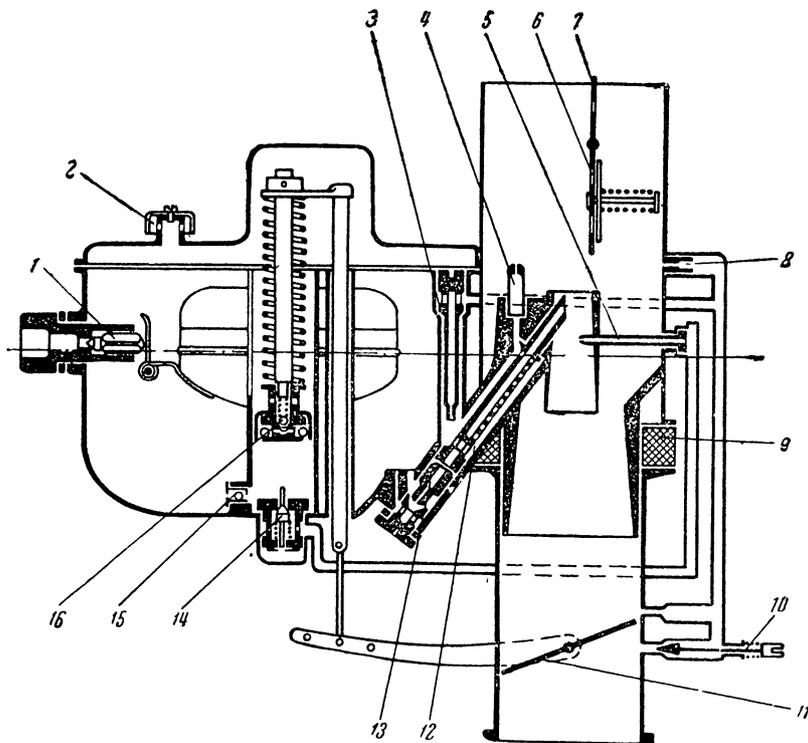
Тип поплавковой камеры — неуравновешенная.

Главное дозирующее устройство — с пневматическим торможением топлива (фиг. 189, в).

Система холостого хода — с двумя выходными отверстиями (фиг. 192, а, б) и с регулировкой качества смеси путём изменения количества эмульсии (фиг. 193, б).

Пусковое устройство — воздушная заслонка с автоматическим клапаном и рычажной связью с дроссельной заслонкой.

Экономайзер объединён с ускорительным насосом и выполнен с независимым включением и механическим приводом. Предохранительный клапан 16 служит для предохранения деталей ускорительного насоса от больших нагрузок в случае засорения насоса.



Фиг. 208. Принципиальная схема карбюратора К-23Б:

1 — запорная игла поплавковой камеры; 2 — воздушное отверстие поплавковой камеры; 3 — трубка с жиклером холостого хода; 4 — воздушный жиклер главного дозирующего устройства; 5 — распылитель экономайзера и ускорительного насоса с жиклером; 6 — автоматический воздушный клапан; 7 — воздушная заслонка; 8 — воздушный жиклер системы холостого хода; 9 — теплоизоляционная прокладка; 10 — регулировочный винт системы холостого хода; 11 — дроссельная заслонка; 12 — распылитель главного дозирующего устройства; 13 — главный жиклер; 14 — нагнетательный клапан ускорительного насоса; 15 — впускной клапан экономайзера; 16 — предохранительный клапан.

Средняя и нижняя части корпуса карбюратора разделены теплоизоляционной прокладкой 9 для того, чтобы тепло от выхлопного трубопровода не вызывало испарения и кипения топлива в поплавковой камере и каналах.

Карбюратор устанавливается на автомобиле ГАЗ-67.

### Карбюраторы Зенит

1. Характеристика карбюратора Зенит 28 AV11 (фиг. 209).

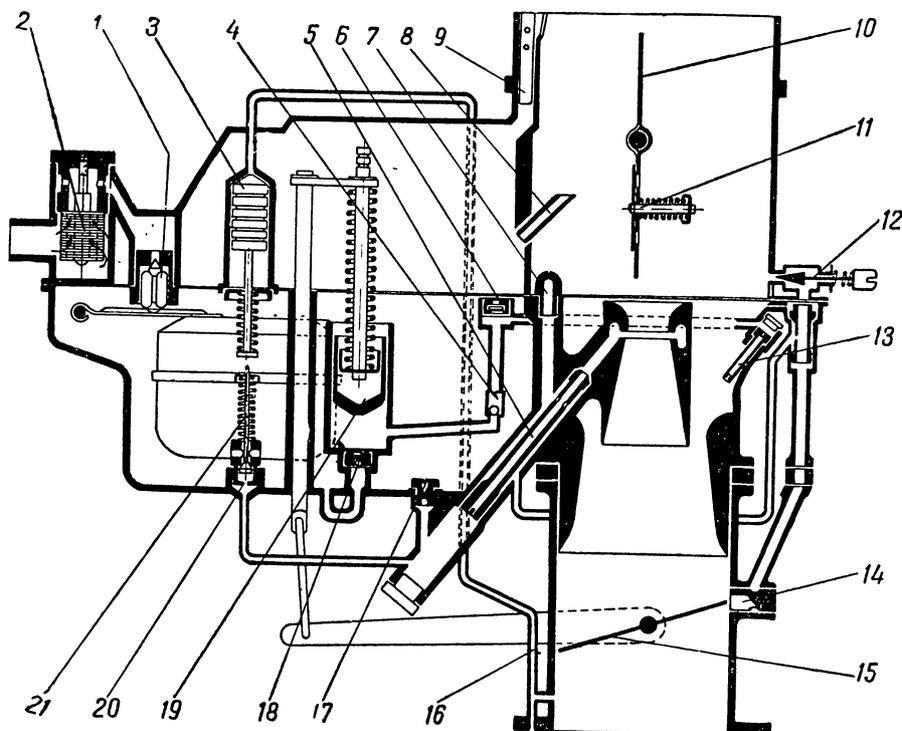
Тип карбюратора — с падающим потоком.

Тип поплавковой камеры — уравновешенная. Так как трубка 8 находится за воздушной заслонкой, поплавковая камера сообщается с воз-

душной трубой каналом 9. Благодаря этому при закрытой воздушной заслонке в поплавковой камере не создаётся значительного разрежения. В поплавковой камере помещается топливный фильтр тонкой очистки 2, состоящий из большого числа пластин толщиной 0,05 мм, в щели между которыми проходит топливо.

Главное дозирующее устройство — с пневматическим торможением топлива.

Система холостого хода — с выходным отверстием в виде щели (фиг. 192, *г*) и регулировкой качества смеси путём изменения количества тормозного воздуха (фиг. 193, *а*).



Фиг. 209. Принципиальная схема карбюратора Zenit 28 AV11:

1 — запорная игла поплавковой камеры; 2 — топливный фильтр тонкой очистки; 3 — поршень вакуумного привода экономайзера; 4 — нагнетательный клапан ускорительного насоса; 5 — распылитель главного дозирующего устройства; 6 — воздушный клапан канала ускорительного насоса; 7 — воздушный жиклер главного дозирующего устройства; 8 и 9 — труба и канал, сообщающие поплавковую камеру с воздушным патрубком карбюратора; 10 — воздушная заслонка; 11 — автоматический воздушный клапан; 12 — регулировочный винт системы холостого хода; 13 — жиклер и распылитель ускорительного насоса; 14 — выходная щель системы холостого хода; 15 — дроссельная заслонка; 16 — канал пневматического привода экономайзера; 17 — главный жиклер; 18 — впускной клапан ускорительного насоса; 19 — поршень ускорительного насоса; 20 — жиклер экономайзера; 21 — клапан экономайзера.

Пусковое устройство — воздушная заслонка с автоматическим клапаном.

Экономайзер включён в систему главного дозирующего устройства и имеет пневматический привод (фиг. 197, *а*). Канал 16 выведен к фланцу карбюратора на случай установки регулятора числа оборотов.

Ускорительный насос — с механическим приводом. Пластинчатый клапан 6 при неработающем насосе пропускает воздух в канал 4, вследствие чего не происходит подсоса топлива из цилиндра ускорительного насоса. При ходе нагнетания клапан 6 закрывается.

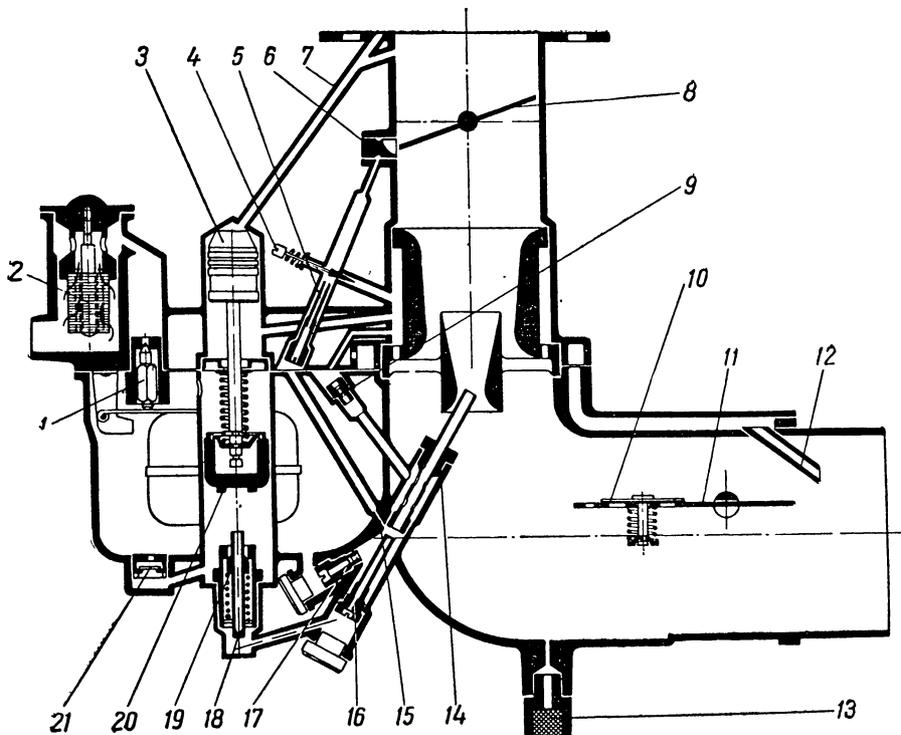
Карбюратор устанавливается на трёхосных автомобилях GМC ССКW-352 и 353.

## 2. Характеристика карбюратора Zenit 63AW-11R (фиг. 210).

Тип карбюратора — с восходящим потоком.

Тип поплавковой камеры — уравновешенная (фиг. 202). В поплавковой камере помещается пластинчатый топливный фильтр тонкой очистки 2.

Главное дозирующее устройство — с пневматическим торможением топлива. Параллельно с подачей через главный жиклер 17 топливо на средних нагрузках подаётся в распылитель также из системы экономайзера, проходя через два последовательно расположенных жиклера 18



Фиг. 210. Принципиальная схема карбюратора Zenit 63AW-11R

1 — запорная игла поплавковой камеры; 2 — топливный фильтр тонкой очистки; 3 — поршень пневматического привода экономайзера и ускорительного насоса; 4 — регулировочный винт системы холостого хода; 5 — жиклер холостого хода; 6 — выходная щель системы холостого хода; 7 — канал пневматического привода экономайзера и ускорительного насоса; 8 — дроссельная заслонка; 9 — воздушный жиклер главного дозирующего устройства; 10 — автоматический воздушный клапан; 11 — воздушная заслонка; 12 — трубка, сообщающая поплавковую камеру с воздушным патрубком карбюратора; 13 — топливоуловитель; 14 — распылитель главного дозирующего устройства; 15 — жиклер холостого хода; 16 — жиклер экономайзера; 17 — главный жиклер; 18 — дополнительный жиклер; 19 — нагнетательный клапан ускорительного насоса (клапан экономайзера); 20 — поршень ускорительного насоса и экономайзера; 21 — впускной клапан ускорительного насоса.

и 16. Такое устройство позволяет сделать размеры каждого жиклера больше, чем одного общего, и уменьшить, таким образом, возможность их засорения.

Система холостого хода — с выходным отверстием в виде щели (фиг. 192, г) и с регулировкой качества смеси путём изменения количества тормозного воздуха (фиг. 193, а).

Пусковое устройство — воздушная заслонка с автоматическим клапаном.

Экономайзер включён в систему главного дозирующего устройства и имеет пневматический привод. Два отверстия, которыми канал 7 сообщается с воздушной трубой и фланцем (фиг. 210), служат для работы

карбюратора с регулятором числа оборотов или без него. Когда клапан 19 открыт, топливо проходит к распылителю 14 главного дозирующего устройства через жиклер 16. Сопrotивление на пути топлива уменьшается, и этим достигается необходимое обогащение смеси.

Ускорительный насос объединён с экономайзером, подаёт топливо в систему главного дозирующего устройства и имеет пневматический привод (фиг. 198, e).

Карбюратор устанавливается на грузовом автомобиле «Интернационал» М-5-6.

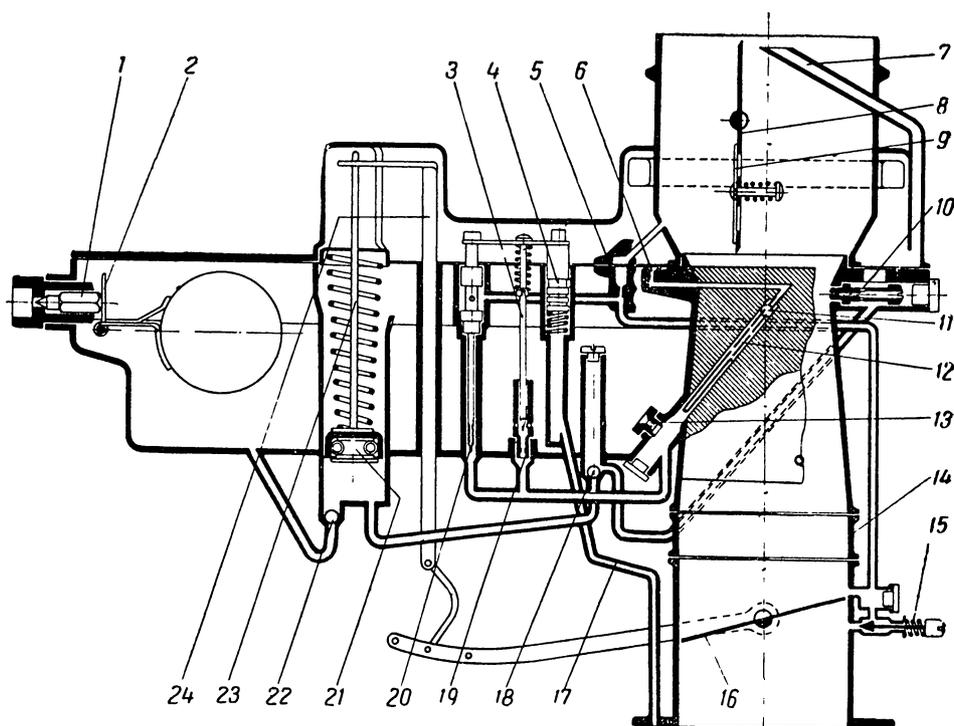
### Карбюраторы Картер

1. Характеристика карбюратора Картер ЕТТ-1 (фиг. 211).

Тип карбюратора — с падающим потоком.

Тип поплавковой камеры — уравновешенная (фиг. 202).

Главное дозирующее устройство — с пневматическим торможением топлива. В диффузоре находится обтекаемая перегородка, в теле которой выполнен канал для эмульсионной трубки 12. В верхней части перегородки находятся два отверстия 11 (на фиг. 211 показаны пунктиром) для выхода эмульсии.



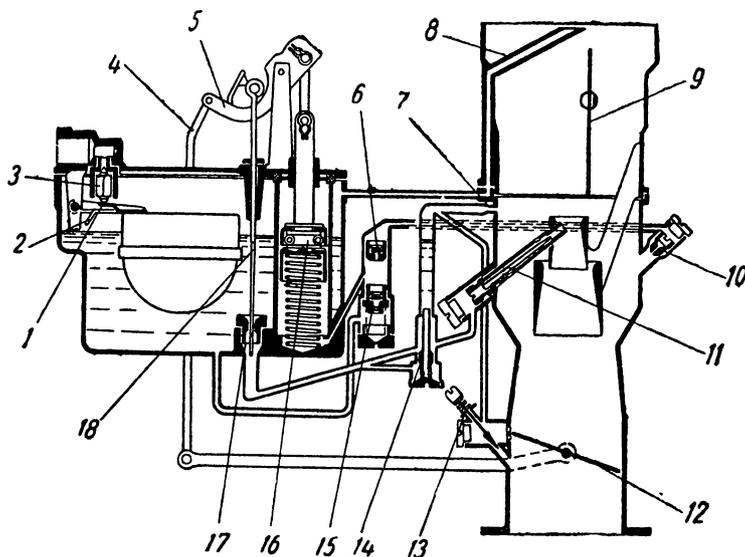
Фиг. 211. Принципиальная схема карбюратора Картер ЕТТ-1:

1 — запорная игла поплавковой камеры; 2 — опорная пятка рычага поплавка; 3 — игла экономайзера; 4 — поршень вакуумного привода экономайзера; 5 — воздушный жиклер системы холостого хода; 6 — воздушный жиклер главного дозирующего устройства; 7 — трубка, сообщающая поплавковую камеру с воздушным патрубком карбюратора; 8 — воздушная заслонка; 9 — автоматический воздушный клапан; 10 — распылитель ускорительного насоса; 11 — отверстия для выхода эмульсии из главного дозирующего устройства; 12 — эмульсионная трубка главного дозирующего устройства; 13 — главный жиклер; 14 — гермоизоляционная прокладка; 15 — регулировочный винт системы холостого хода; 16 — дроссельная заслонка; 17 — канал пневматического привода экономайзера; 18 — жиклер экономайзера; 19 — жиклер ускорительного насоса; 20 — трубка с жиклером холостого хода; 21 — поршень ускорительного насоса; 22 — впускной клапан ускорительного насоса; 23 — шток ускорительного насоса; 24 — рычаг привода ускорительного насоса.

Система холостого хода — с двумя выходными отверстиями (фиг. 192, а, б) и регулировкой качества смеси путём изменения количества эмульсии (фиг. 193, б).

- Пусковое устройство — воздушная заслонка с автоматическим клапаном.

Экономайзер включён в систему главного дозирующего устройства и имеет пневматический привод (фиг. 197, б). Канал 17, связывающий полость под поршнем с воздушной трубой, подведён к фланцу, так как между карбюратором и всасывающей трубой установлен регулятор числа оборотов. Разрежение в канал передаётся из полости всасывающего трубопровода за регулятором.



Фиг. 212. Принципиальная схема карбюратора Картер W-1:

1 — опорная пятка рычага поплавка; 2 — ограничительный язычок рычага; 3 — запорная игла поплавковой камеры; 4 — соединительный стержень; 5 — рычаг привода иглы и ускорительного насоса; 6 — нагнетательный клапан ускорительного насоса; 7 — воздушный жиклер системы холостого хода; 8 — трубка, соединяющая поплавковую камеру с воздушным патрубком карбюратора; 9 — воздушная заслонка; 10 — жиклер ускорительного насоса; 11 — распылитель главного дозирующего устройства; 12 — дроссельная заслонка; 13 — регулировочный винт системы холостого хода; 14 — трубка с жиклером холостого хода; 15 — впускной клапан ускорительного насоса; 16 — поршень ускорительного насоса; 17 — главный жиклер; 18 — калиброванная игла.

Ускорительный насос — с механическим приводом. Когда дроссель закрывается, рычаг 24 поднимается вместе со штоком поршня 23 и сжимает пружину. При ходе нагнетания поршень 21 опускается под действием сжатой пружины, так как рычаг 24 свободно перемещается вниз относительно штока 23. Отверстие для выхода эмульсии находится у горловины диффузора, поэтому для уменьшения разрежения у нагнетательного клапана к распылителю ускорительного насоса 10 подводится значительное количество атмосферного воздуха.

Карбюратор устанавливается на грузовом автомобиле Додж WF-32. Карбюратор аналогичной конструкции — Картер BBR-1-429S устанавливается на автомобилях Студебеккер US6 и US6×4.

2. Характеристика карбюратора Картер W-1 (фиг. 212).

Тип карбюратора — с падающим потоком.

Тип поплавковой камеры — уравновешенная (фиг. 202).

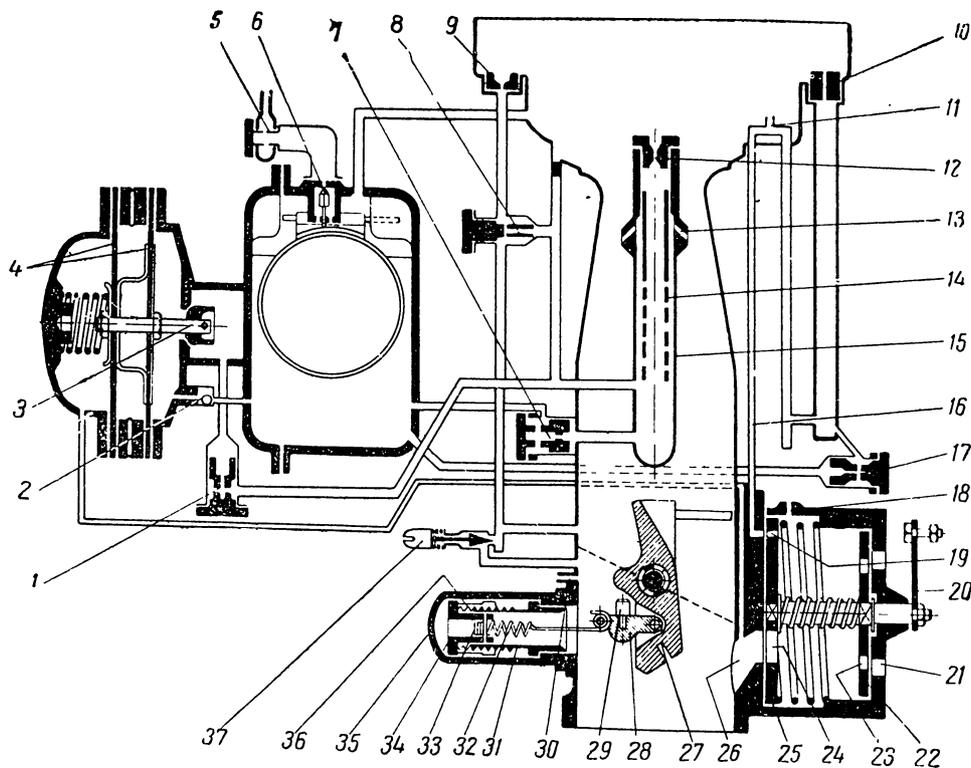
Главное дозирующее устройство — комбинированное, с пневматическим и механическим торможением топлива. При постоянной нагрузке,

но меняющемся числе оборотов дозировка топлива происходит путём пневматического торможения, а при меняющейся нагрузке — путём пневматического и механического. Последнее достигается изменением проходного сечения для топлива, идущего мимо иглы (фиг. 190). Игла 18 — калиброванная, переменного сечения, выпускается двух номеров; 67-46 — для нормальных условий работы и 68-49 — для работы на более экономичном режиме.

Система холостого хода — с тремя выходными отверстиями и регулировкой качества смеси путём изменения количества эмульсии (фиг. 193, б).

Пусковое устройство — воздушная заслонка, связанная с приводом через пружину. При запуске и прогреве двигателя степень открытия воздушной заслонки зависит также от скорости воздушного потока. Благодаря тому, что ось заслонки эксцентрична, воздушный поток, преодолевая силу пружины, приоткрывает воздушную заслонку на нужную величину.

Экономайзер подаёт топливо в систему главного дозирующего устройства и имеет механический привод (фиг. 196, в). Вступление эконо-



Фиг. 213. Принципиальная схема карбюратора Solex RZ FAIPO:

1 — жиклер экономайзера и насоса ускорителя; 2 — впускной клапан ускорительного насоса; 3 — клапан экономайзера; 4 — диафрагмы экономайзера; 5 — сетчатый фильтр; 6 — запорная игла поплавковой камеры; 7 — главный жиклер; 8 — жиклер холостого хода; 9 — воздушный жиклер холостого хода; 10, 11 — воздушные жиклеры пускового устройства; 12 — воздушный жиклер главного дозирующего устройства; 13 — выходные отверстия главного дозирующего устройства; 14 — эмульсионная трубка; 15 — топливный колодец; 16 — канал, питания пускового устройства; 17 — жиклер пускового устройства; 18 — воздушное отверстие; 19 — малое отверстие золотника включения коробки; 20 — рычаг управления пусковым устройством; 21 — воздушное отверстие в крышке золотниковой коробки; 22 — золотник включения воздуха; 23 — отверстия в золотнике включения воздуха; 24 — большое отверстие золотника включения топлива; 25 — золотник включения топлива; 26 — пусковое отверстие в корпусе карбюратора; 27 — дроссельная заслонка; 28 — рычажок привода регулятора; 29 — упорный штифт; 30 — трубка к вакуум-корректору системы зажигания; 31 — направляющая регулировочной втулки; 32 — пружина регулятора; 33 — шпилька крепления пружины; 34 — регулировочная втулка; 35 — кожух регулятора; 36 — регулировочная гайка; 37 — регулировочный винт системы холостого хода.

майзера в работу соответствует примерно  $\frac{7}{8}$  от полного открытия дросселя. Обогащение смеси достигается благодаря специальной заточке на конце иглы 18.

Ускорительный насос — с механическим приводом.

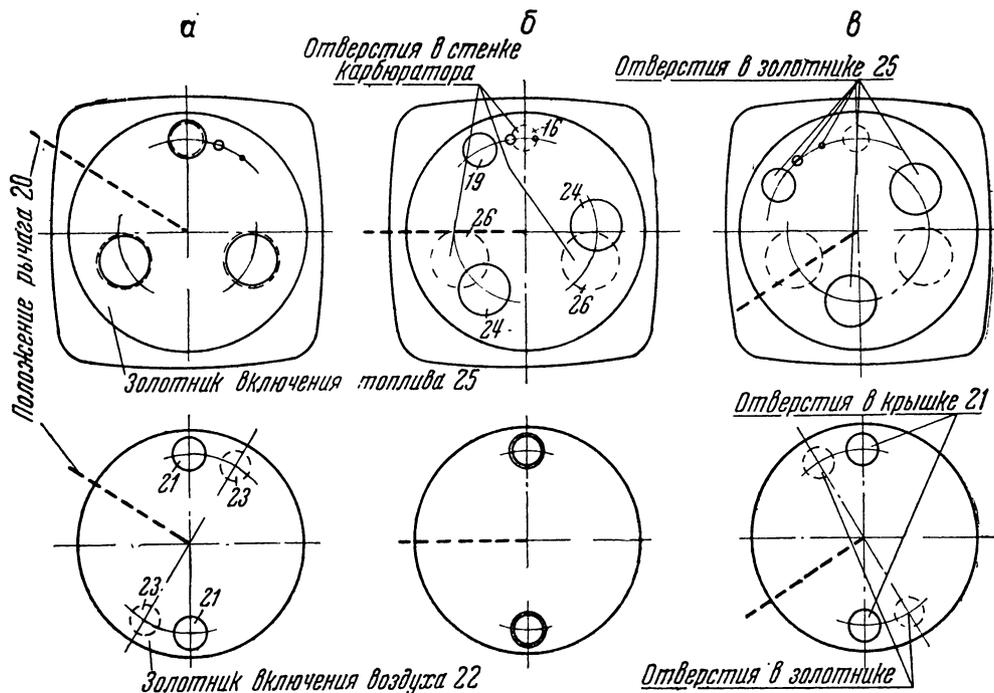
Карбюратор W-1 устанавливается на армейских автомобилях Шевроле; карбюратор аналогичного устройства — на ряде моделей автомобилей Опель.

### Карбюраторы Солекс

1. Характеристика карбюратора Солекс RZ FAIPO (фиг. 213).

Тип карбюратора — с падающим потоком.

Тип поплавковой камеры — уравновешенная.



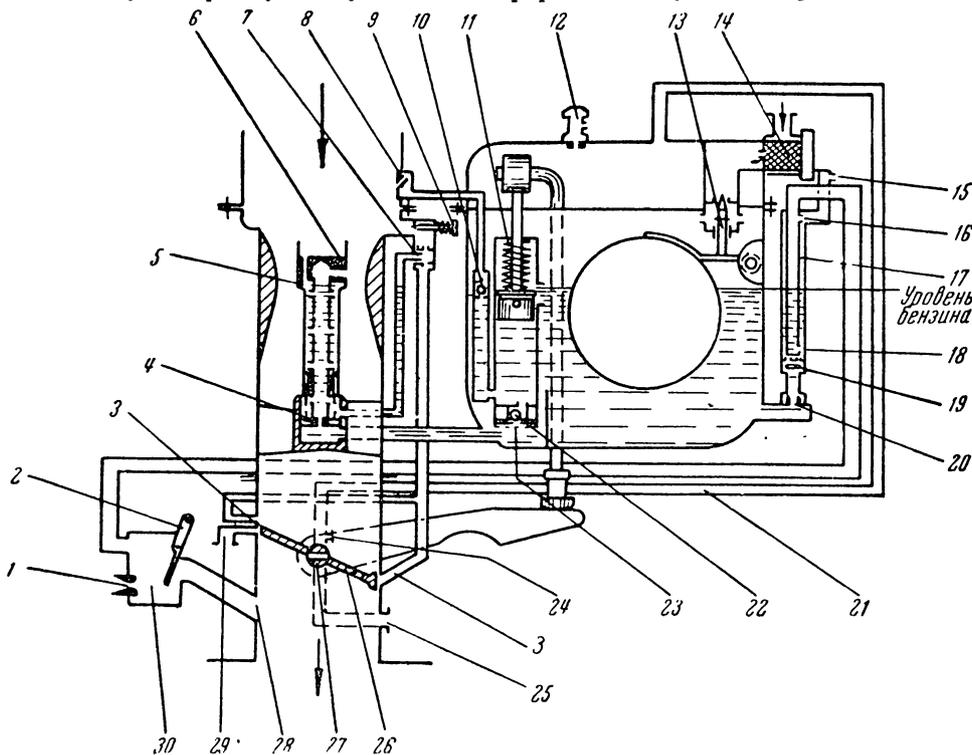
Фиг. 214. Схема, поясняющая основные положения золотников пускового устройства карбюратора Солекс RZ FAIPO.

Главное дозирующее устройство — с пневматическим торможением топлива (фиг. 189, з).

Система холостого хода — с двумя выходными отверстиями (фиг. 192, а и б) и регулировкой качества смеси путём изменения количества эмульсии (фиг. 193, б).

Для запуска служит специальное пусковое устройство (пусковой карбюратор) (фиг. 194, б). В некоторых случаях, кроме крайних положений кнопки пускового устройства (включено—выключено), возможно ещё среднее её положение. Схема, поясняющая основные положения золотников относительно отверстий в корпусе, приведена на фиг. 214 (обозначения сохранены те же, что и на фиг. 213). Когда пуск включён, золотники 22 и 25 поворачиваются так, что отверстие 19 в золотнике включения топлива 25 совпадает с выходом канала 16, а отверстия 24 — с выходами каналов 26. При этом золотник включения воздуха 23 закрывает отверстия 21. Пусковое устройство подаёт сильно обогащённую смесь.

Это положение соответствует пуску двигателя при температуре ниже  $+5^{\circ}$ . При среднем положении золотников против выхода канала 16 станут одно или два отверстия (меньшего диаметра) золотника включения топлива 25. Отверстия 24 сместятся относительно каналов 26, и проходное сечение для смеси уменьшится. Отверстия 21 и 23 совпадают, и в золотниковую коробку поступает атмосферный воздух. Это среднее поло-



Фиг. 215. Принципиальная схема карбюратора Solex 35 IF:

1 — диффузор (насадок) пускового устройства; 2 — клапан включения пускового устройства; 3 — выходные отверстия системы холостого хода; 4 — главный жиклер; 5 — выходные отверстия главного дозирующего устройства; 6 — воздушные жиклеры главного дозирующего устройства; 7 — жиклеры холостого хода; 8 — жиклер ускорительного насоса; 9 — регулировочный винт системы холостого хода; 10 — нагнетательный клапан ускорительного насоса; 11 — поршень ускорительного насоса; 12 — калиброванное отверстие подвода воздуха в поплавковую камеру; 13 — запорная игла поплавковой камеры; 14 — сетчатый топливный фильтр; 15 — отверстие для ввода воздуха в колодец пускового устройства; 16 — воздушный жиклер пускового устройства; 17 — колодец пускового устройства; 18 — отверстие в эмульсионной трубке; 19 — обратный клапан пускового устройства; 20 — пусковой жиклер; 21 — канал экономайзера; 22 — впускной клапан ускорительного насоса; 23 — сетчатый фильтр ускорительного насоса; 24 — отверстие в смесительной камере для подвода разрежения в поплавковую камеру; 25 — отверстие впуска воздуха в бобышках оси дросселя; 26 — дроссельная заслонка; 27 — отверстие в оси дросселя; 28 — канал пускового устройства; 29 — трубка к вакуум-корректору системы зажигания; 30 — смесительная камера пускового устройства.

жение соответствует меньшему переобогащению смеси и служит для прогрева холодного двигателя и пуска при температуре выше  $+5^{\circ}$ . Когда пуск выключен, золотники перекрывают и выходы каналов 16 и 26 и отверстия 21.

Экономайзер подаёт топливо в систему главного дозирующего устройства и имеет пневматический привод (фиг. 197 в).

Ускорительный насос объединён с экономайзером (фиг. 197, в). Дроссельная заслонка объединена с пневматическим регулятором числа оборотов, описанным ниже.

Карбюратор устанавливается на автомобиле Бедфорд ОУ. Карбюраторы аналогичной конструкции устанавливаются также на автомобилях Бедфорд MW и ОХ, Форд WOT-8, Альбион, Остин К-3 и К-30.

Х а р а к т е р и с т и к а к а р б ю р а т о р а С о л е к с 351F (фиг. 215).

Тип карбюратора — с падающим потоком.

Тип поплавковой камеры — неуравновешенная.

Главное дозирующее устройство — с пневматическим торможением топлива (фиг. 189, з).

Система холостого хода — с двумя выходными отверстиями (фиг. 192, в) и регулировкой качества смеси путём изменения количества тормозного воздуха (фиг. 193, а).

Для запуска служит специальное пусковое устройство (пусковой карбюратор). Обратный клапан 19 ставится для того, чтобы избежать возможного подсосывания воздуха в поплавковую камеру через систему пускового устройства.

Экономайзер подаёт топливо в систему главного дозирующего устройства и имеет механический привод (фиг. 196, з). Поплавковая камера сообщается с атмосферой через калиброванное воздушное отверстие 12. При средних нагрузках в поплавковой камере устанавливается некоторое разрежение, так как она сообщена со смесительной камерой каналом 21 с отверстием 24. При больших нагрузках дроссель поворачивается настолько, что в канал экономайзера 21 поступает атмосферный воздух через отверстие 25 в бобышках оси дросселя и отверстие 27 в оси дросселя. Разрежение в поплавковой камере уменьшается, а подача топлива увеличивается.

Ускорительный насос — с независимым включением и механическим приводом (фиг. 198, б).

Карбюратор устанавливается на ряде автомобилей Опель 3,6 — 3,6S.

### § 3. МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ КАРБЮРАТОРОМ

В современном карбюраторе необходимый состав горючей смеси во время работы двигателя поддерживается автоматически. Водителю приходится менять лишь количество подаваемой смеси, закрывая или открывая дроссельную заслонку.

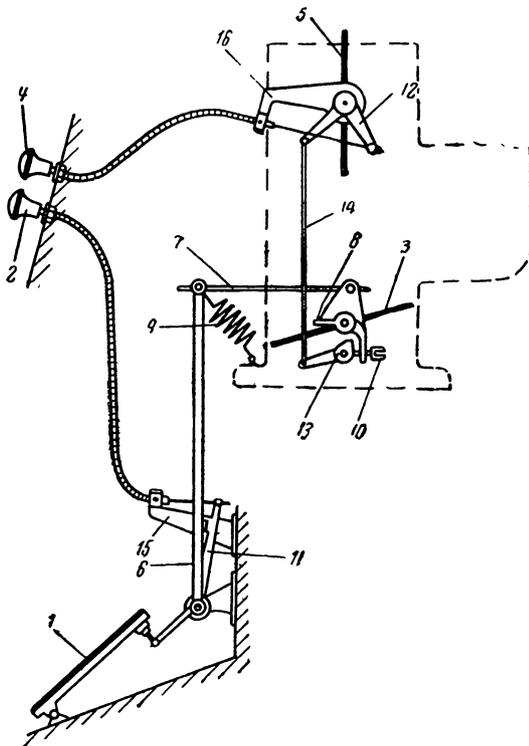
Управление дросселем производится с места водителя, причём обычно предусматривается двойная система привода: от руки рычажком или кнопкой (манеткой) и от ноги — педалью акселератора. Это позволяет установить величину постоянного открытия дросселя. Ручное и ножное управления чаще всего связываются между собой так, что при нажатии на педаль акселератора кнопка ручного управления остаётся неподвижной, а при вытягивании кнопки ручного управления педаль акселератора опускается. Дальнейшее открывание дросселя можно производить ножной педалью, что очень удобно, например, в период прогрева двигателя. При отпускании педали дроссель остаётся в приоткрытом положении, установленном ручным управлением.

Кроме привода от дросселя, к месту водителя, как правило, выводится привод пускового устройства.

На фиг. 216 представлена схема механизма управления карбюратором.

У места водителя находится педаль акселератора 1 и кнопка ручного управления акселератором 2 для управления дросселем 3 и кнопка 4 (так называемого «подсоса») для управления воздушной заслонкой 5. Если нажать на педаль 1, рычаг 6 повернётся, тяга 7 будет перемещаться влево и дроссель 3 станет открываться. Полное открытие дросселя ограничивается упором 8. Если ногу с педали акселератора снять, то дроссель 3 вернётся в первоначальное положение под действием пружины 9. Положение дросселя при режиме холостого хода определяется упором регулировочного винта 10 в кулачок 13.

Кнопка 2 ручного управления акселератором связана тросом с рычагом 11, свободно сидящим на оси. Если вытягивать кнопку 2, то рычаг 11, поворачиваясь, нажмёт на рычаг 6. При этом педаль акселератора 1 будет опускаться, а дроссель 3 открываться. Благодаря тому что рычаг 11 сидит на оси свободно, при нажатии на педаль 1 кнопка 2 останется неподвижной, так как рычаг 6 будет свободно отходить от рычага 11.

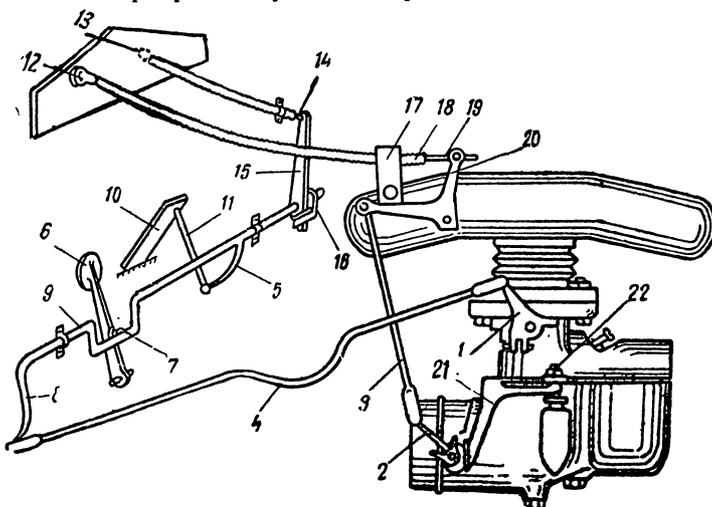


Фиг. 216. Схема механизма управления карбюратором.

Кнопка подсоса 4 связана тросом с рычагом 12, сидящим на оси воздушной заслонки 5.

На фиг. 217 изображена схема механизма управления карбюратором автомобиля ГАЗ-М-1. Рычажок 1 дроссельной заслонки связан тягой 4 с изогнутым концом 8 оси 9. С осью 9 связана педаль акселератора 10 через тягу 11 и рычаг 9. На правом конце оси 9 закреплён хомут 16 с выступом. Рычажок 15 сидит на оси 9 свободно и связан тягой 14 с кнопкой ручного газа 13. Благодаря такому устройству перемещение педали 10 не влияет на положение кнопки 13. Если же вытягивать кнопку 13, то рычаг 15, поворачиваясь, нажмёт на выступ хомута 16 и заставит ось 9 повернуться. При этом дроссель откроется.

На оси 9 сделано колесо, против которого находится педаль 6 стартера, в которую ввинчен регулировочный винт 7. При запуске водитель нажимает на педаль стартера 6, и усилие, передаваясь через винт 7 оси 9, за-



Фиг. 217. Схема механизма управления карбюратором на автомобиле ГАЗ-М-1.

ставляет дроссельную заслонку несколько приоткрываться. Благодаря такому устройству при пуске от стартера не нужно вытягивать кнопки ручного газа. Кнопка подсоса 12 связана через тягу 19, рычаг 20 и тягу 3 с рычажком 2, сидящим на оси воздушной заслонки. Заодно с рычажком 2 сделан кулачок. При вытягивании кнопки подсоса 12 рычажок 2 поворачивается, закрывается воздушная заслонка и кулачок, нажимая на нижний конец рычага 21, заставляет приподниматься обогатительную иглу 22.

#### § 4. ОБСЛУЖИВАНИЕ КАРБЮРАТОРОВ

##### *Основные положения регулировки карбюраторов*

При сборке карбюратора на заводе размеры его деталей соответствуют чертежам. В эксплуатации с течением времени детали карбюратора изнашиваются, загрязняются и регулировка его нарушается. Кроме того, в процессе эксплуатации могут меняться температура окружающей среды (время года), сорт топлива, условия эксплуатации автомобиля и т. п. Поэтому каждый карбюратор должен проверяться и регулироваться в процессе эксплуатации. Проверке и регулировке чаще всего подвергаются:

- 1) жиклеры и распылители;
- 2) уровень топлива в поплавковой камере;
- 3) минимальные обороты холостого хода;
- 4) работа пускового устройства;
- 5) момент включения экономайзера;
- 6) работа ускорительного насоса;
- 7) механизм управления карбюратором;
- 8) максимальные обороты двигателя (при наличии регулятора числа оборотов).

Разберём общие принципы производства перечисленных регулировок.

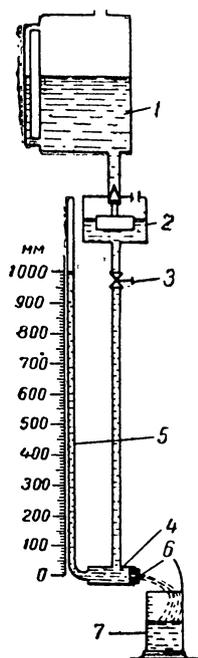
Проверка жиклеров и распылителей необходима потому, что калиброванные отверстия с течением времени могут сужаться отложениями смол при наличии их в топливе или увеличиваться вследствие износа. Заметный износ наступает, по некоторым данным, после 30—35 тыс. км пробега. Жиклеры обязательно должны проверяться при перерасходе топлива.

В жиклерах и распылителях проверке подлежит величина калиброванного отверстия. О ней судят по пропускной способности, т. е. по количеству жидкости, протекающей через калиброванное отверстие при определённых условиях в определённый отрезок времени, или по диаметру отверстия. Пропускная способность даёт более точное представление о производительности жиклера, чем его диаметр, так как многочисленные опыты показывают, что пропускная способность зависит не только от диаметра калиброванного отверстия, но и от его длины, мельчайших заусенцев на стенках и формы кромки. Поэтому при одинаковых диаметрах жиклеров их пропускная способность не всегда одинакова.

Согласно общесоюзному стандарту (ОСТ) пропускная способность жиклера оценивается количеством кубических сантиметров чистой воды с температурой 19—21° С, вытекающей из жиклера в 1 мин. при напоре в 1000 мм.

Проверка пропускной способности жиклера производится на специальных приборах. Схема простейшего из них показана на фиг. 218. Из верхнего бачка 1 вода поступает в поплавковую камеру 2, служащую для поддержания постоянного напора воды во время пролива жиклера. Вода проходит мимо регулировочного крана 3 в нижнюю часть прибора — адаптера 4. К адаптеру присоединена стеклянная напорная

трубка 5, на которой на расстоянии 1000 мм от опорной поверхности жиклера нанесена метка. В адаптер 4 вставлен наконечник с испытуемым жиклером 6. При испытании открывают кран 3 настолько, чтобы в напорной трубке 5 установился столб жидкости на отметке 1000 мм. Очевидно, что чем больше пропускная способность жиклера, тем больше нужно открыть кран 3. Когда уровень воды в напорной трубке 5 установлен на отметке 1000 мм, под струю воды, вытекающую из жиклера, ставят мензурку 7, отмечая время секундомером. Через 1 мин. количество воды в мензурке 7 покажет пропускную способность жиклера в  $см^3/мин.$



Фиг. 218. Схема прибора для проверки пропускной способности жиклеров.

В тех случаях, когда калиброванное отверстие сделано в канале или стенке карбюратора и не может быть проверено на истечение, проверяют его диаметр полированной конической иглой с малой конусностью. На иглу наносят тонкий слой краски и затем остроном диаметром вводят её в отверстие. Замеряя микрометром диаметр иглы в месте касания кромки отверстия, т. е. там, где стёрта краска, определяют диаметр калиброванного отверстия.

В ряде случаев в процессе эксплуатации (работа летом, малые нагрузки, легко испаряющееся топливо и пр.) возможно уменьшить проходное сечение жиклера и тем самым снизить расход топлива без ущерба для тяговых качеств автомобиля. Для измерения проходного сечения главного жиклера в эксплуатационных условиях на некоторых карбюраторах (например МКЗ-6, фиг. 206) устанавливают специальную регулировочную иглу. Однако пользование такой иглой требует известного навыка и обязательно должно сопровождаться контрольными замерами расхода топлива автомобилем.

Высота уровня в поплавковой камере влияет на состав горючей смеси. Повышение уровня топлива ведёт к обогащению смеси, особенно при малых нагрузках, и иногда к подтеканию топлива из карбюратора при неработающем двигателе. Понижение уровня ведёт к переобеднению горючей смеси. В том и другом случаях наблюдается повышение расхода топлива.

Изменение уровня топлива происходит вследствие износа запорной иглы и рычажка поплавка и изменения веса поплавка, например после его пайки или при его течи. Кроме того, при применении топлива со значительно меньшим удельным весом, чем то, на которое рассчитан поплавок, также происходит заметное повышение уровня топлива. Обычно при изменении удельного веса топлива в пределах  $\pm 0,04$  не требуется изменения регулировки поплавка.

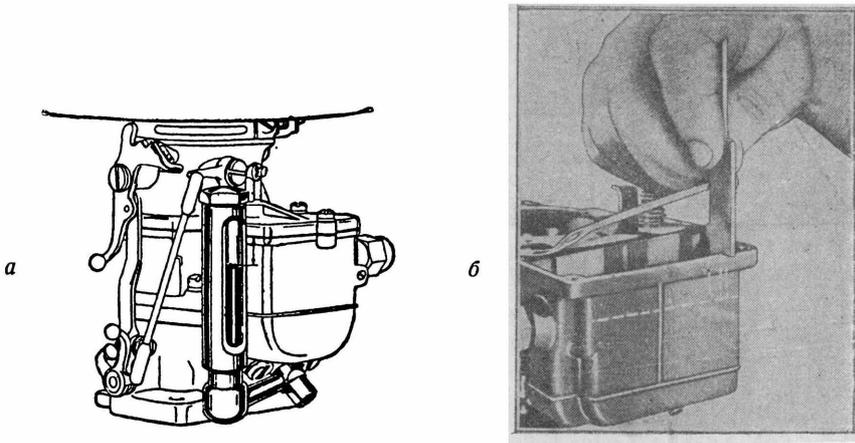
Проверка уровня топлива в поплавковой камере производится или непосредственно по уровню, или косвенно — по положению поплавка. Проверку первым способом можно производить различно. На фиг. 219, а показан замер уровня при помощи контрольной трубки. Действие её основано на принципе сообщающихся сосудов. На место пробки у главного жиклера или его распылителя ввёртывается штуцер. По трубке топливо перетекает в колодец. Высоту уровня наблюдают в стеклянном окошечке и отсчитывают её от плоскости разёма корпуса карбюратора. Другой приём показан на фиг. 219, б. Крышку поплавковой камеры снимают и высоту уровня бензина в ней проверяют глубиномером или шаблоном. Третий приём заключается в том, что в стенке по-

плавковой камеры ставят контрольную пробку 1 (фиг. 200). При проверке уровня её отвёртывают; уровень топлива должен находиться у нижнего края отверстия.

Уровень топлива в поплавковой камере меняется в зависимости от режима работы двигателя. Поэтому замерять его следует в определённых условиях, указываемых в заводской инструкции.

Типовые приёмы проверки положения поплавка показаны на фиг. 220. Все замеры делают от плоскости разъёма при снятой прокладке. Для замера удобно пользоваться шаблонами, форма которых видна на фиг. 220, а и г. Допускаемое отклонение измеряемой величины составляет в среднем  $\pm 1,0$  мм.

Уровень топлива регулируют изменением толщины и числа прокладок под гнездом запорной иглы, или подгибанием рычажка поплавка. На фиг. 221 показано гнездо запорной иглы поплавковой камеры. При слиш-



Фиг. 219. Способы проверки уровня топлива в поплавковой камере.

ком высоком уровне топлива следует увеличить толщину или число прокладок под гнездом иглы. Если рычажок имеет форму, показанную на фиг. 220, в, то подгибают только его вертикальную часть. При слишком высоком уровне рычажок осторожно подгибают к запорной игле.

Рекомендуется проверять уровень топлива при неизменных условиях эксплуатации не реже чем через каждые 25 тыс. км пробега.

Регулировка минимальных оборотов холостого хода обязательна, так как оказывает существенное влияние на общий расход топлива двигателем.

При этом необходимо соблюдать следующие условия:

- а) весь двигатель (особенно система зажигания) должен быть отрегулирован и исправен;
- б) механизм управления карбюратором должен быть отрегулирован и действовать без заеданий;
- в) двигатель должен быть прогрет; если нет дополнительных указаний в инструкции по обслуживанию автомобиля, то к регулировке приступают после того, как температура охлаждающей воды достигнет  $70-75^{\circ}\text{C}$ .

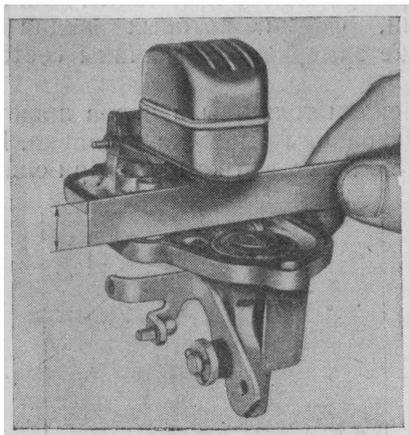
г) при ручном управлении опережением зажигания должно быть поставлено позднее зажигание;

д) пусковое устройство (воздушная заслонка, обогатительная игла, пусковой карбюратор) должно быть полностью выключено.

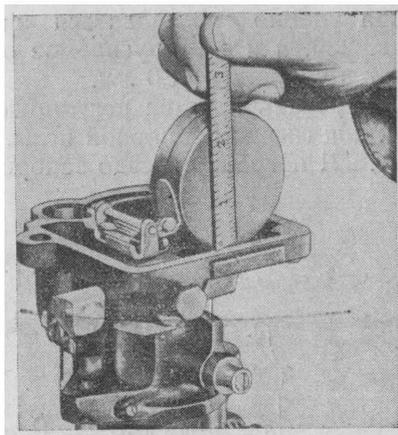
Регулировку холостого хода производят двумя винтами: регулировочным винтом холостого хода и упорным винтом дроссельной заслонки.

Рекомендуется следующая последовательность операций:

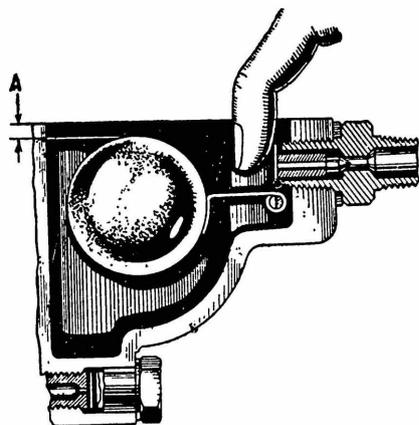
- 1) упорным винтом дроссельной заслонки устанавливают минимальные устойчивые обороты холостого хода;
- 2) вращая регулировочный винт холостого хода, добиваются наибольшего числа оборотов, что соответствует наиболее выгодному составу смеси. После этого окончательно устанавливают минимальные обороты холостого хода, вращая упорный винт дроссельной заслонки.



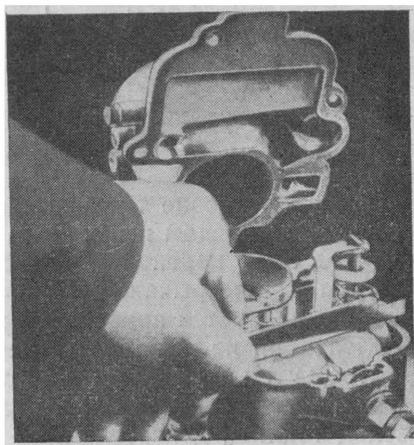
а



б



в



г

Фиг. 220. Способы проверки положения поплавка.

Направление вращения регулировочного винта холостого хода зависит от того, где он установлен. Если винт регулирует количество тормозного воздуха (фиг. 193, а), то при его завёртывании смесь будет обогащаться. Если винт регулирует количество эмульсии (фиг. 193, б), то для обогащения смеси винт нужно отвёртывать.

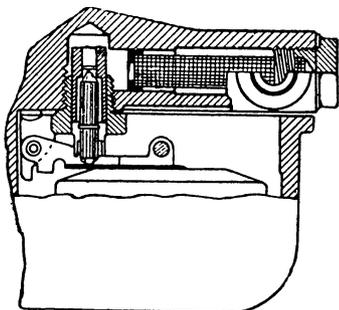
Для проверки регулировки нажимают на педаль акселератора, заставляя двигатель набрать обороты, затем снимают ногу с педали. Двигатель при этом не должен глохнуть, иначе надо несколько увеличить обороты холостого хода вращением упорного винта дроссельной заслонки.

Если в тормозной системе автомобиля имеется сервомеханизм, действующий от разрежения во всасывающем трубопроводе двигателя,

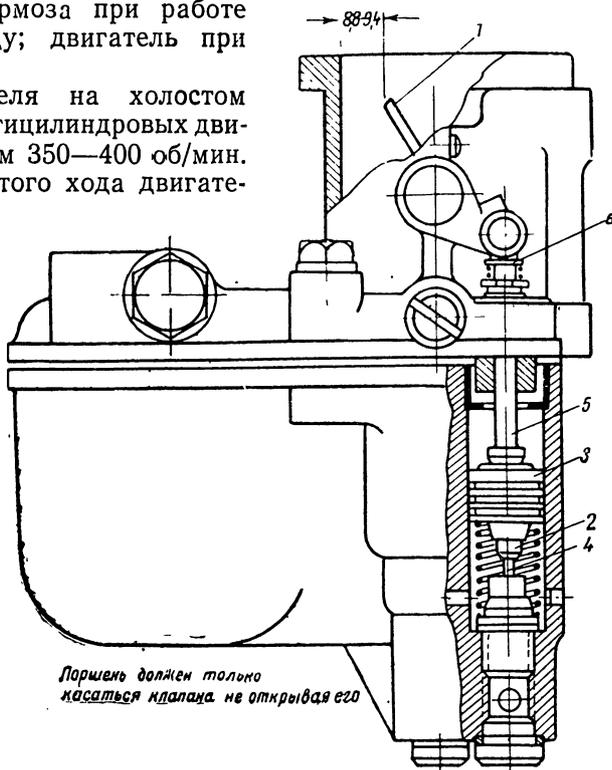
иногда необходима дополнительная проверка регулировки холостого хода двигателя. При торможении воздух из воздушного цилиндра серво-механизма поступает во всасывающий трубопровод, обедняя смесь. В некоторых двигателях это обеднение смеси на холостом ходу может быть довольно значительным. Поэтому для дополнительной проверки надо нажать на педаль тормоза при работе двигателя на холостом ходу; двигатель при этом не должен глохнуть.

Число оборотов двигателя на холостом ходу для современных шестицилиндровых двигателей составляет в среднем 350—400 об/мин.

При регулировке холостого хода двигателя со сдвоенным карбюратором качество смеси регулируется поочерёдно для каждой группы цилиндров. Когда регулируется одна группа цилиндров, в другой группе цилиндров отсоединяют про-



Фиг. 221. Гнездо запорной иглы и сетчатый топливный фильтр.



*Поршень должен только касаться клапана, не открывая его*

Фиг. 222. Проверка момента открытия клапана экономайзера карбюратора МКЗ-6.

вода, идущие к свечам. При двух карбюраторах регулируют, кроме того, положение дроссельных заслонок с тем, чтобы число оборотов на холостом ходу в каждой группе цилиндров было одинаковым.

Регулировка холостого хода двигателя должна производиться в среднем через 2000—3000 км пробега.

Регулировка пускового устройства требуется в тех случаях, когда оно выполнено автоматическим. Вид регулировок и способ их производства зависят от особенностей каждой конструкции.

Проверка и регулировка момента включения экономайзера необходима потому, что слишком позднее его включение снижает тяговые качества автомобиля, а слишком раннее ведёт к перерасходу топлива. Типовой пример регулировки экономайзера с механическим приводом (МКЗ-6) показан на фиг. 222. В этом случае дроссельную заслонку 1 открывают до тех пор, пока стаканчик 2 поршня 3 коснётся хвостовой части 4 клапана экономайзера (но не начнёт его открывать). При этом между верхней кромкой дроссельной заслонки 1 и стенкой воздушной трубы карбюратора должно быть расстояние в 8,8—9,4 мм. Для регулировки меняют длину штока 5, навинчивая или свинчивая шляпку 6.

В некоторых карбюраторах необходимый момент включения экономайзера достигается осторожным подгибанием тяги, соединяющей шток экономайзера с дроссельной заслонкой. На момент включения экономайзера влияет также толщина прокладки под седлом клапана экономайзера. В экономайзерах с пневматическим приводом момент включения может быть проверен на специальной установке.

Ускорительный насос улучшает приёмистость, но при неправильной регулировке повышает расход топлива двигателем. Необходимое количество впрыскиваемого топлива зависит от условий работы. Зимой, при больших нагрузках, при пересечённой местности, при интенсивном городском движении необходимо впрыскивать больше топлива. Летом, при малой нагрузке, на шоссе с хорошим покрытием, при легко испаряющемся топливе можно впрыскивать меньшее количество топлива. Несоответствие количества подаваемого насосом топлива условиям эксплуатации повышает расход топлива и может ухудшить приёмистость двигателя.

Чаще всего ускорительный насос имеет три регулировки: 1) богатую, которая соответствует наибольшему ходу поршня насоса и применяется зимой и в трудных условиях эксплуатации; 2) бедную, соответствующую наименьшему ходу поршня и работе в жаркое время и при благоприятных условиях работы двигателя; 3) среднюю, отвечающую средним климатическим условиям и нормальным условиям эксплуатации.

Способы изменения хода поршня насоса видны на фиг. 198. Если на штоке поршня сделаны проточки (фиг. 198, б), то наибольший ход поршня получится, если установить рычаг б в верхней проточке штока 7. Если в рычаге сделаны отверстия (фиг. 198, в), то ход поршня насоса будет наибольший, если поставить соединительное звено в отверстие, наиболее удалённое от оси качания рычага 5.

Регулировка механизма управления карбюратором преследует двоякую цель: 1) обеспечить правильную связь карбюратора с органами управления им — кнопками и педалью акселератора; 2) при установке на двигателе нескольких карбюраторов обеспечить одновременное открытие их воздушных и дроссельных заслонок.

Правильная связь карбюратора с органами управления предполагается, что при полном вытягивании кнопки ручного газа и нажатии на акселератор до предела дроссельная заслонка открывается полностью, а при вдавливании кнопки ручного газа закрывается до положения холодного хода; крайние положения кнопки управления пусковым устройством должны соответствовать полному выключению и включению пускового устройства. Указанные регулировки производятся подбором необходимой длины тросов и тяг управления карбюратором.

В американской практике рекомендуется проверять состояние механизма управления карбюратором ежедневно, а более тщательную регулировку производить раз в три месяца или через 8000 км пробега<sup>1</sup>.

Регулировка максимального числа оборотов производится при наличии регулятора числа оборотов. Его работа проверяется в среднем через 8000—10 000 км пробега.

### ***Регулировочные данные по некоторым карбюраторам***

#### **Карбюратор Форд-Холлей**

Водитель автомобиля может производить регулировку: а) минимальных оборотов холостого хода, б) уровня топлива в поплавковой камере, в) величины хода поршня ускорительного насоса.

<sup>1</sup> Для американских автомобилей по испытаниям ЦНИАТ и заводским инструкциям.

Метод регулировки минимальных оборотов холостого хода обычный (стр. 189).

Уровень топлива замеряется по положению поплавка, как показано на фиг. 220, б. Расстояние от плоскости разъёма до низа поплавка составляет нормально 33,6—34,4 мм и должно проверяться у обоих концов поплавка.

Величина хода поршня ускорительного насоса устанавливается в зависимости от времени года и условий эксплуатации (стр. 192). Наибольший ход поршня (самая богатая регулировка) получается, если соединительное звено вставлено в отверстие рычага 34 (фиг. 203), наиболее удалённое от оси дросселя. Величина хода поршня может составлять 6,0; 7,5 и 9,0 мм в зависимости от положения соединительного звена.

Ниже приведены размеры жиклеров карбюратора, которые оцениваются двумя величинами:  $q$  — пропускной способностью в  $см^3/мин$  или  $d$  — диаметром отверстия жиклера в мм.

Название жиклера	Главный	Холостого хода	Воздушный главный	Воздушный главный 1	Воздушный холостого хода	Воздушный холостого хода	Экономайзера	Ускорительного насоса
Номер жиклера на фиг. 203 . . .	3	6	7	8	9	13	29	39
$q$ $см^3/мин$ . . . . .	445 — 455	135 — 145	178 — 182	—	—	—	—	—
$d$ мм . . . . .	1,58	0,86	1,00	0,70	0,78 — 0,82	1,45 — 1,55	1,58 — 1,60	0,71 — 0,73

Вес поплавка составляет 16,0—17,0 г.

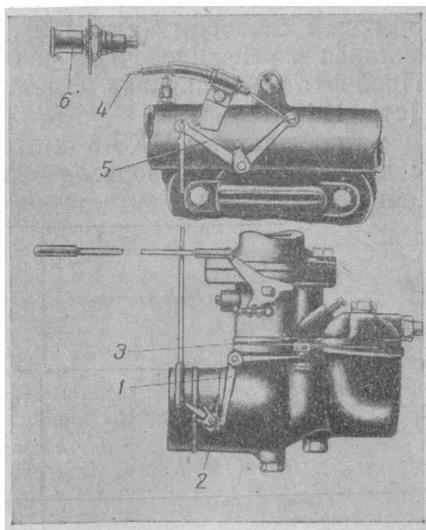
### Карбюратор К-14

В карбюраторе регулировке подлежат: а) минимальные обороты холостого хода, б) уровень топлива в поплавковой камере, в) механизм управления карбюратором.

Регулировка минимальных оборотов холостого хода производится обычным способом (стр. 189).

Уровень топлива в поплавковой камере проверяется, как показано на фиг. 219, а. Расстояние от плоскости разъёма корпуса карбюратора до поверхности топлива в поплавковой камере составляет 15,5—16,5 мм. Регулировка уровня должна производиться изменением толщины или числа прокладок под гнездом запорной иглы. При подгибании рычажка поплавок возможно его задевание о стенки поплавковой камеры.

Регулировка механизма управления карбюратором состоит в регулировке привода к воздушной заслонке и к обогатительной игле, а также привода к дросселю. При регулировке привода к воздушной заслонке обращают внимание на наличие зазора



Фиг. 223. Схема управления воздушной заслонкой карбюратора ГАЗ-М-1.

между вертикальным концом рычага 1 и кулачком рычага 2 (фиг. 223) величиной 0,6—0,8 мм. Без этого зазора обогатительная игла полностью не закроется, и двигатель будет работать с перебоями на холостом ходу, перерасходуя топливо. При отсутствии зазора следует расшплинтовать гайку 3 обогатительной иглы и отвёртывать её. Прижимая рычаг 1 до упора в гайку 3, убеждаются в появлении указанного зазора. Далее проверяют правильность закрепления оболочки тяги 4 в зажиме на всасывающем трубопроводе. Если вылет оболочки из зажима слишком большой, рычаг 5 упрётся в конец оболочки, воздушная заслонка полностью не закроется и запуск будет затруднён.

Как указывалось, при нажатии на педаль стартера дроссельная заслонка приоткрывается на нужную величину, так как педаль стартера 6 нажимает на колено оси 9 (фиг. 217). Открытие дросселя регулируется так, чтобы при полном нажатии на педаль стартера упорный винт на оси дросселя не доходил до своего упора на 5 мм. Указанный зазор получают подвёртыванием болта 7 на педали стартера 6. Этим и ограничивается регулировка привода к дроссельной заслонке.

Пропускная способность жиклеров, согласно заводской регулировке, должна быть следующая (для легкового автомобиля ГАЗ-М-1):

Название жиклера	Главный	Компенсационный	Холостого хода	Экономайзера
Номер жиклера по фиг. 205 . . . . .	21	23	5	24
$q$ см <sup>3</sup> /мин . . . . .	166—170	170—174	45—50	190—200

Вес поплавка в сборе составляет 25—26 г.

### Карбюратор МКЗ-6

В карбюраторе регулировке подлежат: а) минимальные обороты холостого хода, б) уровень топлива в поплавковой камере, в) момент включения экономайзера.

Регулировка минимальных оборотов холостого хода производится обычным способом (стр. 189). Способ проверки и регулировки уровня топлива и регулировочные размеры те же, что и в карбюраторе К-14. Проверка и регулировка момента включения экономайзера описаны выше (стр. 191).

Карбюраторы МКЗ-6 выпускались для нормальных условий работы с диаметром диффузора  $dg=25$  мм, а для тяжелых условий эксплуатации с  $dg=27$  мм. Соответственно меняются и размеры жиклеров:

Название жиклера	Главный	Компенсационный	Распылитель компенсационного жиклера	Экономайзер	Примечание
Номер жиклера по фиг. 206 . . . . .	22	23	17	15	$dg = 25$ мм
$q$ см <sup>3</sup> /мин . . . . .	200	295	415	70	
$d$ мм . . . . .	1,00	1,15	1,50	0,65	$dg = 27$ »
$q$ см <sup>3</sup> /мин . . . . .	245	310	415	115	
$d$ мм . . . . .	1,10	1,20	1,50	0,80	

Вес поплавка в сборе составляет 34—36 г.

## Карбюратор Картер W-1

Регулировке подлежат: а) минимальные обороты холостого хода; б) уровень топлива в поплавковой камере; в) положение калиброванной иглы главного дозирующего устройства.

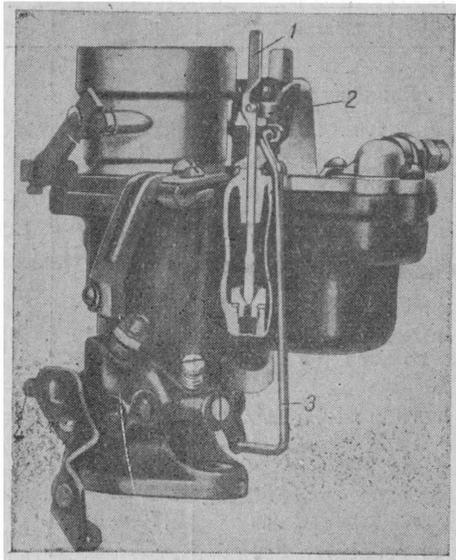
Регулировка минимальных оборотов холостого хода производится обычным способом (стр. 189).

Уровень топлива в поплавковой камере проверяется по положению поплавка. Замеряется расстояние от плоскости разъёма до верха поплавка (фиг. 220, а); оно должно составлять 9,5 мм и устанавливается путём подгибания опорной пятки 1 рычага (фиг. 212). Кроме того, проверяется расстояние между верхом поплавка и плоскостью разъёма карбюратора, которое получается, когда поплавок опускается под действием собственного веса. Указанное расстояние должно составлять 22,2 мм. Опускание поплавка ограничивается язычком 2. Изгибая язычок 2, добиваются необходимого нижнего положения поплавка.

Положение калиброванной иглы главного дозирующего устройства проверяется специальным контрольным шаблоном (№ 600996). При изменениях в деталях привода, соединяющего ось дросселя с иглой, меняется её положение относительно главного жиклера и нарушается работа главного дозирующего устройства. Порядок регулировки должен быть следующим: 1) вынимают калиброванную иглу и разъединяют соединительный стержень 4 и рычаг 5 (фиг. 212); 2) вывёртывают упорный винт дросселя до тех пор, пока плотно не закроется дроссель; 3) устанавливают контрольный шаблон на место калиброванной иглы так, чтобы нижний его конец вошёл в отверстие главного жиклера; затем поворачивают рычаг 5 до тех пор, пока шпилька, на которую надевается калиброванная игла, не упрётся в специальный выступ шаблона (фиг. 224); 4) если верхний конец соединительного стержня 4 войдёт при этом в отверстие на рычаге 5, то и положение иглы относительно главного жиклера будет правильным. В противном случае подгибают нижний конец (у рычага дросселя) соединительного стержня 4 так, чтобы верхний конец свободно вошёл в своё отверстие в рычаге 5. После этого необходимо заново отрегулировать карбюратор на минимальные обороты холостого хода.

Размеры жиклеров должны быть следующие:

Название жиклера	Главный	Холостого хода	Ускорительного насоса
Номер жиклера по фиг. 212 . . .	17	14	10
$q$ см <sup>3</sup> /мин . . . . .	1320 — 1380	152 — 156	—
$d$ мм . . . . .	2,50	1,40	0,69 — 0,71



Фиг. 224. Проверка положения калиброванной иглы шаблоном в карбюраторе Картер W-1:

1 — шаблон; 2 — рычаг со штифтом для иглы; 3 — соединительный стержень; 4 — упорный винт дросселя.

Вес поплавка составляет 11,2—12,2 г.

В табл. 15 приведены некоторые регулировочные данные карбюраторов американских автомобилей, описанных выше.

Таблица 15

Регулировочные данные карбюраторов американских автомобилей

Марка и модель автомобиля	Бантам BRC	GMC CCKW 352—353	«Интернационал» M-5-6	Додж WF-32	Студебеккер US6; US6x4	
Марка карбюратора	Стромберг	Зенит	Зенит	Картер	Картер	
Модель	BXOV-1	28AV-11	63AW11R	ETT-1	BBR-1 429S	
1. Размеры жиклеров:						
а) главного	$\left\{ \begin{array}{l} q \text{ см}^3/\text{мин} \\ d \text{ мм} \end{array} \right.$	286—294 1,28	296—344 1,30	273—279 1,18	455—465 1,55	352—360 1,34
б) воздушного жиклера главного дозирующего устройства	$\left\{ \begin{array}{l} q \text{ см}^3/\text{мин} \\ d \text{ мм} \end{array} \right.$	— 0,69—0,71	187—193 0,98	127—133 1,00	— 0,77—0,79	— 0,77—0,79
в) холостого хода	$\left\{ \begin{array}{l} q \text{ см}^3/\text{мин} \\ d \text{ мм} \end{array} \right.$	102—110 0,69	61—55 0,61	74—78 0,51	98—104 0,68	117—123 0,77
г) воздушного жиклера холостого хода	$\left\{ \begin{array}{l} q \text{ см}^3/\text{мин} \\ d \text{ мм} \end{array} \right.$	— 1,39—1,41	—	—	— 1,48—1,52	— 1,83—1,87
д) экономайзера	$\left\{ \begin{array}{l} q \text{ см}^3/\text{мин} \\ d \text{ мм} \end{array} \right.$	— 0,79—0,82	96—100 0,8	150—154 <sup>1</sup> 0,90	198—202 1,04	160—164 0,92
е) ускорительного насоса	$\left\{ \begin{array}{l} q \text{ см}^3/\text{мин} \\ d \text{ мм} \end{array} \right.$	— 0,69—0,71	— 0,6—0,62	— 0,65—0,67 <sup>2</sup>	217—223 1,2	58—62 0,60
2. Величина, определяющая уровень топлива (положение поплавка) мм . . . .	16,0	36,9—39,3	40,2—42,4	2,0	2,0	
3. Способ проверки уровня топлива . .	От плоскости разъёма до поверхности топлива (фиг. 219,б)	От плоскости разъёма до низа поплавка (фиг. 220,б)		От плоскости разъёма до верха поплавка (фиг. 220,г)		
4. Вес поплавка, г .	7,9—8,7	15,5—16,5	18,0—19,0	15,0—16,0	14,5—15,5	
5. Ход поршня ускорительного насоса при разнорегулировке, мм . . . .	3,8; 7,8; 10,2	5,2; 8,4; 11,0	9; 12; 15	5; 7; 10	8; 12; 17	

<sup>1</sup> Жиклер 16, фиг. 210.

<sup>2</sup> Жиклер 18, фиг. 210.

### Общие положения по уходу за карбюраторами

Выполнения ряда регулировок сопровождается разборкой и сборкой карбюратора. При этом обычно осматривают детали карбюратора и производят их очистку. Кроме того, требуются полная очистка и продувка каналов и жиклеров карбюратора не реже чем через каждые 20 000 км.

При уходе за карбюратором следует руководствоваться следующими основными правилами:

1) Разборку карбюратора следует производить с необходимыми предосторожностями, по возможности пользуясь наборами специального инструмента. Так как разборки сокращают срок службы многих деталей карбюратора, то без особой нужды разбирать его не следует.

2) В поплавковой камере после разборки проверяют отсутствие заедания запорной иглы в направляющей и плотность её прилегания к седлу, свободное качание поплавка на оси, герметичность поплавка, вес его и отсутствие вмятин на его поверхности. Герметичность поплавка проверяется погружением его в горячую воду (80—90°). При этом на поверхности воды не должно появляться пузырьков воздуха. Вес поплавка влияет на высоту уровня топлива в поплавковой камере, поэтому он не должен отклоняться от заданной величины более чем на 3%. Вмятины на поплавке увеличивают глубину его погружения и повышают уровень топлива в поплавковой камере.

3) Жиклеры, каналы и отверстия продуваются сжатым воздухом от насоса для накачки шин или компрессора. Прочищать их металлической проволокой запрещается, так как вследствие этого их пропускная способность увеличивается, что ведёт к пережогу топлива. Отверстия жиклеров, суженные смолистыми отложениями, промываются ацетоном.

4) При замене повреждённых прокладок надо ставить новые прокладки той же толщины, что и старые.

5) Пружины карбюратора обычно калибруются. Поэтому их можно заменять только пружинами с соответствующей характеристикой упругости, оцениваемой величиной нагрузки при заданном прогибе пружины.

6) Следует проверять плотность закрытия дроссельной и воздушной заслонок карбюратора. В бобышках оси дросселя не должно быть люфта во избежание просасывания воздуха извне.

7) В ускорительном насосе проверяется целостность кожаной манжеты поршня насоса и пружины под манжетой. Для проверки плотности прилегания клапанов к седлам в поплавковую камеру наливают бензин и рукой резко открывают и закрывают дроссель или перемещают шток поршня. При ходе нагнетания в поплавковую камеру не должно поступать ни пузырьков воздуха, ни топлива, а из распылителя должны поступать ровные струи топлива.

8) При очистке карбюраторов необходимо сливать отстой не только из поплавковой камеры, но и из-под распылителей и из колодцев. Сетчатые и пластинчатые фильтры промываются бензином и продуваются сжатым воздухом.

9) Если автомобиль выбывает из эксплуатации на длительный срок, то во избежание выпадения смолистых веществ из топлива и связанного с этим постепенного сужения проходных сечений жиклеров рекомендуется:

- а) слить все топливо из бензобаков;
- б) дать двигателю проработать до тех пор, пока не израсходуется всё топливо из поплавковой камеры;
- в) отвернуть пробки под распылителями и слить остатки топлива;
- г) слить топливо из отстойника.

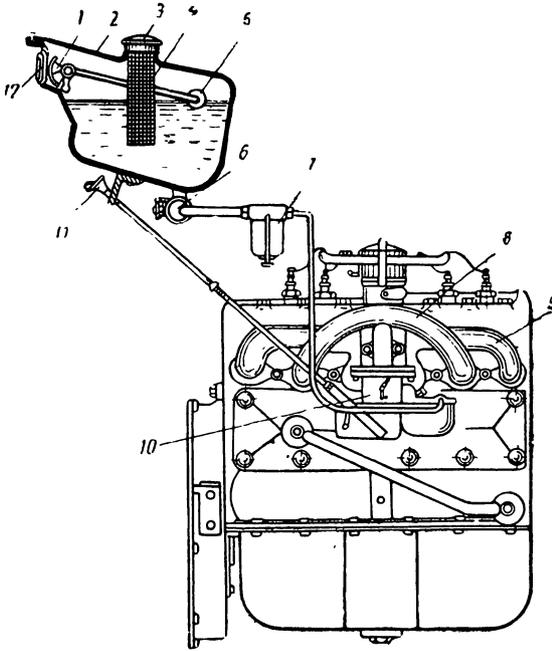
Для удаления смолистых веществ из жиклеров, без снятия карбюратора с двигателя, рекомендуется дать двигателю поработать на холостом ходу на смеси бензина пополам с ацетоном в количестве 0,25—0,5 л. Смесь следует подавать самотёком от отдельного сосуда непосредственно в поплавковую камеру, минуя бензонасос, так как ацетон разрушает диафрагму бензонасоса.

**МЕХАНИЗМЫ И ПРИБОРЫ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ. РЕГУЛЯТОРЫ ЧИСЛА ОБОРОТОВ ДВИГАТЕЛЯ. НАДДУВ И НАГНЕТАТЕЛИ**

**§ 1. ПОДАЧА ТОПЛИВА К КАРБЮРАТОРУ.**

**Способы подачи топлива**

Для питания двигателя топливо должно непрерывно подаваться из бензобака в карбюратор самотёком или при помощи специального насоса. При наличии на автомобиле нескольких бензобаков возможно сочетание этих способов подачи (например подача самотёком из одного бака и насосом из другого).



Фиг. 225. Система питания двигателя автомобиля ГАЗ-АА:

1—шкала бензоуказателя; 2—бензобак; 3—крышка заливной горловины; 4—сетчатый фильтр; 5—поплавок бензоуказателя; 6—топливный кран; 7—отстойник; 8—всасывающий трубопровод; 9—выхлопной трубопровод; 10—карбюратор; 11—кнопка управления воздушной заслонкой и обогатительной иглой; 12—окошко.

Схема подачи топлива самотёком показана на фиг. 225. Бензобак установлен на щитке автомобиля на такой высоте, что топливо может поступать в карбюратор 10 самотёком. Топливо заливается в бензобак через пробку 3 и сетчатый фильтр 4. Из бензобака 2 топливо поступает в отстойник 7, на дне которого оседают вода и механические примеси. Далее топливо проходит по бензопроводу 8 к карбюратору 11. Подачу топлива можно прекратить при помощи крана 6.

Преимуществом подачи топлива самотёком является простота этого способа; однако ограниченность места не позволяет сделать бензобак достаточно большим, а близость его к двигателю увеличивает опасность пожара.

При подаче топлива насосом (фиг. 226) оно перекачивается из бензобака 1 в карбюратор 7 посредством бензонасоса 5. При таком способе подачи топлива расположение бензобака по высоте или длине автомобиля не имеет значения.

Наибольшее распространение получила подача топлива насосом.

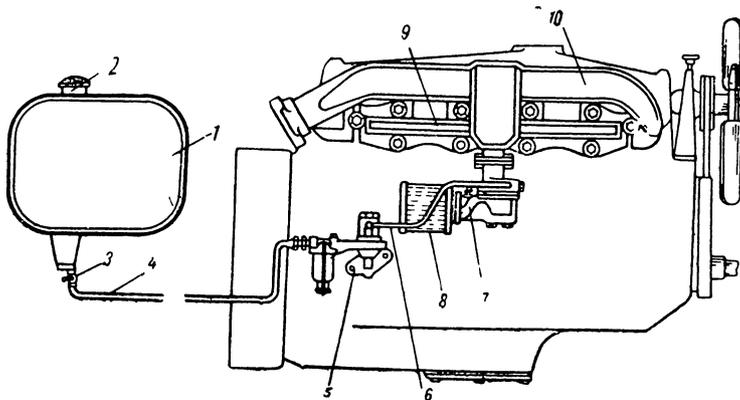
**Бензонасосы**

На автомобильных двигателях преимущественное применение имеют бензонасосы диафрагменного типа.

Устройство типового диафрагменного бензонасоса представлено на фиг. 227. Корпус насоса состоит из двух половин, разделённых диафрагмой 1, состоящей из нескольких слоев ткани, пропитанной спе-

циальным лаком. В верхней части корпуса находятся отстойник 2, сетчатый фильтр 3 и пластинчатые клапаны — впускной 4 и выпускной 5.

Насос крепится снаружи к картеру двигателя и приводится в действие эксцентриком 6, выполненным заодно целое с распределительным валом двигателя. Эксцентрик набегаёт на коленчатый рычаг 7, который, поворачиваясь вокруг оси 8, нажимает плечом 9 на рычажок 10, сидящий на отдельной оси и не связанный жёстко с рычагом 7, заставляя стержень 11 вместе с диафрагмой 1 опускаться вниз (фиг. 227, а). При этом в камере 12 над диафрагмой 1 создаётся разрежение, под действием которого камера заполняется топливом, поступающим из бака через отверстие 13, отстойник 2, сетчатый фильтр 3, канал 14 и впускной клапан 4. При ходе всасывания, когда диафрагма 1 движется вниз, выпускной клапан 5 закрыт. При дальнейшем повороте эксцентрика 6 коленчатый



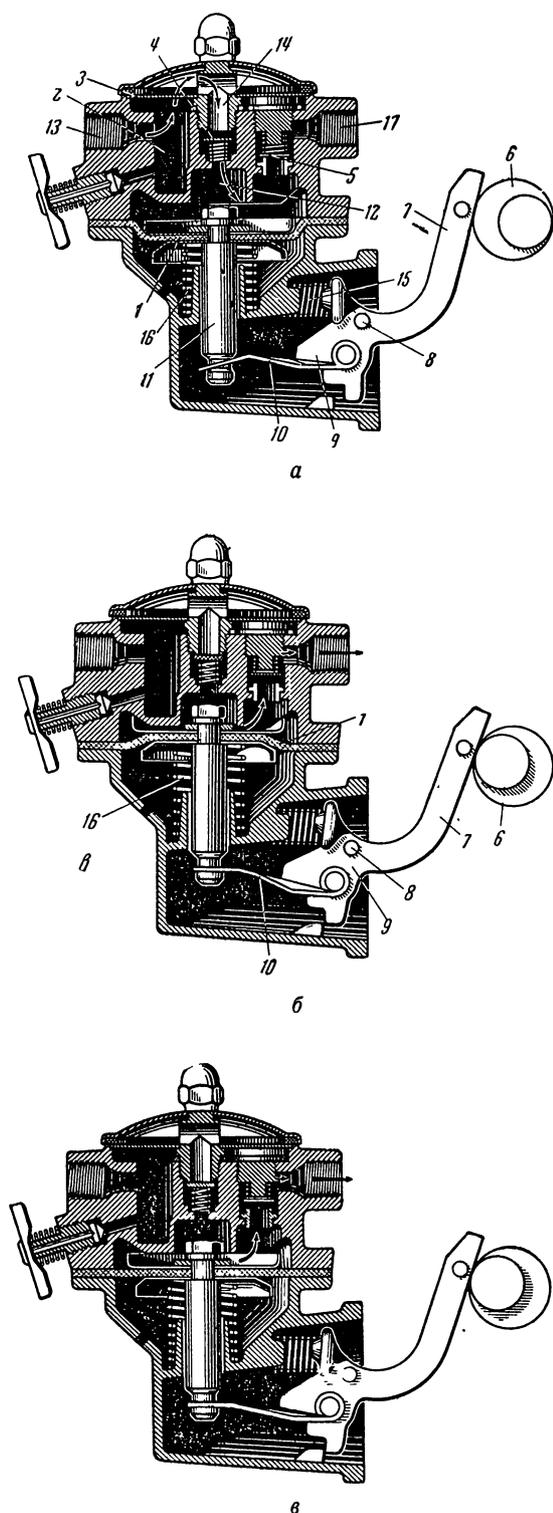
Фиг. 226. Система питания двигателя автомобиля ЗИС-5:

1 — бензобак; 2 — заливная горловина; 3 — топливный кран; 4 — бензопровод; 5 — бензонасос с отстойником; 6 — бензопровод; 7 — карбюратор; 8 — воздухоочиститель; 9 — всасывающий трубопровод; 10 — выхлопной трубопровод.

рычаг 7 под действием пружины 15 станет отходить вправо и плечо 9 освободит рычажок 10. Не удерживаемая более диафрагма 1 станет подниматься вверх под действием сжатой пружины 16 (фиг. 227, б). Произойдёт ход нагнетания, во время которого впускной клапан 4 закроется давлением топлива, а выпускной 5 откроется, пропуская топливо через отверстие 17 в трубопровод, идущий к карбюратору.

Насос автоматически изменяет количество подаваемого в карбюратор топлива в зависимости от заполнения поплавковой камеры. При всплывании поплавка в поплавковой камере карбюратора запорная игла перекрывает отверстие, через которое топливо поступает в камеру. Поэтому в трубопроводе, соединяющем насос с карбюратором, создаётся противодействие. Это противодействие удерживает диафрагму 1 в нижнем положении, уменьшая её ход нагнетания (фиг. 227, в). Несмотря на то, что коленчатый рычаг 7 совершает всегда одинаковый ход, его плечо 9 движет рычажок 10 только на части своего хода.

Нагнетание топлива происходит под действием пружины 16, и поэтому давление, создаваемое насосом, определяется характеристикой пружины. Производительность насоса зависит от хода диафрагмы и меняется с изменением противодействия в трубопроводе, т. е. в зависимости от расхода топлива двигателем. Производительность насоса выбирается с большим запасом, превышая в 3—5 раз максимальный расход топлива двигателем, для обеспечения надёжной подачи топлива в карбюратор.



Фиг. 227. Схема работы диафрагменного бензонасоса автомобиля ГАЗ-М-1:

*а* — ход всасывания; *б* — ход нагнетания (наибольший); *в* — ход нагнетания (при работе двигателя).

Для того чтобы при повреждении диафрагмы 1 топливо не протекало в картер двигателя и не разжижало смазку, в нижней части корпуса насоса сделано отверстие, через которое топливо будет вытекать наружу, указывая на повреждение диафрагмы.

Конструктивные разновидности бензонасосов, аналогичных описанному по устройству и действию, представлены на фиг. 228.

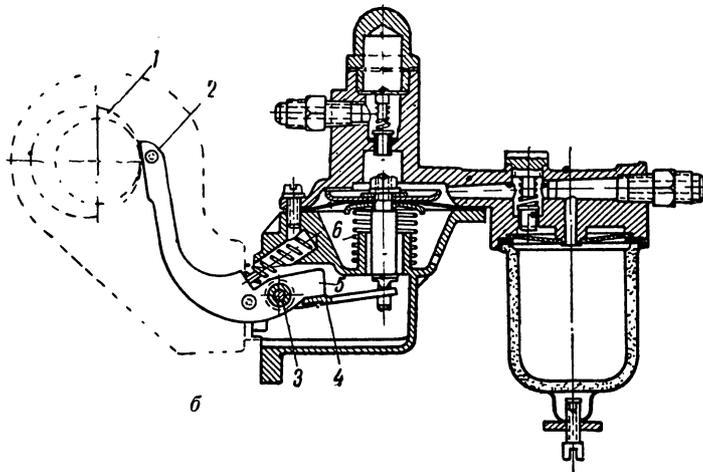
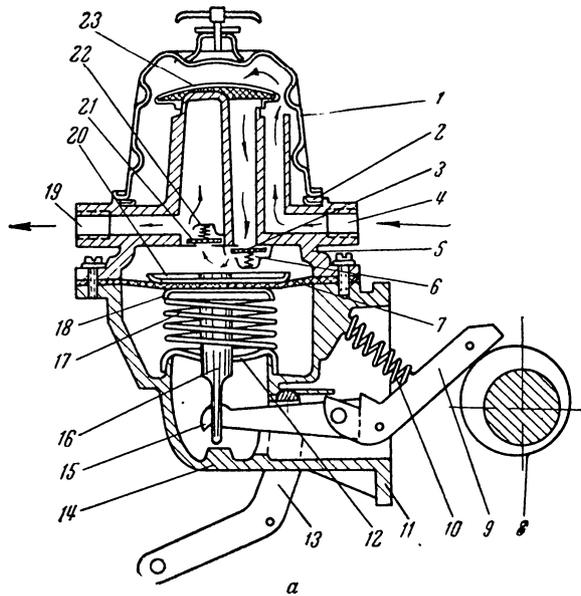
Насос АС-АФ (фиг. 228, *а*) снабжён рычажком 13 для ручной подкачки топлива, действуя которым можно накачивать топливо в карбюратор перед запуском двигателя, не вращая коленчатый вал. Им пользуются во всех случаях, когда поплавковая камера опорожнена.

В насосе Б-1 (фиг. 228, *б*) отстойник выполнен отдельно и укреплен на корпусе насоса.

Проверка работы бензонасоса сводится к определению его производительности, давления подачи, а иногда и создаваемого разрежения. Эти величины определяются на специальных испытательных установках.

Бензонасос можно проверить также упрощённым способом, не снимая его с двигателя. Для этого между бензопроводом, подходящим к карбюратору, и поплавковой камерой карбюратора ставится тройник, соединяемый с манометром (фиг. 229). По показаниям манометра судят о том, достаточно ли давление, развиваемое насосом.

Данные о производительности бензонасосов некоторых автомобилей приведены в табл. 16.

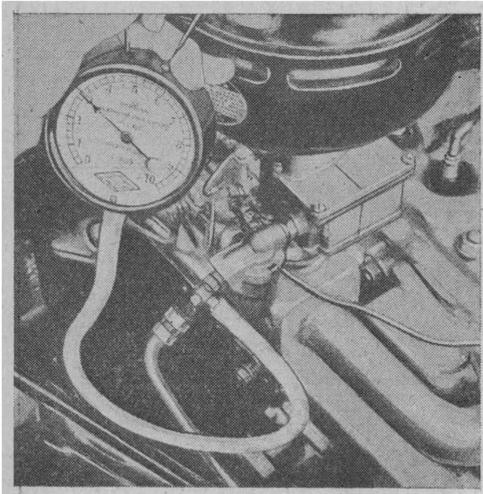


Фиг. 228. Схемы диафрагменных бензонасосов:

*a*—АС-АФ (армейских автомобилей Шевроле и Виллис): 1—коллап отстойника; 2—прокладка; 3—впускной клапан; 4—подвод топлива; 5—верхняя половина корпуса; 6—пружина впускного клапана; 7—диафрагма; 8—эксцентрик распределительного вала; 9—рычаг; 10—пружина рычага; 11—фланец; 12—крышка; 13—рычаг ручной подкачки; 14—нижняя половина корпуса; 15—звено рычага; 16—шток; 17—пружина насоса; 18—нижняя шайба диафрагмы; 19—выход топлива; 20—верхняя шайба диафрагмы; 21—выпускной клапан; 22—пружина выпускного клапана; 23—фильтр; *б*—Б-1 (автомобиля ЗИС-5): 1—эксцентрик распределительного вала; 2—рычаг; 3—ось рычага; 4—пластина; 5—плечо рычага; 6—пружина насоса.

Марки автомобиля	ГАЗ-М-1	ЗИС-5	Шевроле армейский	«Интернационал» М-5-6	Виллис МВ
Марка бензонасоса .	М-1	Б-1	АС-АФ	АС-СР	АС-АФ
Производительность, л/час . . . . .	28	50	60	90	48
Число оборотов распределительного валика, об/мин . . .	2100	1000	800 — 1200	800 — 1200	800 — 1200
Давление, кг/см <sup>2</sup> . . .	0,10 — 0,20	0,16 — 0,22	0,25 — 0,35	0,15 — 0,25	0,15 — 0,25

Если давление подачи насоса меньше нормального, то возможны обеднение смеси и перебои в работе двигателя. Причиной этого могут быть неисправности бензонасоса или засорение и течь в бензопроводах. Простейший способ нахождения места неисправности заключается в том, что бензопровод, подходящий к насосу от бензобака, отсоединяется и на место его присоединяется короткий шланг, конец которого опускается в ведро или бачок с топливом. Тогда



Фиг. 229. Проверка работы бензонасоса на двигателе.

питание насоса и карбюратора происходит помимо системы бензопроводов от бензобака. Если манометр, присоединённый, как показано на фиг. 229, покажет нормальное давление, то неисправность находится вне насоса. Если же давление будет попрежнему мало, то неисправен насос. В насосе возможны: а) подсос воздуха извне в местах присоединения бензопроводов, при повреждении пробковых прокладок под крышками или стаканчиками отстойников; б) загрязнение сетчатого фильтра или отстойника; в) прилипание или неплотное прилегание клапанов к седлам; г) прорыв или износ диафрагмы; д) износ рычага привода насоса, е) ослабление или поломка пружины.

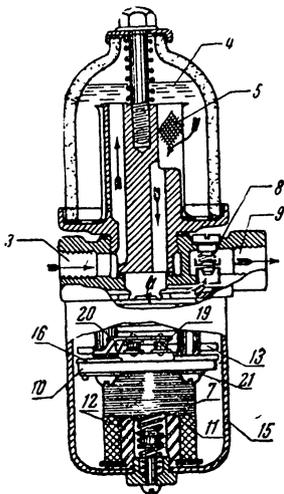
Если давление подачи насоса слишком велико, то возможно повышение уровня в поплавковой камере карбюратора и переобогащение смеси. Обычно это происходит при слишком сильной пружине насоса.

При разборке и сборке каждого насоса надо руководствоваться заводской инструкцией. Необходимо иметь в виду, что без прямой необходимости не следует разбирать части корпуса насоса, зажимающие диафрагму, так как это может привести к появлению течи бензина в этом месте. При сборке винты, соединяющие части корпуса, следует затягивать постепенно и крест-накрест для равномерного зажима диафрагмы и избежания перекоса.

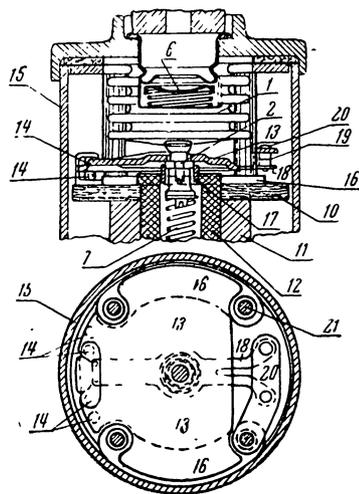
При сборке диафрагмы необходимо следить, чтобы между её листками не попали посторонние частицы, пыль, опилки, металлическая стружка и т. п., так как это приведёт к быстрому износу ткани диафрагмы.

Зимой необходимо чаще спускать воду из отстойника, иначе в нём образуется лёд, который может нарушить подачу топлива.

Некоторое распространение получили бензонасосы с электромагнитным приводом. Устройство такого бензонасоса показано на фиг. 230 и 231. Диафрагма здесь заменена упругим металлическим гофрированным цилиндром (сильфон). Верхний конец сильфона 1 неподвижен, а нижний соединён с подвижным винтом 2. Во время хода всасывания винт 2 опускается вниз под действием электромагнита, и сильфон заполняется топливом, поступающим через отверстие 3, проходя отстойник 4, сетчатый фильтр 5 и впускной клапан 6. Ход нагнетания происходит под действием сжатой пружины 7, выталкивающей бензин из сильфона через выпускной клапан 8 и отверстие 9 в бензопровод, идущий к карбюратору. Ход винта



Фиг. 230. Разрез бензонасоса с электромагнитным приводом.



Фиг. 231. Детали бензонасоса с электромагнитным приводом.

2 составляет в среднем 1 мм и зависит от противодействия в бензопроводе, идущем к карбюратору. Поэтому производительность бензонасоса меняется автоматически в зависимости от расхода топлива двигателем так же, как и в бензонасосе с механическим приводом.

Электромагнитная часть насоса собрана на фибровой пластинке 10, соединённой винтами с корпусом насоса. Магнит состоит из обмотки 11 и сердечника 12. Якорь представляет собой фасонную пластинку 13, которая может качаться относительно стальных роликов 14. Крышка 15 и пластины 16 сделаны из мягкой магнитной стали. Путь магнитных силовых линий следующий: сердечник 12 — втулка 17 — якорь 13 — пластины 16 — крышка 15 — сердечник 12. К якорю 13 прикреплена плоская пружинка 18, в средней части которой укреплена втулка 17, а на конце — два контакта 19. Неподвижные контакты укреплены на изолированной стойке 20, к которой присоединён один конец обмотки 11 электромагнита.

Другой конец обмотки 11 присоединён к изолированному винту 21 крепления фибровой пластины 10. При замкнутых контактах путь тока следующий: плюс источника тока — винт 21 — обмотка 11 — стойка 20 с неподвижными контактами — контакты 19 — якорь 13 — масса — минус источника тока.

Когда ток включён, сердечник притягивает якорь 13 к пластинам 16, а втулку 17 — к якорю 13. Якорь 13 движется вниз, увлекая за собой винт 2 и нижнюю часть сильфона. Происходит ход всасывания.

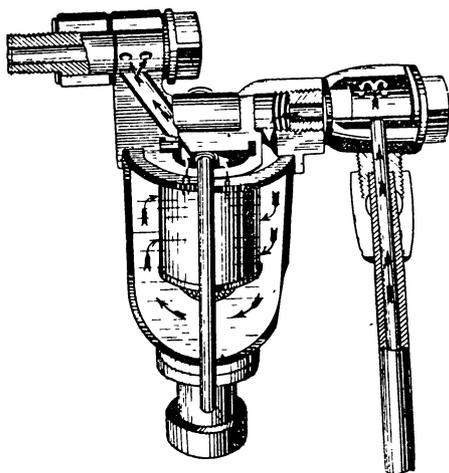
Благодаря притяжению втулки 17 к якорю 13 в течение хода всасывания контакты более плотно прижимаются друг к другу, а в конце хода всасывания размыкаются более резко из-за действия плоской пружины 18. Как только контакты разрываются, магнитное поле исчезает и сжатая пружина 7 перемещает якорь 13 вверх. Происходит ход нагнетания, к концу которого пружина 18 распрямляется и подвижные контакты 19 замыкаются с неподвижными. Цепь тока оказывается замкнутой, и процесс повторяется снова.

Бензонасосы с электромагнитным приводом потребляют незначительную энергию и обладают тем существенным преимуществом, что могут ставиться в любом месте автомобиля и, в частности, далеко от нагретых частей двигателя.

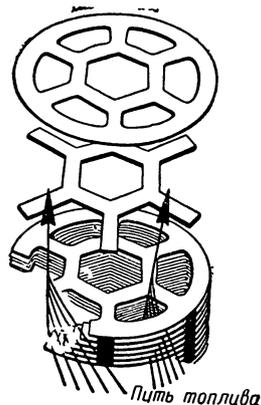
### Отстойники и фильтры

Топливо, применяемое для автомобильных двигателей, может содержать в себе посторонние механические примеси и воду, что ведёт к засорению жиклеров и бензопроводов. Капли воды, более вязкой, чем бензин, могут закупоривать жиклеры, а зимой превращаться в ледяные пробки.

Для отделения воды от топлива служат отстойники, на дне которых оседает вода, а также и механические примеси, более тяжёлые, чем бен-



Фиг. 232. Топливный фильтр, объединённый с отстойником.



Фиг. 233. Форма пластин топливного фильтра Зенит.

зин. Отстойники устраивают в самом корпусе бензонасоса (фиг. 227 и 228, а), либо они крепятся к бензонасосу (фиг. 228, б), либо помещаются отдельно — вместе с фильтром (фиг. 232) или без него, либо, наконец, помещаются в нижней части бензобака (фиг. 236).

Для очистки топлива от механических примесей служат также топливные фильтры. Наибольшее распространение в настоящее время получили сетчатые и пластинчатые фильтры. Сетчатый фильтр состоит из одного или нескольких слоёв сетки с мелкими отверстиями, задерживающей посторонние механические примеси в топливе. Сетчатые фильтры ставят обычно в карбюраторе, в месте присоединения бензопровода (фиг. 221), либо в бензонасосе (фиг. 227, 228, а), либо в отстойнике (фиг. 228, б), либо в заливной горловине бензобака (фиг. 225).

Пластинчатые фильтры состоят из набора большого числа фигурных пластинок, собранных в один фильтрующий элемент. Форма пла-

стинок фильтра Зенит и порядок сборки их показаны на фиг. 233. Топливо проходит в зазоры между пластинками, как показано стрелками. Такой фильтр задерживает частицы размером до 0,05 мм. Фильтрующий элемент ставится либо в карбюраторе (фиг. 209 и 210), либо в отстойнике (фиг. 232).

Уход за отстойниками заключается в сливе отстоя, который производится периодически в зависимости от условий эксплуатации и сорта топлива, но не реже одного раза в месяц. Собирая отстойники, надо обращать внимание на целостность прокладок между крышкой и корпусом.

Уход за фильтром заключается в промывке его в чистом бензине при помощи мягкой щётки и продувке сжатым воздухом. Запрещается прочищать сетку острыми предметами (проволока, иголки и т. д.). Пластинчатый фильтрующий элемент следует продувать с осторожностью, чтобы не погнуть пластинки фильтра. Запрещается разбирать пластинчатый фильтр на отдельные пластинки. Устанавливается и снимается пластинчатый фильтр в сборе только от руки, без применения инструмента. Если сечение фильтрующего элемента сужено смолистыми отложениями, то его промывают в ацетоне или специальной жидкости, рекомендуемой заводом-изготовителем.

### Бензобаки

На автомобиле устанавливается один или несколько бензобаков с ёмкостью, достаточной для пробега в 200—600 км без возобновления запаса топлива. Обычно бензобаки устанавливают на грузовых автомобилях сбоку на раме, под сидением водителя, под грузовой платформой; на легковых — сзади на раме автомобиля.

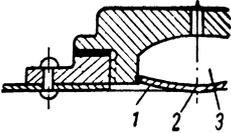
Бензобак изготавливается из тонкой листовой стали. В нижней части обычно помещается отстойник с пробкой для спуска воды и механических примесей. Сверху или сбоку бака находится горловина для заливки бензина, закрытая крышкой. В горловине обычно помещается сетчатый фильтр для предварительной очистки заливаемого топлива и предохранения бака от случайного попадания в него посторонних предметов и мусора.

Во избежание образования вакуума в бензобаке по мере расходования топлива или избыточного давления при его нагревании бензобак должен сообщаться с атмосферой. С этой целью обычно в пробке предусматривают отверстие и пробкам придают специальную форму, для того чтобы топливо не расплёскивалось через воздушное отверстие. В пробке, показанной на фиг. 234, выплёскивание топлива затруднено благодаря наличию отражателя 1. Топливо, ударившись об этот отражатель, проникает через отверстие 2 в камеру 3 в незначительном количестве и сейчас же стекает обратно в бак. В некоторых случаях для предупреждения выплёскивания топлива и сохранения наиболее лёгких его фракций отверстие в крышке бензобака закрыто клапанами. Такая крышка показана на фиг. 235 (автомобили Шевроле и GMC). Она устроена так, что по мере расходования топлива открывается воздушный клапан 1, пропускающий воздух внутрь бака. Если давление внутри бака возрастает, например при повышении температуры окружающего воздуха, то откроется паровой клапан 2. Клапан 1 открывается при давлении около 1 кг/см<sup>2</sup>, а клапан 2 — при давлении, близком к 1,14 кг/см<sup>2</sup>.

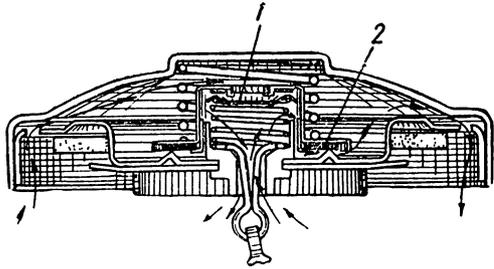
Сверху в бензобаке обычно помещается датчик указателя уровня бензина и иногда сливная трубка, по которой вытекает бензин при переполнении бака.

Для увеличения жёсткости на стенках бака выштамповываются рёбра, а внутри бака ставятся перегородки, препятствующие сильному плесканию топлива.

Уход за бензобаком заключается в периодическом спуске воды и механических примесей из отстойника, а также в промывках. При заправке топливо должно всегда заливаться через сетчатый фильтр или воронку с мелкой сеткой, а лучше через замшу, задерживающую воду.



Фиг. 234. Пробка бензобака.



Фиг. 235. Пробка бензобака с воздушным и паровым клапанами (армейские автомобили Шевроле и GMC CCKW).

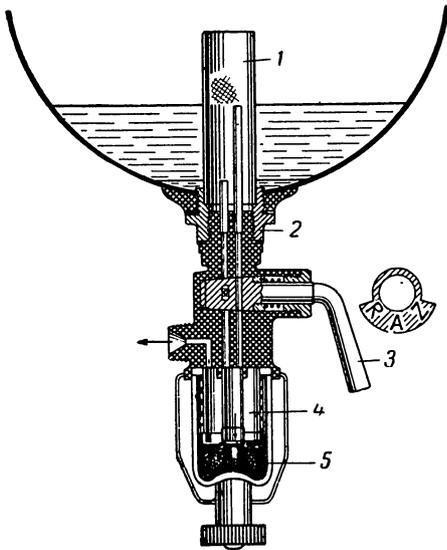
### Бензоуказатели

Указатели количества топлива в бензобаке (бензоуказатели) бывают двух типов: механические и электрические. Наибольшее распространение в настоящее время получили электрические бензоуказатели.

Механический бензоуказатель состоит из поплавка, плавающего в бензобаке и рычажно соединённого со шкалой на контрольном щите в кабине (фиг. 225).

Описание электрического бензоуказателя приведено ниже, в разделе «Электрооборудование».

В случаях, когда бензоуказатель на автомобиле отсутствует, иногда делается устройство для предупреждения водителя о том, что топливо на исходе. Одно из таких устройств показано на фиг. 236. Здесь в нижней части бензобака укреплен корпус трёхходового крана и отстойник с топливным фильтром. Бензин может поступать к крану по одной из двух трубок. Когда ручка крана стоит в положении *A*, топливо поступает по более длинной трубке. Когда уровень дойдёт до верхнего обреза трубки, подача топлива прекратится, хотя в баке остаётся ещё некоторое его количество. Это предупреждает водителя о том, что



Фиг. 236. Трёхходовой топливный кран автомобиля Мерседес-Бенц 170 V:

1—сетчатый фильтр бензобака; 2—футорка; 3—ручка крана; 4—сетчатый фильтр отстойника; 5—отстойник.

топливо на исходе. Переставив ручку крана в положение *R*, можно использовать резервное топливо в баке. Когда ручка крана стоит в положении *Z*, бензопровод перекрыт.

Простейшим бензоуказателем является мерная линейка. На линейку предварительно наносятся деления, соответствующие различному количеству топлива в баке.

Для замера количества бензина мерную линейку опускают в бак, предварительно поставив автомобиль на горизонтальную площадку. Однако такой способ замера даёт сугубо приближённые результаты.

## § 2. ПОДВОД ВОЗДУХА К КАРБЮРАТОРУ, ПОДАЧА ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ ВЫПУСК ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

### Воздухоочистители

В воздухе, поступающем через карбюратор в цилиндры двигателя, находится пыль, содержащая до 75% мельчайших кристаллов кварца большой твёрдости. Эти кристаллы, оседая на смазанные поверхности деталей двигателя, образуют подобие наждачной пасты, вызывающей быстрый износ рабочих поверхностей цилиндров, поршневых колец, клапанных фасок, подшипников и т. д. Быстрый износ деталей, помимо увеличения расхода на ремонт, ведёт к снижению мощности и увеличению расхода топлива и смазки.

Количество пыли, содержащейся в воздухе, колеблется в широких пределах в зависимости от местности, климатических и почвенных условий, а также от погоды. По американским данным в  $1 \text{ м}^3$  воздуха содержится от 0,003 г (городские условия) до 0,100 г пыли (пыльные дороги и сельские условия). Двигатель автомобиля литражем в 3,5 л при числе оборотов 3000 об/мин засасывал бы за 10 час. работы от 7,5 до 250 г пыли.

Для задержания пыли воздух, поступающий в карбюратор, предварительно пропускается через воздухоочиститель.

По испытаниям военного министерства США при работе грузового автомобиля без воздухоочистителя получалось увеличение износа по сравнению с работой того же автомобиля с воздухоочистителем с войлочной набивкой для рабочих поверхностей цилиндров в 9 раз, поршней в 4 раза, поршневых колец в 10 раз.

В некоторых областях СССР с особенной запылённостью и неблагоприятным составом пыли межремонтный пробег автомобильных двигателей без воздухоочистителя сокращается в 10 раз и более. Отсюда видно, что эксплуатация автомобиля без воздухоочистителя или при отсутствии надлежащего ухода за ним приносит колоссальный вред.

К воздухоочистителю предъявляются следующие основные требования:

- 1) высокая степень очистки воздуха от пыли (фильтрующая способность);
- 2) малое сопротивление воздухоочистителя проходящему потоку воздуха;
- 3) способность длительное время работать без ухода и перезарядки и без существенного ухудшения фильтрующей способности;
- 4) малые габариты и вес;
- 5) простота устройства и ухода.

Воздухоочистители современных автомобильных двигателей разделяются по способу очистки на три основные группы:

- 1) инерционные,
- 2) фильтрующие (сухие, промасленные, жидкостные);
- 3) комбинированные (сухие и масляные).

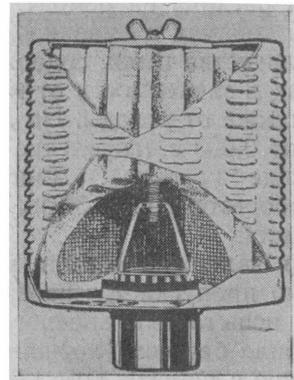
Действие инерционных фильтров основано на различной плотности движущихся частиц пыли и воздуха. Если заставить поток воздуха двигаться по окружности или спирали, то более тяжёлые частицы будут отбрасываться центробежной силой к стенке кожуха, отделяясь от основной массы движущегося воздуха. Другой способ очистки заключается в

том, что направление воздушного потока резко меняется и частицы пыли, обладая большей массой, следуют по инерции в первоначальном направлении, попадая в улавливатели. Основным недостатком инерционных воздухоочистителей по сравнению с другими типами является низкая степень очистки воздуха от пыли.

Один из инерционных воздухоочистителей представлен на фиг. 237. Здесь использованы оба способа очистки. Поток воздуха, направляемый неподвижными крыльчатками, приобретает вращательное движение. Тяжёлые частицы отбрасываются к стенкам кожуха и собираются внизу. Дойдя до нижней части кожуха, поток воздуха резко меняет направление движения, благодаря чему происходит повторное отделение пыли от воздуха. Отделённая пыль выбрасывается из пылесборника наружу через специальное отверстие. Если пыль собирается в специальном пылесборнике, то воздухоочиститель называется собирающим.



Фиг. 237. Схема инерционного воздухоочистителя.



Фиг. 238. Сухой фильтрующий воздухоочиститель Протектомотор.

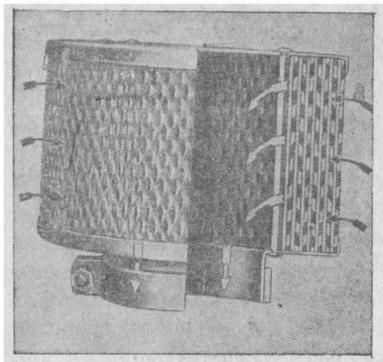
В фильтрующих воздухоочистителях воздух просасывается через фильтрующий элемент (фланель, войлок, волос, металлическую сетку, стружки и т. п.), где пыль отделяется от воздуха. Сухие фильтры хорошо работают вначале, но затем, засоряясь, быстро теряют свои очистительные свойства. Поэтому некоторые виды фильтрующих элементов (металлическая сетка, стружки) часто предварительно промасливаются. В жидкостных воздухоочистителях воздух просасывается через слой жидкости (воды, масла). Общим недостатком многих фильтрующих воздухоочистителей является незначительная продолжительность их действия. Качество очистки воздуха колеблется в широких пределах в зависимости от вида фильтрующего элемента.

На фиг. 238 изображён сухой фильтрующий воздухоочиститель, в котором воздух просасывается через тонкий (1,2-мм) войлок. Для увеличения фильтрующей поверхности войлок натянут на звездообразный каркас. Очистка фильтрующего материала производится продувкой сжатым воздухом без разборки воздухоочистителя. В позднейших конструкциях такого же типа фильтрующей ткани придают форму мехов гармошки и воздухоочиститель ежедневно очищают, отряхивая пыль долевыми перемещениями мехов.

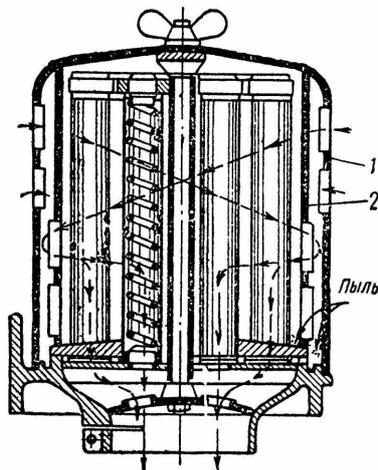
Фильтрующий промасленный воздухоочиститель показан на фиг. 239. Он выполнен из двух стальных полос, в которых просечены ромбовидные отверстия с наклонными краями, расположенные в шахматном порядке. Полосы с отверстиями сложены так, что наклоны рёбер отверстий направ-

лены навстречу друг другу и закатаны в многослойный цилиндр. Таким образом фильтрующий слой состоит из нескольких пар просечённых поверхностей с противоположно направленными рёбрами. Воздух, просасываемый через воздухоочиститель, разбивается на мелкие струйки, которые несколько раз меняют скорость и направление своего движения, благодаря чему пыль отделяется от воздуха и оседает на рёбрах отверстий. Описанный воздухоочиститель в сухом виде задерживает весьма малое количество пыли; при промасливании — несколько больше. Однако по мере высыхания и при встряхивании пыль, временно задержанная, все же проникает в двигатель; поэтому указанный фильтр весьма не эффективен.

Комбинированные воздухоочистители представляют собой сочетание предыду-



Фиг. 239. Промасленный фильтрующий воздухоочиститель.



Фиг. 240. Сухой комбинированный воздухоочиститель Зенит.

щих двух типов, они обеспечивают наилучшую очистку воздуха и имеют самое широкое распространение.

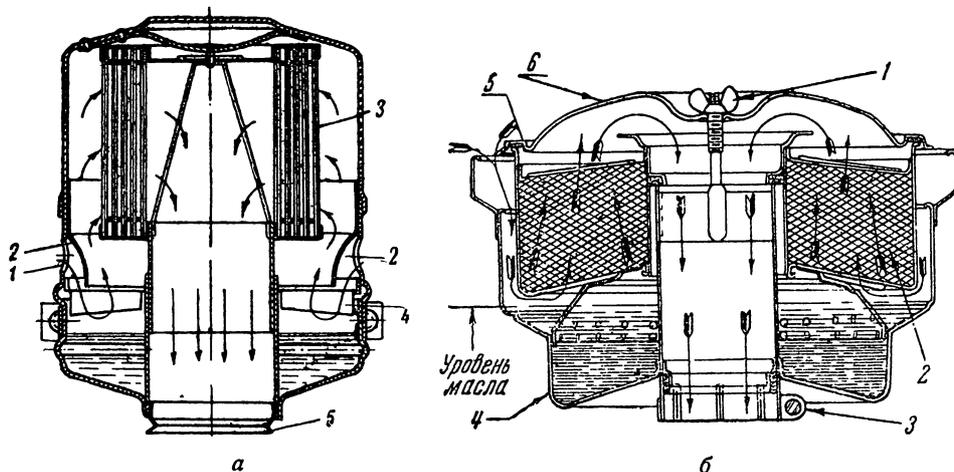
Сухой комбинированный воздухоочиститель представлен на фиг. 240. Здесь один в другой вставлены два кожуха 1 и 2 с направляющими для завихривания воздуха. Первая, инерционная, очистка происходит благодаря завихриванию воздуха, идущего через кожухи. Далее воздух очищается, проходя через фильтрующий элемент, выполненный в виде мешочков, натянутых на спиральные пружины.

Два масляных комбинированных воздухоочистителя изображены на фиг. 241. В воздухоочистителе, изображённом на фиг. 241, а, использован фильтрующий элемент описанного выше типа (фиг. 239). В нижней части корпуса воздухоочистителя находится масло. Воздух поступает через воздушные отверстия 1 и направляется направляющим кольцом 2 вниз, на скошенные лопасти неподвижной крыльчатки 4. Это придаёт воздуху вращательное движение, и его струи, двигаясь вниз по спирали, ударяются под углом около  $45^\circ$  о поверхность масла, оставляя на нём значительную часть пыли. Отражённый поток воздуха резко меняет направление своего движения и, поднимаясь, проходит через фильтрующий элемент 3. При этом воздушный поток захватывает с поверхности отдельные частицы масла, которые, оседая на решётчатом фильтре, обеспечивают необходимую масляную плёнку на решётке. Таким образом, наиболее мелкие частицы пыли, не осевшие в масле при первичной очистке, оседают на поверхности сетки при вторичной очистке. Избыток масла, стекая, смывает пыль, оседающую на поверхность фильтрующего элемента. У выходного патрубка воздухоочистителя отбортованы края 5 для при-

соединения гибкого шланга, подводящего воздух к карбюратору. В исправном состоянии такой воздухоочиститель удерживает до 95—97% пыли.

Другой комбинированный масляный воздухоочиститель показан на фиг. 241, б. Здесь фильтрующий элемент сделан из медной сетки. Путь воздуха указан стрелками.

Основное правило ухода за воздухоочистителями заключается в своевременной их очистке от пыли. Только в этом случае они будут давать надлежащий эффект.



Фиг. 241. Масляные комбинированные воздухоочистители:  
а — автомобиля ЗИС-5: 1 — воздушное отверстие; 2 — направляющее кольцо; 3 — фильтрующий элемент; 4 — крыльчатка; 5 — отбортованные края; б — автомобиля ГМС: 1 — гайка; 2 — фильтрующий элемент; 3 — стяжной винт; 4 — ванна с маслом; 5 — направляющая; б — крышка.

Сухие фильтрующие воздухоочистители (фиг. 238) очищают продувкой сжатым воздухом или отряхиванием. Смазывать ткань маслом запрещается.

В масляные комбинированные воздухоочистители заливается из двигателя обычно отработавшее масло. Перезарядка воздухоочистителя типа, показанного на фиг. 241, а, заключается в том, что фильтрующий элемент вынимают, промывают в бензине и просушивают, а затем опускают в масло, где элемент держат до тех пор, пока масло не проникнет во внутрь. Затем фильтрующий элемент вынимают и, дав маслу стечь, ставят на место. Загрязнённое масло из корпуса фильтра выливают вместе с осадком, корпус промывают керосином и снова заполняют маслом до метки.

Сроки очистки и перезарядки воздухоочистителей указываются в заводских инструкциях, они зависят от устройства фильтра и условий эксплуатации и могут меняться в широких пределах.

В карбюраторах с поплавковой камерой неуравновешенного типа загрязнение и несвоевременная перезарядка воздухоочистителя приводят не только к ухудшению очистки воздуха, но и к переобогащению горючей смеси и пережогу топлива.

### Всасывающий и выхлопной трубопроводы

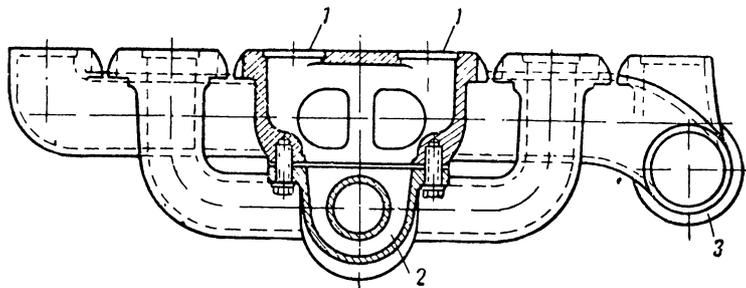
От карбюратора горючая смесь поступает в цилиндры двигателя через всасывающий трубопровод.

Всасывающий трубопровод изготавливается так, чтобы обеспечить по возможности равномерное распределение смеси по цилиндрам и оказы-

вать минимальное сопротивление потоку смеси. Он обычно выполняется в виде отливки и крепится снаружи к блоку цилиндров двигателя. Очертания трубопроводов делаются по возможности плавными.

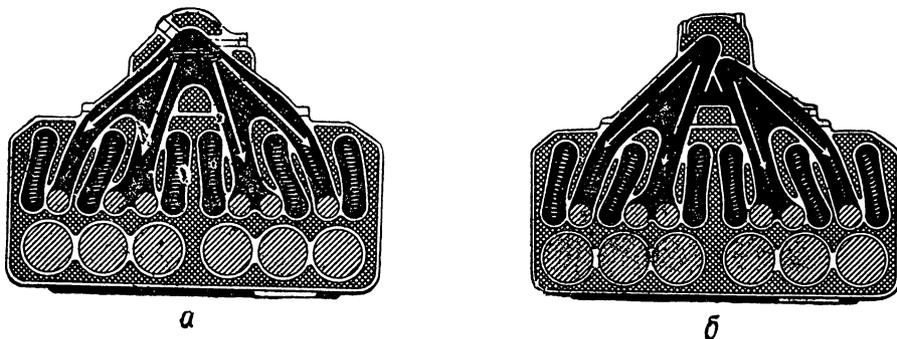
Типовые схемы всасывающих трубопроводов четырёх-, шести- и восьмицилиндровых двигателей изображены на фиг. 242—244.

Всасывающий трубопровод четырёхцилиндрового двигателя имеет общий патрубок к каждой паре цилиндров, а внутри блока каналы, идущие к всасывающим клапанам попарно для лучшего распределения смеси по цилиндрам.



Фиг. 242. Всасывающий и выхлопной трубопроводы двигателя ГАЗ-М.

На фиг. 243 представлены схемы подвода горячей смеси в шестицилиндровом двигателе с одинарным и сдвоенным карбюратором. В последнем случае каждые три цилиндра питаются смесью от отдельной смесительной камеры карбюратора. Как было указано, такое устройство улучшает качество смеси и её распределение по цилиндрам и ведёт к повышению мощности, экономичности и приёмистости двигателя.

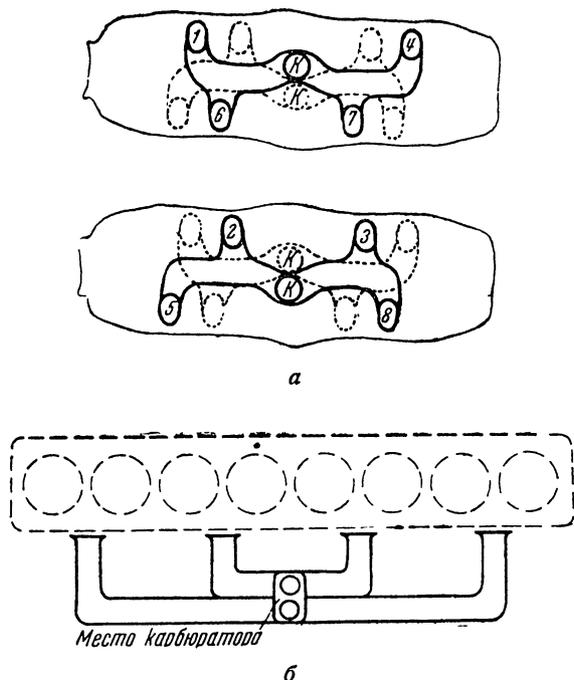


Фиг. 243. Всасывающий трубопровод двигателя Гудсон:  
а—при одинарном карбюраторе; б—при сдвоенном карбюраторе.

В восьмицилиндровых двигателях, как правило, применяются сдвоенные карбюраторы. Каждая смесительная камера питает свою группу цилиндров, так что всасывающий трубопровод состоит из двух самостоятельных трубопроводов. Примерные формы таких трубопроводов при V-образом и рядном расположении цилиндров показаны на фиг. 244, а и б.

Как уже указывалось, часть топлива на пути из карбюратора в цилиндры двигателя оседает на стенках всасывающего трубопровода и образует топливную плёнку, которая медленно движется по стенкам в направлении к цилиндрам. Для испарения плёнки топлива предусматривается ряд устройств. Иногда на её пути во всасывающем трубопроводе устанавливают штампованные плёнкосбрасыватели (фиг. 245), по которым

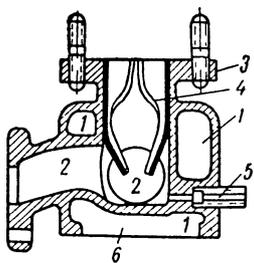
жидкие частицы топлива стекают от стенок к середине трубы, где повторно распыливаются. Широко распространено устройство горячих очагов для испарения плёнки на пути её движения или в местах скопления топлива. При этом используется тепло выхлопных газов. Во всасываю-



Фиг. 244. Схемы всасывающих трубопроводов восьмицилиндровых двигателей: а—Форд с V-образным расположением цилиндров; б—ЗИС-101 с рядным расположением цилиндров.

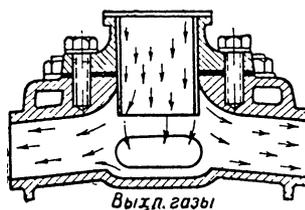
щем трубопроводе, показанном на фиг. 242, выхлопные газы поступают через отверстия 1, омывают часть всасывающего трубопровода 2 и через выхлопной трубопровод 3 отводятся в атмосферу.

Особенно важно наличие горячих очагов при карбюраторах с падающим потоком. На фиг. 246 показан средний участок всасывающего тру-



Фиг. 245. Схема плёнкобрасывателя двигателя автомобиля Додж:

7—камера подогрева; 1—всасывающий трубопровод; 2—фланец крепления карбюратора; 3—плёнкобрасыватель; 4—отверстие для выпуска жидкого топлива; 5—место присоединения выхлопного трубопровода.



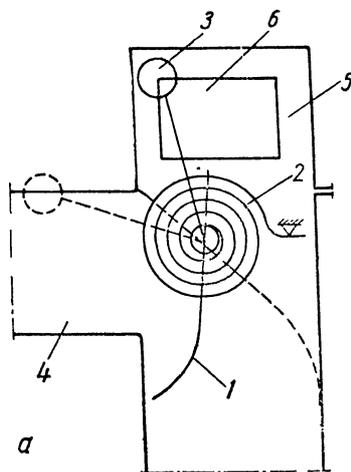
Фиг. 246. Устройство горячего очага во всасывающем трубопроводе двигателя Шевроле.

бопровода, подогреваемого выхлопными газами. Направление потока смеси показано стрелками. Топливо, стекающее вниз при запуске или при

работе холодного двигателя, собирается в неглубоком корытце, омываемом снаружи выхлопными газами.

Интенсивность подогрева должна быть минимальной, обеспечивающей лишь необходимую подготовку смеси, так как с увеличением подогрева уменьшается коэффициент наполнения двигателя, что приводит к снижению мощности.

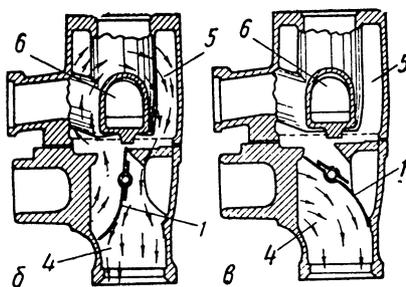
В современных автомобильных двигателях получили распространение термостаты, автоматически регулирующие степень подогрева участка всасывающего трубопровода выхлопными газами. Показанный на фиг. 247 термостат состоит из заслонки 1, на оси которой находятся по одну сторону спиральная биметаллическая пружина 2, а по другую — противовес 3. Когда двигатель холодный, биметаллическая пружина открывает заслонку 1, преодолевая действие противовеса. При этом отработавшие газы поступают из выхлопного трубопровода 4 в камеру обогрева 5, оmyвая стенки всасывающего трубопровода 6 (фиг. 247, б). По мере прогрева двигателя биметаллическая пружина удлиняется, и заслонка 1 под действием противовеса переходит в закрытое положение (фиг. 247, а). При этом поток горячих газов выходит из выхлопного трубопровода, минуя камеру обогрева 5.



Выхлопной трубопровод выполняется в виде отливки, общей со всасывающим трубопроводом или отдельной от неё. Выхлопной трубопровод помещается над всасывающим или под ним и снабжается патрубками с фланцами для присоединения к блоку цилиндров и фланцем для присоединения трубы глушителя. Для получения герметических соединений между всасывающим и выхлопным трубопроводами, блоком, карбюратором и трубой глушителя устанавливают медно-асбестовые прокладки.

К всасывающему трубопроводу присоединяются трубки стеклоочистителей и вакуумных сервомеханизмов (тормозной системы и др.). Чтобы избежать образования трещин на выхлопном трубопроводе в результате попадания на него капель и брызг холодной воды от вентилятора и предупредить переохладение переднего конца всасывающего трубопровода потоком воздуха, вокруг обоих трубопроводов спереди часто крепится стальной щиток.

Уход за всасывающим и выхлопным трубопроводами сводится к проверке их целостности, целостности прокладок и герметичности соединений.



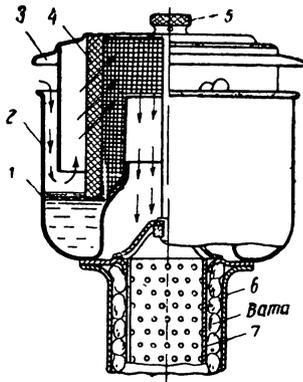
Фиг. 247. Положение заслонки термостата подогрева горячей смеси для холодного двигателя и прогретого двигателя:

1 — заслонка термостата; 2 — биметаллическая пружина; 3 — противовес; 4 — выхлопной трубопровод; 5 — камера обогрева; 6 — всасывающий трубопровод.

## Глушители шума всасывания и выхлопа

Все современные автомобили снабжаются глушителями шума выхлопа, а многие автомобили, преимущественно легковые, — также глушителями шума всасывания.

Глушители шума как всасывания, так и выхлопа действуют по общим принципам глушения звука. Звук представляет собой колебательное движение частиц воздуха, распространяющееся от источника звука в виде волн. Колебания передаются барабанной перепонке уха и вызывают ощущение звука. Простейший вид звука—тон—представляет одно гармоническое колебание, характеризуемое амплитудой и частотой. Шум — сложное колебательное движение частиц с переменными амплитудой и частотой. Не все простейшие звуки, из которых складывается шум, одинаковы по силе и восприятию. Иногда достаточно заглушить звуки нескольких частот, чтобы воспринимаемый шум заметно уменьшился.

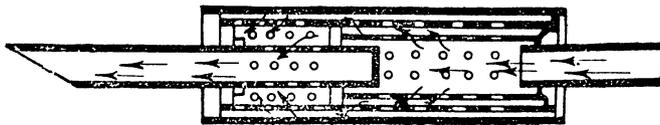


Фиг. 248. Комбинированный воздухоочиститель (автомобили ГАЗ-ММ и ГАЗ-М1):

1 — лоток с отверстиями; 2 — корпус; 3 — крышка с направляющей; 4 — фильтрующий элемент; 5 — гайка; 6 — наружная труба; 7 — внутренняя труба.

Шум выхлопа получается вследствие выхода отработавших газов с высокой скоростью через выпускной клапан. Перед открытием выпускного клапана отработавшие газы имеют температуру  $700-900^{\circ}$  и давление  $4-6 \text{ кг/см}^2$ , т. е. обладают большим запасом энергии, которая рассеивается при выхлопе. Часть энергии расходуется на трение о стенки выхлопных трубопроводов, а часть превращается в волну давления; которая, пройдя выхлопную систему и выйдя в атмосферу, создаёт шум. Каждому открытию выпускного клапана соответствует хлопок, число которых зависит от числа оборотов двигателя. Сила хлопков увеличивается с увеличением нагрузки и числа оборотов двигателя.

Глушение шума основано, главным образом, на принципе уменьшения энергии движущегося потока газов и выравнивания колебаний его давления. Это достигается преимущественно использованием следующих средств: 1) многократным изменением направления потока газа; 2) повторяющимся сужением проходных сечений и последующим их расширением; 3) расчленением потока газов на мелкие струйки, дви-



Фиг. 249. Глушитель шума выхлопа автомобиля ЗИС-5.

жущиеся вдоль шероховатых поверхностей; 4) охлаждением потока газов.

Глушитель как часть всасывающей или выхлопной системы должен пропускать воздух или отработавшие газы без больших добавочных сопротивлений. В противном случае наличие глушителей будет вызывать заметное падение мощности двигателя.

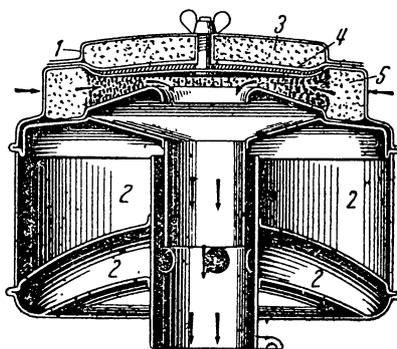
На фиг. 248 показан глушитель шума всасывания автомобиля ГАЗ-ММ и М-1. В трубу 6, соединяющую воздухоочиститель с карбюратором, вставлена перфорированная, т. е. имеющая целый ряд отверстий, труба 7. Промежуток между обеими трубами плотно заполнен ватой. Глушение шума достигается благодаря тому, что звуковые волны, проходя по многочисленным узким порам ваты, теряют свою энергию вследствие трения. Такой способ применяют иногда и для глушения шума выхлопа, но хлопковую вату заменяют стеклянной или другим пористым материалом, который выдерживает высокие температуры, сотрясения и не подвержен быстрому загрязнению сажей и твёрдыми частицами, уносимыми выхлопными газами. Глушители с пористым материалом называются адсорбирующими и хорошо глушат звуки высокой частоты (порядка 2000—3000 колебаний в 1 сек.).

На фиг. 249 показан глушитель шума выхлопа автомобиля ЗИС-5. Он состоит из трёх стальных перфорированных труб, расположенных concentрично. Отработавшие газы из выхлопного трубопровода попадают внутрь средней трубы глушителя, проходят сквозь отверстия, имеющиеся в ней и в наружной трубе, охлаждаются, двигаясь в пространстве между кожухом и наружной трубой, и далее через отверстия попадают во внутреннюю трубу, откуда выпускаются в атмосферу. Таким образом отработавшие газы, проходя через глушитель, подвергаются расширению, четыре раза разветвляются, охлаждаются и проходят суженные сечения. Благодаря этому колебания скорости потока газов значительно выравниваются, а шум уменьшается.

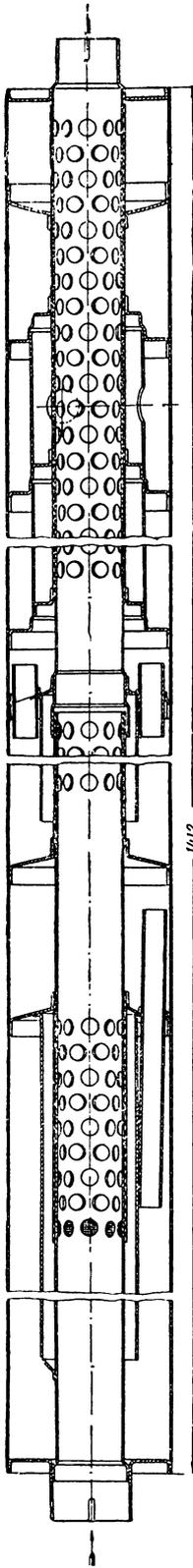
Широкое распространение получили более сложные глушители, построенные по типу так называемых акустических фильтров, рассчитанных на поглощение большого интервала звуковых частот.

Схема глушителя шума всасывания, выполненного по схеме акустического фильтра, показана на фиг. 250. Глушитель объединён с воздухоочистителем. Воздух проходит через фильтрующий промасленный элемент 5. Через отверстия 4 в крышке 1 воздушный поток соприкасается с звукопоглощающей набивкой (войлоком) 3, которая глушит звуки более высокой частоты. Далее поток воздуха движется вниз, к карбюратору. Часть воздушного потока попадает в боковые камеры или резонаторы 2. Здесь волны давления сглаживаются вследствие многократного отражения от стенок, и энергия их частично превращается в тепло вследствие трения при перетекании из главной трубы в резонаторы и обратно. Разный объём камер 2 обеспечивает глушение различных по величине низких частот.

На фиг. 251 показан глушитель шума выхлопа, действующий по принципу акустического фильтра. Глушитель представляет собой шесть последовательно расположенных камер, изолированных друг от друга, через которые проходит внутренняя труба, имеющая группы отверстий против каждой из камер. Против всех отверстий на внутреннюю трубу надеты сетки. В первой и второй камерах (считая от двигателя) вставлены средние трубы, открытые с обеих концов. В третьей и четвёртой камерах средние трубы не открыты, а имеют большие отверстия на боковой



Фиг. 250. Воздухоочиститель, объединённый с глушителем шума всасывания.



Фиг. 251. Глушитель шума выхлопа автомобиля ЗИС-101.

поверхности. Наличие шести резонаторных камер улучшает глушение и распространяет его на больший промежуток частот. Средние трубы в первых четырёх камерах (считая от двигателя) уменьшают передачу шума выхлопа через стенки глушителя, так как непосредственно воспринимают толчки газов, вследствие чего до наружных стенок эти толчки почти не доходят.

### § 3. РЕГУЛЯТОРЫ ЧИСЛА ОБОРОТОВ ДВИГАТЕЛЯ

Для того чтобы наибольшее число оборотов двигателя и скорость автомобиля не превосходили заданного предела, некоторые двигатели снабжаются регуляторами (ограничителями) числа оборотов.

Работа этих регуляторов связана обычно с изменением количества горючей смеси, подаваемой в цилиндры.

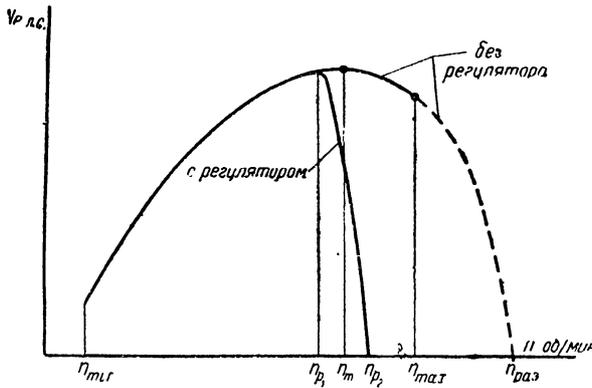
На фиг. 252 даны внешние характеристики двигателя при наличии и отсутствии регулятора. Наибольшее число оборотов, допустимое в эксплуатации, обозначено  $n_{\max}$ . Однако двигатель, не снабжённый регулятором, может развить и большее число оборотов, если, например, выжать сцепление и полностью открыть дроссель. В этом случае, как говорят, двигатель пойдет «вразнос» и обороты возрастут до  $n_{\text{раз}}$ . Работа на оборотах, больших  $n_{\max}$ , сопровождается значительным падением эффективной мощности и возрастанием износа двигателя. Превышение числа оборотов сверх допустимого встречается особенно часто при движении гружёного автомобиля по плохой дороге на низших передачах или негружёного автомобиля по хорошей дороге с большой скоростью. Последнее объясняется тем, что значительное облегчение автомобиля после его разгрузки сопровождается соответствующим увеличением его максимальной скорости, а следовательно, и числа оборотов двигателя. Поэтому регуляторы числа оборотов ставят преимущественно на грузовых автомобилях.

Когда число оборотов двигателя увеличивается до  $n_{p1}$ , в работу вступает регулятор, уменьшающий подачу горючей смеси в цилиндры. Мощность двигателя поэтому падает, и при оборотах  $n_{p2}$  двигатель работает на холостом ходу. Идеальный регулятор вступал бы в работу немедленно, так что  $n_{p1}$  и  $n_{p2}$  были бы равны между собой.

Практически регулятор обладает определённой чувствительностью, и его действие сопровождается известным превышением числа оборотов сверх  $n_{p1}$ .

Высокие требования предъявляются к чувствительности регулятора, так как это должно обеспечить минимальную разность между оборотами  $n_{p1}$  и  $n_{p2}$ .

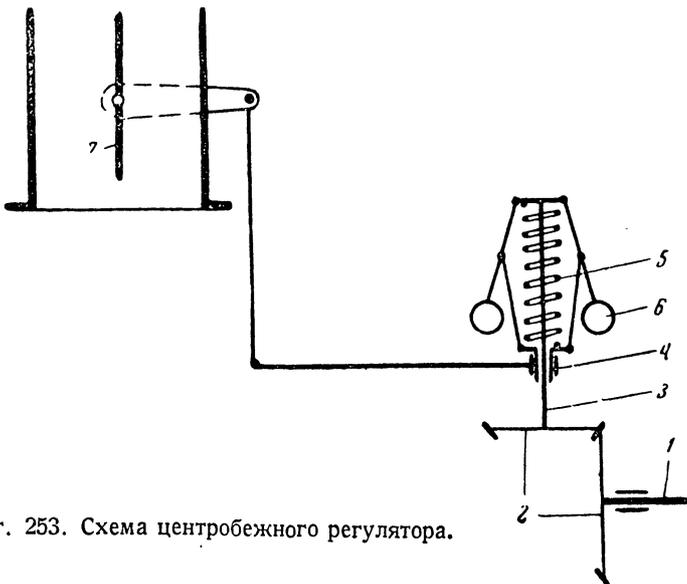
По устройству регуляторы разделяются на центробежные и пневматические.



Фиг. 252. Внешняя характеристика двигателя без регулятора и с регулятором.

### Центробежный регулятор

Схема центробежного регулятора приведена на фиг. 253. От распределительного вала 1 двигателя вращение передаётся через пару конических шестерён 2 вала регулятора 3. С валом 3 связаны шарнирно рычажки с грузиками 6. По мере увеличения числа оборотов центробежная сила, действующая на грузики 6, будет стремиться их разводить, преодолевая силу пружины 5. По достижении расчётных оборотов центробежная сила возрастёт настолько, что грузики 6, расходясь, переместят



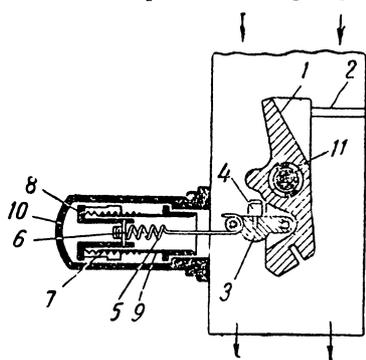
Фиг. 253. Схема центробежного регулятора.

муфту 4 вверх так, что это перемещение, передаваясь через систему рычагов специальной заслонке 7 регулятора, заставит последнюю приоткрыться. Как только число оборотов двигателя упадёт, пружина 5 сблизит грузики 6 и заслонка 7 вновь приоткроется, пока обороты не достиг-

нут наибольших допустимых, а потом опять вступит в работу регулятор. Центробежные регуляторы на автомобилях применяются весьма редко ввиду сложности их устройства и привода, а также наличия изнашивающихся трущихся деталей.

### Пневматический регулятор

На фиг. 254 показано устройство пневматического регулятора Солекс, устанавливаемого в некоторых моделях карбюраторов той же марки. Дроссельная заслонка 1 карбюратора является составной частью регулятора и посажена на своей оси свободно на игольчатых подшипниках. На верхней части дросселя 1 сделан скос, на который давит поток проходящего воздуха. Штифт 2 ограничивает открытие дросселя. Нижняя часть дросселя шарнирно соединена с рычажком 3, на котором сидит упорный штифт 4 и бронзовый ролик, охватываемый правым концом пружины 5 регулятора. Слева, сквозь витки пружины 5, проходит шпилька 6, сидящая в регулировочной втулке 8. Последняя опирается на регулировочную гайку 7, навёрнутую на направляющую 9. Снаружи регулятор закрыт кожухом 10. Пружина 5 стремится полностью открыть дроссель 1, однако его открытие зависит от положения подвижных упоров 11, связанных с педалью акселератора. Водитель, нажимая на педаль акселератора, не открывает непосредственно дроссель, а лишь отводит упоры 11, открывает же дроссель пружина 5 регулятора.



Фиг. 254. Схема пневматического регулятора Солекс:

1—дроссельная заслонка; 2—ограничительный штифт; 3—рычажок; 4—упорный штифт; 5—пружина; 6—шпилька; 7—регулирующая гайка; 8—регулирующая втулка; 9—направляющая; 10—кожух; 11—упоры, связанные с педалью акселератора.

Работа регулятора заключается в следующем. При увеличении числа оборотов растёт скорость потока в воздушной трубе карбюратора и увеличивается давление на скошенную поверхность дросселя. Когда момент силы давления воздушного потока на дроссель станет больше момента пружины 5, дроссель начнёт закрываться, преодолевая силу пружины 5 и уменьшая тем самым подачу горючей смеси. По мере закрытия дросселя число оборотов двигателя, количество воздуха, проходящего через карбюратор, и давление потока на дроссель, будут уменьшаться. Если только число оборотов двигателя уменьшится, пружина 5 приоткроет дроссель и подача смеси снова увеличится.

В рассмотренном устройстве предусмотрена регулировка силы натяжения пружины и числа рабочих витков пружины. Первое достигается вращением регулировочной гайки 7. Чтобы изменение силы натяжения пружины не сопровождалось изменением числа её рабочих витков при вращении гайки 7, надо придерживать регулировочную втулку 8 от проворачивания. Для уменьшения силы натяжения пружины гайку 7 надо завёртывать, т. е. вращать по часовой стрелке, при этом максимальное число оборотов двигателя будет уменьшаться, и, наоборот, при отвёртывании гайки увеличивается натяжение пружины, а также максимальное число оборотов двигателя.

Изменение числа рабочих витков пружины 5 регулятора достигается одновременным вращением регулировочной втулки 8 и регулировочной гайки 7. Если вращать регулировочную втулку 8, то шпилька 6, пропущенная сквозь пружину 5, будет «навинчиваться» или «свинчиваться» с пружины так, что число рабочих витков (справа от шпильки 6) будет из-

меняться. Шаг резьбы на направляющей 9 сделан примерно равным толщине проволоки пружины. Благодаря этому при одновременном вращении втулки 8 и гайки 7 число рабочих витков пружины 5 будет изменяться, но втулка 8 со шпилькой 6 будет перемещаться так, что сила натяжения пружины 5 почти не изменяется. Для увеличения числа рабочих витков втулку 8 и гайку 7 следует вращать по часовой стрелке.

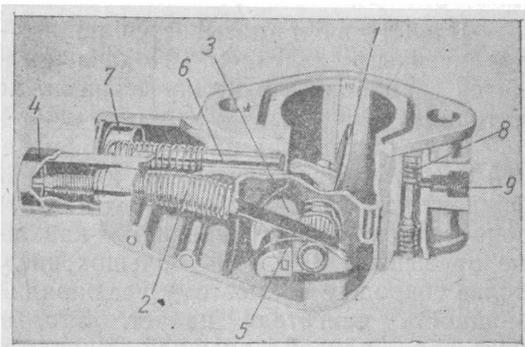
При увеличении силы натяжения пружины или уменьшении числа рабочих витков увеличивается предельное число оборотов двигателя. При увеличении числа рабочих витков работа двигателя может стать неустойчивой (медленное колебание оборотов при полном дросселе).

На фиг. 255 представлен регулятор Хэнди, который ставится на армейских автомобилях Шевроле. Регулятор расположен между карбюратором и всасывающим трубопроводом. Заслонка 1 регулятора посажена эксцентрично на ось, опирающуюся на игольчатые подшипники. В полностью открытом положении заслонка 1 стоит под углом  $10^\circ$  к вертикали и удерживается в этом положении моментом силы пружины 2 регулятора и силы тяжести грузика 3.

Поток воздуха, проходящего через карбюратор, давит на скошенную поверхность заслонки 1 и, когда число оборотов достигает заданного, прикрывает заслонку, преодолевая силы пружины 2 и грузика 3. Подача горючей смеси в цилиндры сокращается и число оборотов не превосходит заданного. Кулачок 4, сидящий на оси заслонки, по мере закрытия последней нажимает на ленту 5, связанную с пружиной регулятора. При значительном закрытии заслонки скоростной напор падает, но разрежение под ней быстро растёт, стремясь удерживать заслонку закрытой. Соответственное увеличение момента от пружины 2 происходит благодаря тому, что кулачок 4 поворачивается настолько, что плечо момента от силы пружины резко увеличивается.

Если дроссель карбюратора прикрыт, а двигатель работает без нагрузки, число его оборотов резко возрастает, а заслонка регулятора при заданном числе оборотов не прикрывается, так как скоростной напор потока воздуха будет недостаточен. Чтобы избежать при этом превышения числа оборотов против заданного, в регуляторе выполнен вакуумный корректор. Он состоит из штока 6 с поршнем 7. Полость справа от поршня 7 сообщается с участком воздушной трубы между заслонками карбюратора и регулятора, а полость слева от поршня 7 — с атмосферой. Если дроссель карбюратора прикрыт, а число оборотов двигателя достигло заданной величины, то разрежение под дросселем заставляет шток 6 корректора втянуться и прикрыть заслонку регулятора 1.

Поршень 8 относится к системе зажигания. Он передаёт разрежение от карбюратора к вакуум-корректору прерывателя-распределителя



Фиг. 255. Схема пневматического регулятора Хэнди:

1 — заслонка регулятора; 2 — пружина; 3 — грузик; 4 — кулачок; 5 — лента; 6 — шток; 7 — поршень вакуум-корректора; 8 — поршень; 9 — место присоединения трубки, передающей разрежение от карбюратора.

из пространства под заслонкой регулятора, когда она открыта. При полном дросселе, когда регулятор сработал, т. е. его заслонка прикрылась, во избежание большого опережения зажигания вакуум-корректором, поршень 8, опускаясь, сообщает вакуум-корректор прерывателя с пространством над заслонкой регулятора.

Для регулировки максимального числа оборотов служит колпачок 4, соединённый с регулировочным винтом 1. На конце винта 1 сделан наконечник, который «ввёртывается» в пружину. Чтобы уменьшить максимальное число оборотов, поддерживаемое регулятором, надо вращать колпачок 4 по часовой стрелке. Поворот колпачка 4 на полный оборот соответствует изменению максимальной скорости автомобиля на 7—8 км/час.

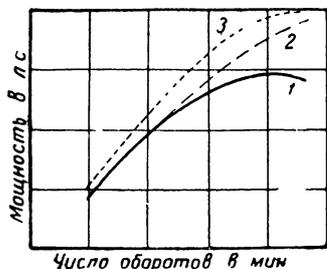
Регуляторы пломбируются и вскрывать их водителю запрещается.

#### § 4. НАДДУВ И НАГНЕТАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ

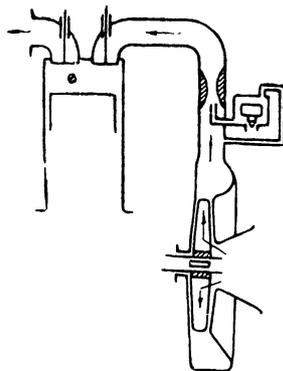
Наддувом называется подача в двигатель горючей смеси под увеличенным давлением. Подача сжатой смеси в цилиндры производится специальными компрессорами, которые называются чаще нагнетателями.

Если обозначить рабочий объём двигателя  $V_h$ , то количество рабочей смеси, засасываемой в цилиндры, будет  $\eta_v V_h$ , где  $\eta_v$  — коэффициент наполнения. В обычных двигателях, вследствие гидравлического сопротивления узких, извилистых каналов и щели клапана, коэффициент  $\eta_v$  не превышает 0,85. При больших числах оборотов величина  $\eta_v$  ещё более сокращается, поэтому вес заряда смеси в цилиндре уменьшается и мощность двигателя падает. Это, в частности, является причиной перегиба кривой внешней характеристики при больших числах оборотов.

Если воздух или горючую смесь подавать нагнетателем под давлением, то можно значительно увеличить вес заряда, поступающего в цилиндр двигателя. Наддув позволяет получать значения  $\eta_v=1,0-2,0$ ,



Фиг. 256. Внешние характеристики двигателей без наддува и с наддувом.



Фиг. 257. Схема центробежного нагнетателя.

благодаря чему с литра рабочего объёма двигателя снимается значительно большая мощность (до 100—150 л. с.).

На фиг. 256 показаны внешние характеристики одного и того же двигателя без нагнетателя (кривая 1) и с нагнетателями (кривые 2 и 3). Наддув двигателя может быть осуществлён двояко. В одном случае (кривая 2) нагнетатель служит для того, чтобы с увеличением числа оборотов поддерживать величину среднего эффективного давления возможно ближе

к наибольшему. При этом мощность на больших оборотах растёт и обороты, соответствующие максимуму мощности, увеличиваются. Во втором случае (кривая 3) нагнетатель даёт увеличение мощности и эффективного давления на всех числах оборотов двигателя. Преимущество первого вида наддува перед вторым заключается в том, что наибольшее значение среднего эффективного давления газов остаётся таким же, что и без наддува. Поэтому, если не учитывать некоторого увеличения числа оборотов, повышения прочности деталей двигателя не потребуется. При применении наддува второго вида требуется усиление деталей двигателя, что ведёт к некоторому его утяжелению.

Первый вид наддува применяется там, где наибольшее значение имеет увеличение максимальной мощности двигателя (легковые и гоночные автомобили), а следовательно, скорости автомобиля. Второй вид наддува позволяет существенно увеличить максимальное значение крутящего момента, что весьма важно для грузовиков, тягачей и других машин, так как улучшает их тяговые свойства. Осуществление наддува первого или второго вида зависит от принципа действия и характеристики применяемого нагнетателя. Так, объёмные нагнетатели обеспечивают протекание внешней характеристики соответственно кривой 3 фиг. 256.

По принципу действия существующие нагнетатели разбиваются на центробежные и объёмные.

В центробежных нагнетателях сжатие воздуха достигается путём уплотнения его под действием центробежной силы. Схема центробежного нагнетателя приведена на фиг. 257. Воздух поступает на лопатки крыльчатки вблизи от оси вращения и выбрасывается центробежной силой в кольцевое пространство к периферии кожуха. Отсюда сжатый воздух проходит через карбюратор и всасывающие трубопроводы в цилиндры двигателя. Нагнетатель обеспечивает достаточное давление лишь при большом числе оборотов (10 000—30 000 об/мин). Производительность нагнетателя быстро падает с уменьшением числа оборотов, и поэтому двигатель с таким нагнетателем обеспечивает автомобилю сравнительно медленный разгон.

Если крыльчатка нагнетателя приводится во вращение от коленчатого вала двигателя, нагнетатель называется приводным. Существуют также трубокомпрессоры, в которых крыльчатка нагнетателя приводится в движение от турбины, вращаемой выхлопными газами двигателя.

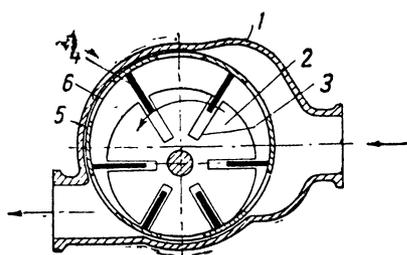
Ввиду высоких скоростей вращения детали центробежного нагнетателя, а особенно трубокомпрессора требуют применения высококачественных материалов и очень точной обработки.

В объёмных нагнетателях сжатие воздуха происходит в уменьшающемся пространстве между ротором и статором. Объёмные нагнетатели бывают: а) с одним ротором (коловратные) типа Козетт, Целлер, Паурплюс и б) с двумя роторами типа Рут. Все эти нагнетатели приводятся в движение от коленчатого или распределительного вала двигателя через систему шестерён.

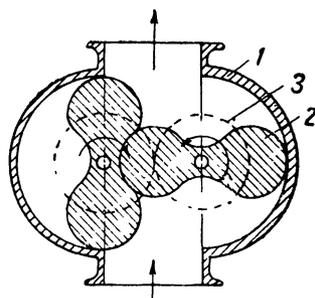
Схема простейшего объёмного нагнетателя с одним ротором типа Козетт представлена на фиг. 258. Здесь в неподвижном корпусе 1 с входным и выходным окнами эксцентрично вращается ротор 2. В теле ротора сделаны радиальные пазы 3 для лопаток 4, которые под действием центробежной силы прижимаются к барабану 5 с окнами 6. Барабан свободно вращается в корпусе, увлекаемый лопатками, благодаря чему последние меньше изнашиваются. При вращении ротора пространство между соседними лопатками уменьшается, и воздух, заключённый в этом объёме, сжимается.

Наибольшее распространение на автомобильных двигателях получили объёмные нагнетатели типа Рут с двумя роторами (фиг. 259). В корпусе 1 (овальной формы) вращаются два одинаковых ротора 2 специального профиля. Роторы вращаются в разные стороны; они связаны между собой шестернями 3, одна из которых приводится во вращение от двигателя. Роторы отделены друг от друга и от корпуса небольшим зазором в 0,10—0,20 мм. По принципу действия нагнетатель Рут похож на шестерёнчатый масляный насос, описанный выше. В этом нагнетателе воздух засасывается через нижнее окно и заполняет объём  $V$  между роторами и корпусом, а затем выжимается через верхнее окно, следуя по пути, показанному стрелками. За каждый оборот роторов нагнетатель подаёт в двигатель четыре порции сжатого воздуха, по две от каждого ротора.

Нагнетатели Рут обладают тем существенным преимуществом, что



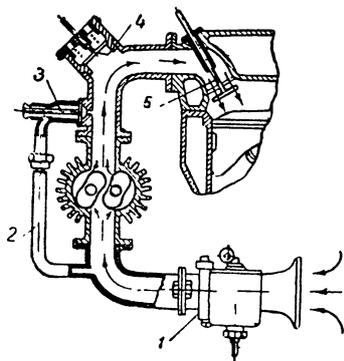
Фиг. 258. Схема коловратного нагнетателя Козетт.



Фиг. 259. Схема нагнетателя Рут.

на значительном интервале чисел оборотов давление подачи нагнетателя мало меняется, даже при сравнительно малых оборотах двигателя. Это обеспечивает двигателю с нагнетателем Рут быстрый разгон и хороший наддув при малых и средних оборотах двигателя.

Схема установки нагнетателя Рут на двигателе показана на фиг. 260. Сравнивая схемы фиг. 257 и 260, можно усмотреть принципиальную разницу между ними: в первом случае



Фиг. 260. Схема установки нагнетателя Рут на двигателе.

во втором (фиг. 260) нагнетатель, установленный до карбюратора, подает и сжимает чистый воздух, а во втором (фиг. 260) нагнетатель, установленный за карбюратором, подает и сжимает горючую смесь. Так как при установке нагнетателя согласно схеме фиг. 257 в карбюратор подаётся сжатый воздух, поплавковую камеру и полость бензобака приходится делать герметичными и держать их под давлением воздуха, выходящего из нагнетателя. Это позволяет использовать карбюратор с теми же размерами, что и у двигателя без нагнетателя. При расположении нагнетателя между карбюратором

и двигателем при обратных вспышках возможен взрыв значительного объёма горючей смеси, заключённого в полости нагнетателя, что может повредить его или разрушить. На этот случай предусмотрен предохранительный клапан 4 (фиг. 260), который при значительном повышении давления сверх допустимого выпускает часть газов наружу. При незначительном повышении давления перепускной клапан 3 перепускает часть

смеси по трубке 2 во всасывающую сторону нагнетателя, выравнивая давление подачи и уменьшая потери горючей смеси, которая не выбрасывается наружу.

Двигатели с нагнетателями применяются почти исключительно на гоночных автомобилях. Недостатком наддува являются повышение склонности двигателя к детонации из-за увеличения температуры смеси при её сжатии и, главное, понижение долговечности двигателя вследствие повышенной тепловой и силовой нагрузки на его детали, происходящей из-за увеличенной тепловой нагрузки двигателя.

Чтобы сохранить долговечность двигателя при использовании наддува, в некоторых автомобилях нагнетатель включается лишь при повышенных сопротивлениях движению, а в остальное время двигатель работает без наддува. Так, в одной из первых таких конструкций (Мерседес) двигатель работал на прикрытом и полном дросселе без наддува. При дальнейшем нажатии на акселератор дроссель оставался неподвижным, но автоматически включался нагнетатель. Мощность двигателя при этом увеличивалась с 70 до 110 л. с.

---

# РАЗДЕЛ III

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ<sup>1</sup>

---

### Глава I

#### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В АВТОМОБИЛЕ

##### § 1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПРИБОРОВ И АППАРАТОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В современных автомобилях электрическая энергия используется для весьма разнообразных целей. Все приборы и аппараты, устанавливаемые на автомобиле и служащие для производства и использования электрического тока, объединяются общим понятием **э л е к т р о о б о р у д о в а н и е а в т о м о б и л я**.

В зависимости от того, служат ли те или другие приборы и аппараты электрооборудования автомобиля для производства или для последующего использования электрического тока, они разделяются на две основные группы: 1) источники и 2) потребители электрического тока. Источниками электрического тока в системе автомобильного электрооборудования являются аккумуляторные батареи и генераторы (динамомашин). Аккумуляторная батарея питает электрическим током всех потребителей в тот период, когда двигатель не работает или работает на малых числах оборотов. Генератор вырабатывает электрический ток и питает им всех потребителей, кроме пусковых приборов, на всех режимах работы двигателя, за исключением режима малых оборотов, при котором питание потребителей электрическим током, как указано выше, производится аккумуляторной батареей.

При большом потреблении тока, например при движении ночью с полным освещением, при частом пользовании сигналом и другими вспомогательными приборами, питание потребителей могут производить совместно генератор и аккумуляторная батарея.

Между генератором и аккумуляторной батареей устанавливается реле обратного тока, которое размыкает цепь генератор — батарея, когда напряжение генератора становится ниже напряжения аккумуляторной батареи, и снова замыкает цепь, когда напряжение генератора достигает необходимой для зарядки аккумуляторной батареи величины. На большинстве современных автомобилей устанавливаются регулятор напряжения и ограничитель силы тока, необходимые для ограничения величины напряжения и силы тока в установленных пределах.

Потребители тока в системе автомобильного электрооборудования многочисленны и разнообразны и по своему назначению могут быть разбиты на следующие основные группы:

1. Система зажигания, обеспечивающая поджигание рабочей смеси в цилиндрах двигателя; основными приборами и аппаратами системы зажигания являются:

---

<sup>1</sup> Коллектив авторов приносит благодарность инж. Л. Р. Шутый за ценные замечания, сделанные им при просмотре настоящего раздела, и помощь, оказанную при его оформлении.

а) *индукционная катушка*, преобразующая ток низкого напряжения, поступающий от аккумуляторной батареи или генератора, в ток высокого напряжения, необходимый для поджигания рабочей смеси;

б) *прерыватель*, размыкающий в соответствующие моменты первичную цепь индукционной катушки и обеспечивающий тем самым индуктирование тока высокого напряжения во вторичной цепи катушки;

в) *распределитель*, подводящий ток высокого напряжения от катушки к свечам зажигания отдельных цилиндров двигателя в соответствии с порядком работы последнего;

г) *свечи зажигания*, между электродами которых появляется искра, поджигающая рабочую смесь.

Кроме того, в систему зажигания входят приборы, устанавливающие момент поджигания смеси в зависимости от режима работы двигателя (регуляторы опережения зажигания), и замок зажигания, дающий возможность водителю включать и выключать систему зажигания.

На некоторых автомобилях зажигание осуществляется от специального электрического аппарата — *магнето*, непосредственно вырабатывающего ток низкого напряжения, трансформирующего его в ток высокого напряжения и распределяющего по свечам зажигания.

2. Система запуска, назначением которой является принудительное проворачивание коленчатого вала двигателя при его пуске в ход. Система запуска состоит из специального электромотора — *стартера* и дополнительных устройств для его включения и соединения с валом двигателя.

3. Система освещения, состоящая из приборов наружного и внутреннего освещения, выключателей, переключателей и предохранительных устройств (предохранителей).

4. Система сигнализации: звуковой (гудки) и световой (стоп-сигналы, указатели поворота).

5. Контрольные приборы: амперметры, показывающие силу зарядного и разрядного токов; указатели уровня бензина, давления масла в системе смазки, температуры воды в системе охлаждения и т. п.

6. Дополнительная аппаратура, предназначенная, главным образом, для обеспечения комфортабельности; сюда относятся электрозакуриватели, стеклоочистители, вентиляторы, обогреватели, приборы для кондиционирования воздуха, электроподъёмники для окон и т. д.

Кроме перечисленного, на современных автомобилях начинают получать распространение специальные приборы для частичной или полной автоматизации управления отдельными механизмами автомобиля — сцеплением, коробкой передач и др.

Простое перечисление потребителей системы электрооборудования показывает его значение для работы автомобиля в целом.

## § 2. СХЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ

Схемы электрооборудования автомобиля дают отчётливое представление о всей системе электрооборудования в совокупности. Схемы электрооборудования бывают двух родов:

1) *принципиальная схема* упрощённо показывает общую электрическую цепь системы и соединения приборов и аппаратов относительно к действительному их расположению на автомобиле;

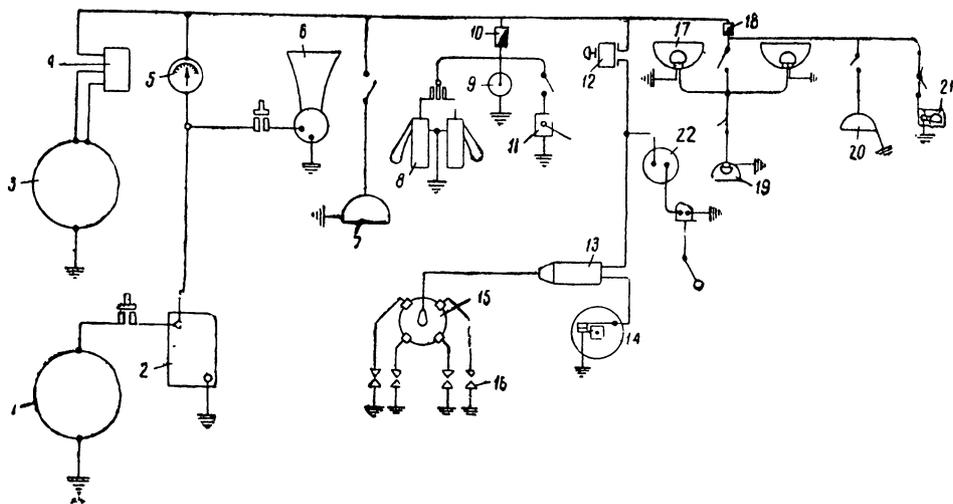
2) *монтажная схема*, в отличие от принципиальной, даёт действительное расположение на автомобиле приборов, аппаратов и соединений между ними с указанием принятой маркировки зажимов и проводов.

Принципиальная схема обычно более проста и наглядна и поэтому удобна для ознакомления и общего изучения той или другой системы электрооборудования. При практической же работе, например по монтажу и демонтажу какого-либо из приборов или аппаратов, по отысканию и устранению неисправностей в системе электрооборудования и т. п., необходима монтажная схема.

Соблюдение точных масштабных соотношений между размерами приборов, показываемых на схемах электрооборудования, не обязательно.

На большинстве современных автомобилей принята однопроводная система, т. е. такая, при которой вместо второго, обратного, провода использованы соединённые между собой металлические детали — «масса» самого автомобиля.

На фиг. 261 представлен пример принципиальной схемы электрооборудования автомобиля. На данной схеме все приборы и аппараты



Фиг. 261. Принципиальная схема электрооборудования:

1—стартер; 2—аккумулятор; 3—генератор; 4—реле обратного тока, объединенное с регулятором напряжения и ограничителем силы тока (реле-регулятор); 5—амперметр; 6—сигнал; 7—стоп-сигнал; 8—указатели поворота; 9—закуриватель; 10—предохранитель; 11—стеклоочиститель; 12—замок зажигания; 13—индукционная катушка; 14—прерыватель; 15—распределитель; 16—свечи зажигания; 17—фары наружного освещения; 18—предохранитель; 19—задний фонарь; 20—плафон внутреннего освещения; 21—лампа щитка приборов; 22—указатель уровня бензина.

сгруппированы по их назначению. Источники тока — генератор и аккумулятор — включены параллельно.

Амперметр, последовательно включённый в цепь, показывает силу зарядного тока, идущего от генератора к батарее, или разрядного тока, идущего от аккумуляторной батареи к потребителям. До амперметра (считая от аккумулятора) включаются обычно сигнал и стартер, которые потребляют ток большой силы. Между генератором и аккумулятором включено реле обратного тока.

Отдельные группы потребителей — в первую очередь приборы освещения — присоединяются к цепи через предохранители того или другого типа.

С целью пояснения способа подсоединения к сети или устройства отдельных приборов электрооборудования к ним или к общей схеме прилагают дополнительные — «частные» — схемы.

## ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА. АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

## § 1. РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Выше было отмечено, что одним из источников электрической энергии в системе автомобильного электрооборудования является аккумуляторная батарея (аккумулятор); там же было указано её назначение. Аккумуляторная батарея собирается из нескольких отдельных последовательно соединяемых аккумуляторов. Все аккумуляторы, составляющие батарею, одинаковы, поэтому рассмотрение общих положений, связанных с рабочим процессом и устройством автомобильной аккумуляторной батареи, можно производить применительно к одному аккумулятору.

Электрический аккумулятор представляет собой обратимый элемент, обладающий свойством накапливать электрическую энергию, подводящую к нему (зарядка), и затем отдавать её внешним потребителям (разрядка), вследствие происходящих в нем электрохимических процессов.

Всякий аккумуляторный элемент состоит из двух электродов (пластин), погружённых в электролит. Состав электролита и материал электродов могут быть весьма разнообразны. Чаще всего для технических целей применяются аккумуляторы двух типов: щелочные (железо-никелевые) и кислотные (свинцовые). Кислотные аккумуляторы имеют в автомобильной технике почти исключительное применение, так как в большей мере, чем остальные, удовлетворяют специфическими условиями их работы на автомобиле.

Применяемые на автомобилях аккумуляторы называются стартерными, так как они рассчитаны для питания стартера, выдерживая при запуске без вреда большую силу разрядного тока (200—400 А в течение 5—10 сек.) при малом падении напряжения, чем они и отличаются от стационарных кислотных аккумуляторов.

Физико-химические процессы, происходящие в кислотном аккумуляторе, весьма сложны и в полной мере до настоящего времени не исследованы. Для общего ознакомления с ними представим упрощённый аккумулятор, состоящий из двух одинаковых свинцовых (Pb) пластин, которые погружены в электролит — раствор серной кислоты ( $H_2SO_4$ ). Разность потенциалов между этими пластинами равна нулю. Если соединить пластины такого аккумулятора с полюсами какого-либо источника постоянного тока, то серная кислота под действием тока начнёт разлагаться. При этом процесс разложения серной кислоты постоянным током (электролиз) сопровождается явлением так называемой поляризации электродов (свинцовых пластин), заключающимся в изменении под действием тока разности потенциалов между ними. Если теперь соединить электроды с измерительным прибором, то под действием созданной при электролизе — заряде разности потенциалов во внешней цепи потечёт ток в направлении, противоположном зарядному току.

Принцип действия свинцового аккумулятора основан на явлении поляризации электродов.

Полученные продукты разложения раствора (кислород и водород) под действием тока вступают в химическое взаимодействие с пластинами, окисляя свинец на положительном электроде (аноде), образуя перекись свинца  $PbO_2$ , а на отрицательном электроде (катоде) — губчатый свинец Pb.

Если соединить аккумулятор с потребителем, то в нём произойдёт обратный химический процесс, — химическая энергия превратится в

электрическую. Так как в этом случае разрядный ток внутри аккумулятора имеет обратное направление, то водород выделяется на положительной пластине, покрытой перекисью свинца  $PbO_2$ , а кислород — на отрицательной пластине, покрытой губчатым свинцом  $Pb$ .

Когда при разрядке аккумулятора перекись свинца положительной пластины  $PbO_2$  восстановится до окиси свинца  $PbO$ , а губчатый свинец отрицательной пластины окислится также до окиси свинца  $PbO$ , то разность потенциалов между электродами исчезнет, аккумулятор разрядится и перестанет давать ток.

Реакции, происходящие в аккумуляторе, представлены схемой табл. 17, причём реакции, происходящие на пластинах, показаны в общем виде, отражающем лишь качественную сторону процесса; реакции же, происходящие в электролите, приведены с учётом и количественного соотношения числа молекул веществ, участвующих в процессе.

Таблица 17

	Заряжённый аккумулятор	Разрядка ←----- Зарядка -----→	Разряжённый аккумулятор
+ Положительная пластина	$PbO_2$ Перекись свинца	$PbO_2 + SO_4 = PbSO_4 + O_2$	$PbSO_4$ Сернокислый свинец
Электролит	$nH_2SO_4$ Серная кислота	$(n-m)H_2SO_4 + mH_2 + mSO_4 = (n-m)H_2SO_4 + mH_2 + \frac{m}{2}O_2$	$(n-m)H_2SO_4 +$ Серная кислота $+ mH_2O$ Вода
- Отрицательная пластина	$Pb$ Губчатый свинец	$Pb + SO_4 = PbSO_4$	$PbSO_4$ Сернокислый свинец

Если аккумулятор заряжен полностью, то на его положительной пластине находится перекись свинца  $PbO_2$ , а на отрицательной — губчатый свинец  $Pb$ . Электролит содержит в своем растворе  $n$  молекул серной кислоты  $H_2SO_4$ . При включении аккумулятора в цепь потребителей под действием разрядного тока часть ( $m$  молекул) серной кислоты  $H_2SO_4$  диссоциирует (разлагается) на  $m$  молекул водорода  $H_2$  и на  $m$  молекул так называемого кислотного остатка  $SO_4$ . Кислотный остаток соединяется (как показано на схеме сплошными стрелками) на отрицательной пластине с губчатым свинцом, образуя сернокислый свинец  $PbSO_4$ , на положительной пластине — с перекисью свинца, образуя также сернокислый свинец  $PbSO_4$  и вытесняя из перекиси свинца кислород  $O_2$ . Последний в количестве  $\frac{m}{2}$  молекул, соединяясь с полученным в результате диссоциации серной кислоты водородом ( $mH_2$ ), даёт  $m$  молекул воды  $H_2O$ .

Выделяющаяся в процессе разрядки вода уменьшает концентрацию, а следовательно, и плотность электролита, что может служить признаком для определения степени разрядки аккумулятора.

При зарядке аккумулятора происходят обратные явления. Вода, находящаяся в электролите, диссоциирует на водород и кислород. Кислород  $O_2$  вытесняет из сернокислого свинца положительной пластины кислотный остаток  $SO_4$ , образуя перекись свинца  $PbO_2$ . Водород  $H_2$ , отнимая от сернокислого свинца отрицательной пластины кислотный остаток

SO<sub>4</sub>, превращает серноокислый свинец в губчатый Pb. Серноокислый остаток обеих пластин, соединяясь с водородом электролита, образует серную кислоту, повышая тем самым плотность электролита.

Уравнения реакции при разрядке и зарядке аккумулятора одинаковы, но химические явления протекают в различных направлениях. Другими словами, химические реакции, происходящие в аккумуляторе, являются обратимыми. Приведенные рассуждения относительно процессов, происходящих в аккумуляторе, отражают одну из наиболее распространённых гипотез по этому вопросу. Справедливость этой гипотезы подтверждает также ионная теория Леблана, сущность которой заключается в том, что молекулы электролита и электродов находятся в состоянии распада (диссоциации) на части, имеющие заряды различного знака (положительные и отрицательные ионы — соответственно катионы и анионы).

При прохождении тока через электролит как при заряде, так и при разряде ионы переносят электрические заряды с одного электрода на другой. Электрический ток является следствием перемещения ионов во внешней и внутренней цепях, а химические реакции — результатом соединения ионов противоположного знака и образования нейтральных молекул.

Общепризнанной, установившейся теории кислотных аккумуляторов до настоящего времени нет.

## § 2. ХАРАКТЕРИСТИКА КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Электродвижущая сила (э. д. с.) кислотных аккумуляторов определяется по эмпирической формуле:

$$E = 0,84 + \gamma,$$

где  $\gamma$  — удельный вес электролита.

Последний должен соответствовать типу батареи и условиям её работы. Например, для автомобильных стартерных аккумуляторов удельный вес колеблется в зависимости от климатических условий и времени года от 1,3—1,2 (полная зарядка) до 1,19—1,052 для батареи, подлежащей зарядке. Таким образом, предельные значения э. д. с. могут меняться от 2,14 до 1,90 V.

Напряжение на клеммах аккумулятора разнится от его э. д. с. на величину падения напряжения в самом аккумуляторе, обуславливаемую его внутренним сопротивлением. При разряде напряжение на клеммах аккумулятора меньше, а при заряде — больше его э. д. с. В среднем можно считать, что напряжение на клеммах аккумулятора равно примерно 2 V.

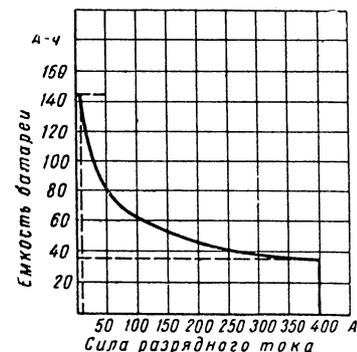
В системах электрооборудования современных автомобилей чаще всего применяется напряжение в 6 или 12 V и сравнительно редко 24 и 36 V. Для получения такого напряжения аккумуляторы соединяют в батарею последовательно по 3—6 или более аккумуляторов в каждой, так как при последовательном соединении напряжение на клеммах батареи равно сумме напряжений отдельных аккумуляторов. Наибольшее распространение имеет шестивольтовая система электрооборудования, в связи с чем большая часть батарей собирается из трёх аккумуляторов.

Ёмкость аккумулятора, т. е. количество электричества, отдаваемого полностью заряженным аккумулятором при разрядке его током постоянной силы до указанного заводом предельного напряжения, является одной из важнейших величин, характеризующих аккумулятор. Ёмкость аккумулятора измеряется в ампер-часах (Ah). Число ампер-

часов представляет собой произведение допустимой для данного типа аккумулятора силы разрядного тока (в амперах) на время (в часах), в течение которого будет происходить разрядка до допустимого предела. Так, если ёмкость аккумулятора равна 100 Ah, то это значит, что при разрядном токе в 5 А время разрядки будет равно 20 час. Ёмкость, указываемая на паспорте батареи, соответствует 20-часовому разряду. При этом, как будет указано дальше, абсолютное значение силы разрядного тока не является безразличным.

Ёмкость аккумулятора зависит от ряда обстоятельств: плотности и температуры электролита, типа пластин и в первую очередь от количества вещества (активной массы), участвующего в реакции, что определяется размером используемой поверхности пластин. При той же ёмкости аккумулятор с большей поверхностью пластин способен отдавать ток большей силы.

Для увеличения общей поверхности пластин без значительного повышения габаритов аккумулятора, а следовательно, и для увеличения его ёмкости в каждом аккумуляторе устанавливается несколько соединённых друг с другом отрицательных пластин, между которыми размещаются положительные пластины, также соединённые друг с другом. При принятых в СССР размерах пластин американского типа номинальная ёмкость каждой равна 14,2 А при 20-часовом режиме разрядки. Таким образом, если аккумулятор имеет 10 положительных пластин, то его номинальная ёмкость будет равна 142 Ah.



Фиг. 262. Зависимость ёмкости батареи от силы разрядного тока.

При последовательном соединении аккумуляторов в батарею ёмкость последней будет равна ёмкости каждого аккумулятора в отдельности. При необходимости получения большей ёмкости могут быть параллельно соединены две и больше аккумуляторные батареи, ёмкости которых в этом случае будут суммироваться.

Весьма большое влияние на ёмкость аккумулятора оказывает режим, при котором производится разрядка: чем больше разрядный ток и чем, следовательно, меньше время разрядки, тем меньшей окажется ёмкость аккумулятора. Это может быть иллюстрировано графиком фиг. 262, показывающим экспериментально найденную зависимость ёмкости батареи от силы разрядного тока. Здесь при разрядном токе 7,2 А, что соответствует 20-часовому режиму разрядки, батарея имела ёмкость 144 Ah. По мере увеличения силы тока ёмкость её падала, и, наконец, при силе тока, равной 400 А, и 5-минутном времени разрядки ёмкость упала примерно до 33 Ah.

Большое влияние на ёмкость аккумулятора оказывает также температура электролита, зависящая в основном от температуры наружного воздуха. При понижении температуры вязкость электролита увеличивается, его способность проникать в поры пластин уменьшается, в связи с чем активность процессов снижается. В среднем при небольшом разрядном токе снижение температуры на 1° С вызывает падение ёмкости на 1—2%.

В большей мере на падении ёмкости сказывается снижение температуры наружного воздуха при сильных разрядных токах. Этим объясняются затруднения при заводке двигателя стартером в холодное время года.

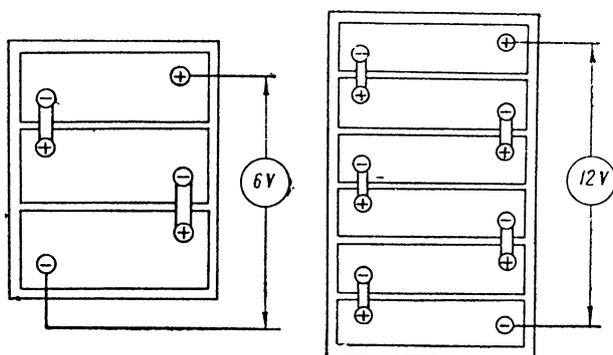
### § 3. УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

В силу специфических условий работы на автомобиле к автомобильным аккумуляторным батареям предъявляется ряд специальных требований. Они должны:

- 1) выдерживать большие разрядные токи, достигающие при включении стартера величин порядка 400—500 А;
- 2) выдерживать большие зарядные токи, позволяющие осуществлять быструю зарядку;
- 3) хорошо переносить большие температурные колебания окружающего воздуха;
- 4) иметь малое внутреннее сопротивление;
- 5) быть прочными и долговечными при малом весе и габаритных размерах.

Указанные требования удовлетворяются благодаря специальному устройству и конструкции автомобильных аккумуляторных батарей.

Помимо указанных общих требований при подборе аккумуляторной батареи к конкретной системе автомобильного электрооборудования



Фиг. 263. Последовательное соединение аккумуляторов батареи.

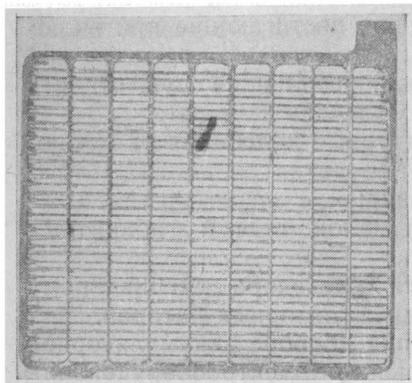
должны быть обеспечены надлежащие напряжение и ёмкость батареи. Для получения требуемого напряжения автомобильные аккумуляторные батареи, как указывалось выше, собираются из нескольких — обычно трёх или шести — последовательно соединённых аккумуляторов (фиг. 263), заключённых в общий ящик. В тех случаях, когда требуется более высокое напряжение, например 24 V, последовательно могут быть соединены две двенадцативольтовые батареи. В целях получения достаточной ёмкости аккумулятор собирают из нескольких пластин — положительных и отрицательных, соответственно соединённых между собой и образующих так называемый блок.

Число положительных пластин всегда на единицу меньше, чем отрицательных, так что каждая положительная пластина расположена между двумя отрицательными. Этим обеспечивается полное использование всех поверхностей положительных пластин, а следовательно, и получение при данном количестве пластин максимальной ёмкости.

При воздействии сильных токов только на одну сторону положительных пластин последние имеют склонность к короблению. Указанное выше размещение пластин одновременно предохраняет крайние положительные пластины от коробления.

Для увеличения ёмкости пластины выполняются не сплошными, а в виде решётки (фиг. 264), в отверстия которой вмазывается специально

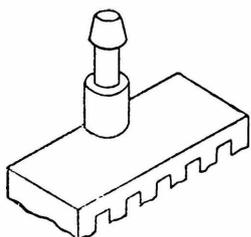
приготовленная «активная масса». Указанная масса после её соответствующей подготовки (формировки) получает пористую структуру. В поры активной массы свободно проникает электролит, воздействующий таким образом на большую поверхность вещества пластин. Решётка пластины служит каркасом для активной массы, обеспечивающим одновременно свободный подвод и отвод тока от большого количества участков пластины.



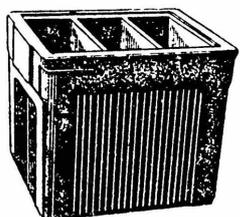
Фиг. 264. Решётка аккумуляторной пластины.

Решётка пластины отливается из свинца с добавлением 4—10% сурьмы в целях получения большой кислотоупорности и твёрдости. Активная масса — паста — изготавливается из свинцового сурика и глета или из специального свинцового порошка с добавлением соответствующих примесей. В процессе изготовления, после нанесения активной массы и сушки, пластины погружаются в раствор серной кислоты и через полученную цепь пропускается ток (заводская формировка). При этом вещество положительной пластины образует перекись свинца и приобретает

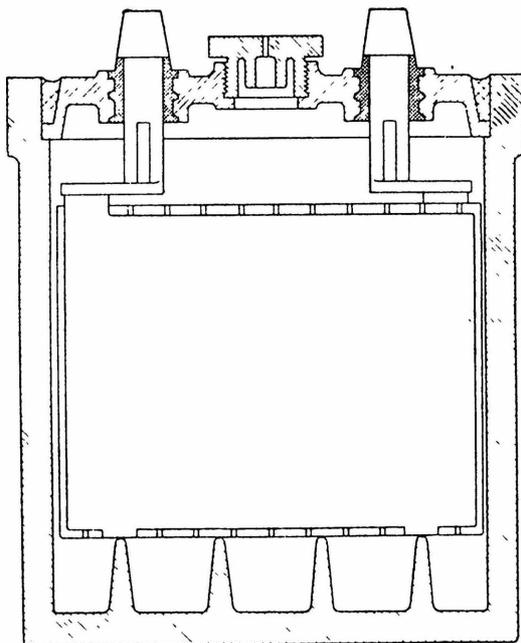
темнокоричневый цвет, а вещество отрицательной пластины переходит в губчатый свинец, приобретая светлосерый цвет. Эти цвета, мало меняясь в процессе работы аккумулятора, помогают отличить по внешнему виду положительные пластины от отрицательных.



Фиг. 265. Баретка.



Фиг. 266. Сосуд аккумуляторной батареи.

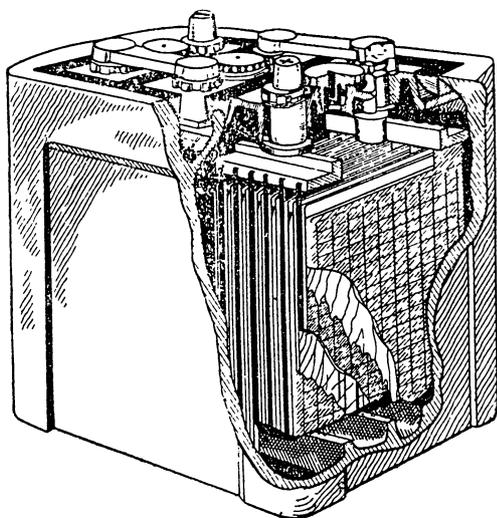


Фиг. 267. Разрез типеого аккумулятора.

Решётки положительных и отрицательных пластин выполняются одинакового размера и имеют хвостовики для соединения при помощи «бареток» (фиг. 265). Баретка представляет собой свинцовую перемычку, к

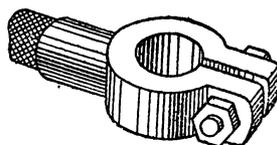
которой хвостовики одноимённых пластин припаиваются свинцовым припоем. Заодно с перемычкой отлит полюсный штырь.

Комплекты положительных и отрицательных пластин собираются в блоки, причём между каждой парой разноимённых пластин во избежание короткого замыкания при их соприкосновении прокладываются разделительные пластинки — сепараторы, изготовляемые из древесины (кедр, ольха), а в аккумуляторах новейшего типа — из специального микропористого эбонита или специальной пластмассы. Для лучшей циркуляции электролита и возможности осаждения отделяющихся частиц активной массы на сепараторе делают небольшие, но часто расположенные вы-



Фиг. 268. Общий вид аккумулятора с частичным разрезом.

ступы либо выполняют его гофрированным. Плотные собранные блоки помещают в сосуд. Сосуды аккумуляторов выполняются из кислотоупорной пластмассы или эбонита и имеют перегородки, образующие изолированные друг от друга банки аккумуляторных блоков (фиг. 266). Банки плотно закрываются крышками с отверстиями для полюсных



Фиг. 269. Наконечник.

штырей и для наливания электролита; стыки между крышкой и банкой для герметизации заливают специальной мастикой.

На фиг. 267 приведён разрез аккумулятора в сборе. Снизу пластины опираются на выступы, сделанные на дне сосуда. Между этими выступами оседают мелкие частицы активной массы, выпадающие по мере работы аккумулятора из пластин и опускающиеся по пазам разделительных пластинок на дно банки; благодаря этому устраняется возможность замыкания соседних пластин указанными частицами.

В пробке наливного отверстия крышки аккумулятора имеется небольшое отверстие для выпуска газов, образующихся в аккумуляторе в процессе работы.

Последовательное соединение аккумуляторов в батарее осуществляется при помощи свинцовых перемычек, накладываемых на разноименные полюсные штыри.

Совокупность всех описанных выше элементов устройства автомобильных аккумуляторных батарей показана на фиг. 268. Плотное и надёжное соединение проводов с полюсными штырями осуществляется зажимами (наконечниками), затягиваемыми болтом с гайкой (фиг. 269).

Для аккумуляторных батарей приняты определённые обозначения, показывающие их тип и основные данные. В Советском Союзе принята буквенно-цифровая система обозначения: первая цифра показывает количество аккумуляторов в батарее, следующие за ней буквы — тип батарей; последние цифры — ёмкость батареи при 20-часовом разрядном режиме. Так, обозначение 3-СТ-112 указывает, что батарея составлена из трёх

аккумуляторов стартерного типа (позволяет питать стартер); ёмкость батарей 112 Аh.

На некоторые заводы после букв «СТ» дают еще другие буквы, условно характеризующие тип и материал сосуда. В маркировке американских аккумуляторов указывается также число пластин в одной банке.

#### § 4. НЕИСПРАВНОСТИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Недостатками, присущими кислотному аккумулятору, являются саморазряд и сульфатация.

**С а м о р а з р я д** проявляется в том, что вполне исправная батарея, оставленная с разомкнутой внешней цепью, через определённый промежуток времени теряет свою ёмкость — разряжается. Нормальный саморазряд не должен превышать 2% номинальной ёмкости в сутки. Основными причинами саморазряда являются образование в самих веществах пластин аккумулятора гальванических пар, создающих подобие мельчайшего гальванического элемента, ток от которых разряжает пластины. Так, гальваническую пару, хотя и с весьма малым потенциалом, образует активная масса положительных пластин со свинцом своей решётки. Более активные гальванические пары могут образовываться случайными посторонними примесями, попадающими в активную массу при её составлении, — медью, железом и т. п.

При длительном хранении аккумулятора серная кислота электролита оседает вниз, поэтому пластины оказываются погружёнными в электролит неодинаковой плотности по высоте. Различные по высоте точки пластины будут иметь различную э. д. с., что вызовет появление разрядных токов. Саморазряду способствуют также и дополнительные примеси в электролите, вызванные выпадением активной массы, разложением дерева сепаратора на органические соединения и пр.

Для удаления вредных примесей, вызывающих повышенный саморазряд, аккумулятор подвергают сильной зарядке, при которой примеси оседают на отрицательных пластинах, после чего заменяют весь комплект отрицательных пластин.

**С у л ь ф а т а ц и я.** При питании аккумуляторной батареей потребитель происходит её постепенная разрядка, в процессе которой, как указывалось, вещество обеих пластин частично переходит в сернистый свинец (сульфат). В процессе последующей зарядки сульфат, располагающийся относительно равномерно в виде мелких кристаллов на поверхности активной массы, претерпевает обратное превращение и снова переходит в перекись свинца на положительной пластине и в губчатый свинец — на отрицательной. Таким образом, разрядка аккумулятора в допустимых пределах при последующей затем зарядке не вызывает остающейся сульфатации.

При длительном же оставлении аккумулятора в разряженном или частично разряженном состоянии, при систематическом недозаряде или длительном хранении неполностью заряженного аккумулятора мелкие кристаллы сернистого свинца, в зависимости от температуры электролита, будут то растворяться в последнем, то снова выпадать из электролита в виде уже более крупных кристаллов, оседающих на пластинах (перекристаллизация). Крупные кристаллы хуже растворяются в электролите, чем мелкие; поэтому пластины будут постепенно покрываться крупнокристаллическим слоем сернистого свинца, плохо проводящим ток и затрудняющим доступ электролита к активной массе.

Последствием сульфатации являются понижение ёмкости и увеличение внутреннего сопротивления аккумулятора; это в свою очередь вызывает большое падение напряжения на его клеммах при включении потре-

бителей и резкое возрастание напряжения при зарядке с одновременным повышением температуры электролита. При значительной сульфатации аккумулятор полностью выходит из строя.

Внешними признаками сульфатации являются светлые пятна или сплошной налёт на поверхности пластин. Чем сильнее разряжен аккумулятор, тем больше будет количество сернокислого свинца на пластине и тем, следовательно, интенсивней будет идти процесс сульфатации. Поэтому аккумулятор всегда должен находиться в заряженном состоянии. Для длительного хранения аккумуляторы разряжаются, освобождаются от электролита и просушиваются.

Если в результате утечки или испарения электролита пластины аккумулятора частично обнажаются, то эти места, в первую очередь у отрицательных пластин, подвергаются усиленной сульфатации, особенно при заряженном состоянии аккумулятора; во избежание этого необходимо следить за уровнем электролита в аккумуляторе и не допускать оголения пластин. Повышенная концентрация электролита и загрязнение его также усиливают сульфатацию.

Часто встречающейся неисправностью аккумулятора является коробление пластин и разрыв решёток. Это объясняется тем, что на отдельных участках пластин химические процессы могут идти с различной интенсивностью, например при частичной сульфатации и сильных зарядных и разрядных токах, при недостаточном уровне электролита и т. п. Следствием коробления пластин и разрыва решёток является выпадение активной массы пластин, уменьшение ёмкости и усиление саморазряда аккумулятора.

## § 5. УХОД ЗА АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕЕЙ

Надёжность действия аккумуляторной батареи и срок её службы в исключительно большой степени зависят от регулярности и тщательности ухода за ней.

Одним из основных элементов ухода за аккумуляторной батареей является систематическая проверка её состояния и в частности степени заряженности. Последнее может производиться различными способами. Проверка напряжением вольтметром (без нагрузки), имевшая до последнего времени широкое распространение, должна быть признана наиболее несовершенным методом контроля состояния аккумулятора, так как показания вольтметра, имеющего большое омическое сопротивление, присоединённого к клеммам аккумулятора, характеризуют его э. д. с., зависящую только от концентрации электролита; э. д. с. почти не меняется при различных степенях разрядки аккумулятора до допустимого предела. Более точное указание на состояние батареи может дать наблюдаемое по показаниям вольтметра напряжение аккумулятора под нагрузкой, например при включении в цепь стартера, или специального нагрузочного сопротивления.

Вольтметр и нагрузочное сопротивление объединяют в одном приборе, называемом нагрузочной вилкой (фиг. 270). Присоединяя концы вилки к клеммам одного из элементов аккумулятора, производят разрядку под значительной нагрузкой ( $\sim 100$  А). Если напряжение, показанное вольтметром под нагрузкой по каждому элементу в отдельности, не падает ниже 1,8 В и заметно не снижается в течение нескольких секунд, то аккумулятор заряжен и исправен. Во избежание повреждения аккумулятора сильным разрядным током присоединение нагрузочной вилки к клеммам аккумулятора должно быть кратковременным — не более 5 сек.

Контроль степени заряженности батареи можно произвести путём проверки концентрации (плотности) электролита, так

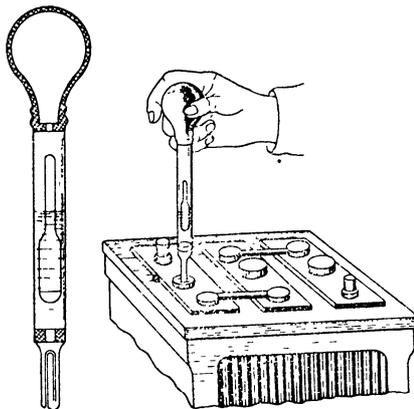
как плотность электролита изменяется в зависимости от степени заряженности батареи. Для отбора электролита из аккумулятора и проверки его концентрации применяется специальный ареометр, помещенный в стеклянный сосуд с резиновой грушей (фиг. 271). Градуировка современных аккумуляторных ареометров производится по удельному весу.

Удельный вес электролита заряженного аккумулятора для районов с умеренным климатом в среднем должен быть равен 1,285. Если в этих условиях удельный вес электролита упадет до 1,152, то аккумулятор считается полностью разряженным. Так как при повышении концентрации электролита понижается температура его замерзания, то, во избежание замораживания аккумулятора, в холодное время года рекомендуется несколько повышать удельный вес электролита (до 1,300—1,310).

Давая общую оценку состояния зарядки аккумулятора, проба нагрузочной вилкой не позволяет определить степени его разряженности. Вместе с тем концентрация электролита, определенная при помощи ареометра, не характеризует исправности аккумулятора, указы-



Фиг. 270. Нагрузочная вилка.



Фиг. 271. Ареометр для проверки плотности электролита.

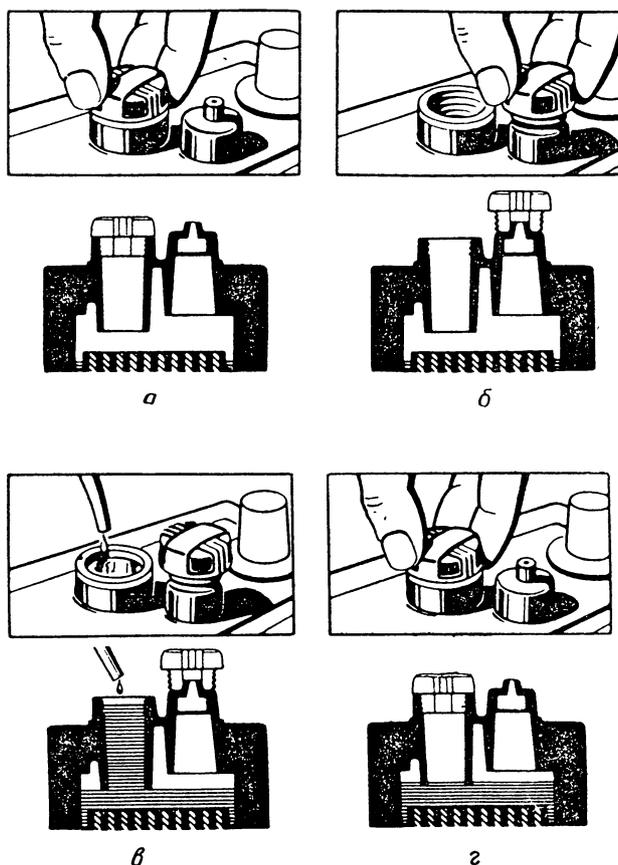
вая лишь степень его заряженности. В силу этого рекомендуется оба метода контроля проводить одновременно.

Выше указывалось, что если пластины полностью не погружены в электролит, то происходит ряд вредных для аккумулятора явлений. Ввиду этого необходимо систематически проверять уровень электролита, который должен быть выше пластин не менее чем на 10—15 мм. Если уровень электролита низок, необходимо долить аккумулятор чистой дистиллированной водой, хранившейся в стеклянном или фарфоровом сосуде. В холодное время доливку дистиллированной воды следует производить перед самым выездом автомобиля во избежание замерзания воды, не успевшей перемешаться с электролитом. Повышать указанный выше уровень электролита также не следует; в противном случае при движении, во время тряски, электролит сможет проникнуть через неплотности в резьбе пробки или через вентиляционные отверстия наружу, способствуя саморазряду батареи, окислению проводов, идущих к аккумулятору, и т. п.

Проверку уровня можно производить при помощи стеклянной трубки, один конец которой опускается в отверстие пробки аккумулятора до упора в пластины, а другой зажимается пальцем, после чего трубка поднимается вверх, забирая столбик электролита, показывающий высоту уровня над пластинами.

Для того чтобы при доливке аккумулятора водой автоматически обеспечивался надлежащий уровень электролита, фирма Виллард (Willard)

применяет на своих аккумуляторных батареях, устанавливаемых на многих американских автомобилях, следующее устройство. Каждый аккумулятор батареи, кроме наливного отверстия с глухой пробкой, имеет второе вентиляционное отверстие в крышке аккумулятора. Наливное отверстие снабжено горловиной, идущей внутрь аккумулятора, как показано на фиг. 272, а. Перед доливкой электролита пробку наливного отверстия отвёртывают и надевают на вентиляционные отверстия (фиг. 272, б). Когда



Фиг. 272. Устройство для доливки в аккумуляторе Виллард.

уровень электролита при доливке достигает нижнего края горловины наливного отверстия, вода вследствие отсутствия выхода для воздуха поднимается по горловине; когда она дойдёт доверху, доливка прекращается (фиг. 272, в). Высота горловины наливного отверстия подобрана так, что при открытом вентиляционном отверстии электролит, заключённый в горловине, стекая в аккумулятор, обеспечивает уровень надлежащей высоты (фиг. 272, г).

Чтобы аккумулятор надёжно работал, необходимо повседневно следить за его состоянием, чистотой, тщательно удалять с его поверхности грязь, остатки электролита, масла и т. п. Следует также периодически проверять крепление проводов к полюсным штырям.

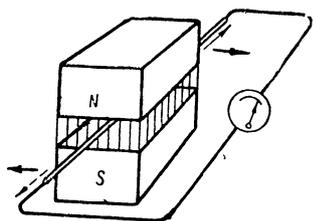
## ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА. ГЕНЕРАТОР (ДИНОМОМАШИНА)<sup>1</sup>

### § 1. ОСНОВЫ РАБОТЫ И УСТРОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА

Назначением генератора в системе электрооборудования автомобиля является питание всех потребителей электрическим током и подзарядка аккумуляторной батареи.

Напряжение на клеммах генератора должно соответствовать принятому в данной системе электрооборудования (обычно 6 или 12 V).

Основным требованием, предъявляемым к автомобильным генераторам, является постоянство напряжения на его клеммах при переменном — как по оборотам, так и по нагрузке — режиме работы самого генератора. Дополнительными требованиями, вызванными специфическими условиями установки генератора на автомобиле, являются: малые габариты и вес, надежное предохранение от воздействия на генератор грязи, пыли, влаги и т. п.



Фиг. 273. Перемещение проводника между полюсами магнита.

Работа генератора основана на явлении наведения (индукции) тока в проводнике, пересекающем магнитное поле. Если между полюсами *N* и *S* постоянного магнита (фиг. 273) перемещать проводник, то стрелка измерительного прибора, включённого в цепь, отклонится. В зависимости от того, в каком направлении перемещается проводник в магнитном поле, меняется и направление индуктированного в нём тока, что покажет стрелка измерительного прибора, отклоняющаяся в разные стороны.

Направление индуктированного в проводнике тока можно определить по известному правилу правой руки<sup>2</sup>.

В генераторах (и других электромашинах) поступательное движение проводника заменяют вращательным; с этой целью проводник выполняют в форме петли — витка, расположенного между полюсами магнита (фиг. 274). При вращении витка в магнитном поле в нём будет индуктироваться ток. Укрепив на концах витка металлические контактные кольца и прижав к ним контакты (щётки), осуществляют постоянную связь вращающегося витка с внешней цепью. В соответствии с приведённым выше правилом направление тока, индуктируемого в витке, будет переменным. Если вращение витка происходит по часовой стрелке, то ток в каждой половине витка будет направлен, как показано на фиг. 274 сплошными стрелками. Когда виток повернётся на 180°, направление тока останется тем же, но так как половины витка поменялись местами, то в каждой из них ток пойдёт теперь в обратном по отношению к предыдущему положению направлении. Таким образом, по цепи будет проходить переменный ток.

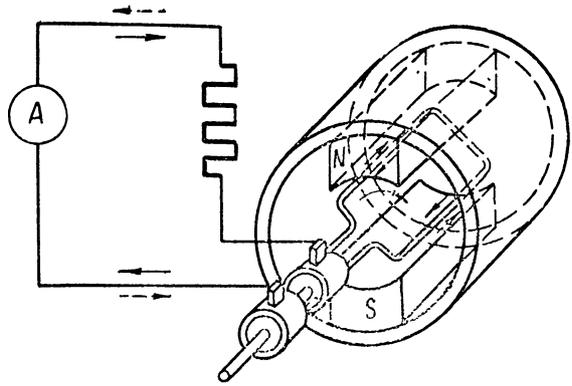
<sup>1</sup> В рассматриваемом применении термины «генератор» и «динамомашинa» являются равнозначными. В дальнейшем используется термин «генератор», как принятый на заводах и чаще встречающийся в литературе.

<sup>2</sup> Для определения направления индуктированного тока следует правую руку положить ладонью к северному полюсу так, чтобы большой палец показывал направление движения проводника (толстая стрелка), тогда остальные пальцы покажут направление тока в нём (тонкая стрелка).

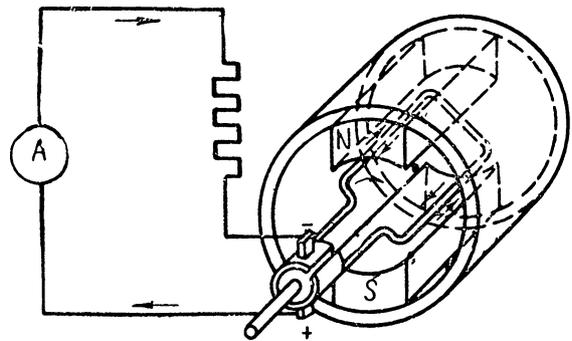
Для совместной работы генератора с аккумуляторной батареей необходимо, чтобы генератор вырабатывал постоянный ток, который требуется для зарядки аккумуляторной батареи.

С этой целью сплошное контактное кольцо заменяют разрезным, каждая половина которого соединена с одним из концов витка (фиг. 275). При такой схеме токоотводящего устройства одновременно с изменением направления тока в витке за каждые пол оборота у каждой щётки происходит смена разрезного кольца, соединённого с ней в предшествующие пол оборота. Поэтому ток во внешней цепи сохранит свое направление. При расположении витка и коллектора, соответствующем фиг. 275, ток отводится во внешнюю щётку через нижнюю щётку и возвращается через верхнюю.

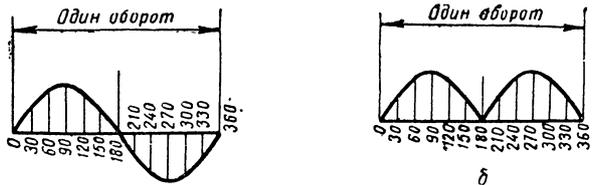
Индуктированная электродвижущая сила будет максимальной в том случае, когда проводник пересекает магнитные силовые линии под прямым углом. Когда направление движения проводника совпадает с направлением магнитных силовых линий, э. д. с. равна нулю. В промежуточных положениях проводника э. д. с. меняется, падая от максимума до нуля и затем снова возрастая до максимума. В каждый данный момент э. д. с. пропорциональна синусу угла между касательной к направлению движения про-



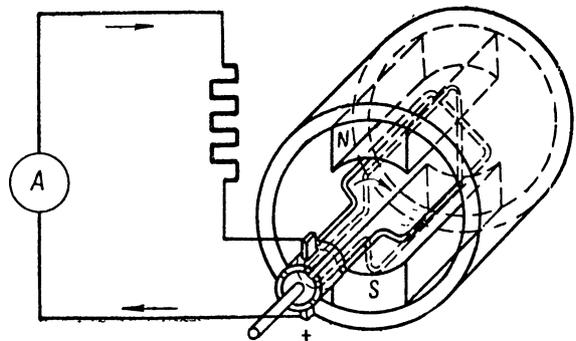
Фиг. 274. Вращение витка в магнитном поле.



Фиг. 275. Коллектор для получения в цепи постоянного тока.



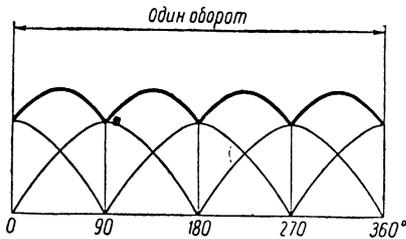
Фиг. 276. Зависимость э. д. с. от угла поворота витка.



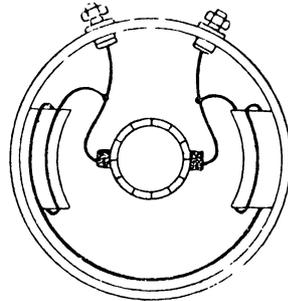
Фиг. 277. Расположение двух витков под углом  $90^\circ$ .

водника и направлением магнитных силовых линий. Характер зависимости э. д. с., индуктируемой в петле проводника, от угла поворота последней представлен на фиг. 276 графиком *a* для переменного тока и графиком *б* — для постоянного (пульсирующего) тока.

Пульсирующий ток, величина которого изменяется в широких пределах (от нуля до максимума), для практического использования непригоден. Поэтому величину пульсации тока уменьшают, для чего увеличивают число витков, вращаемых в магнитном поле, смещая их под углом друг к другу. Если взять, например, два витка, расположенных под углом  $90^\circ$ , и соответственно увеличить число частей разрезного кольца, как это показано на фиг. 277, то в каждом из них будет индуктироваться ток, меняющийся по закону, представленному на фиг. 278. Здесь кривые, показывающие изменение э. д. с. в обоих витках, сдвинуты друг относительно друга на  $90^\circ$ . Э. д. с. обоих витков даёт результирующую, представленную на той же фигуре толстой линией. Мы видим, что в этом случае размах пульсаций э. д. с. уменьшился. Пульса-



Фиг. 278. Изменение э. д. с. в цепи при наличии двух витков.



Фиг. 279. Схема шунтового генератора.

цию тока, поступающего в цепь, можно свести к минимуму при дальнейшем увеличении числа разрезных частей кольца, как это и делается на практике, и соответственным увеличением числа витков.

Витки проводника укладываются рядами на специальном каркасе, так называемом якоре, образуя его обмотку.

Из существа процесса электромагнитной индукции очевидно, что индуктируемая э. д. с. тем выше, чем большее число магнитных силовых линий пересекается в единицу времени проводниками обмотки якоря. Это может быть достигнуто, с одной стороны, повышением числа оборотов якоря генератора, что осуществляется подбором соответствующего передаточного числа в приводе генератора, а с другой — увеличением числа магнитных силовых линий и, следовательно, интенсивности магнитного поля. С этой целью якорь помещается между полюсами электромагнита, а не постоянного магнита, как было показано выше. Действие электромагнита основано на том, что при протекании тока по проводу вокруг него образуется магнитное поле, усиливающееся в том случае, если провод свёрнут витками, в виде спирали или катушки. Если внутрь такой катушки ввести стальной стержень, называемый сердечником, то магнитное поле может быть значительно усилено, а сам сердечник приобретает магнитные свойства.

Автомобильные генераторы работают по принципу самовозбуждения, при котором питание обмоток полюсов электромагнита производится не от постороннего источника (независимое возбуждение), а током, вырабатываемым в якоре самого генератора.

По способу соединения обмоток полюсов с якорем генераторы разделяются на три группы:

1) серийные генераторы, в которых обмотка полюсов включена в цепь якоря последовательно;

2) шунтовые генераторы, в которых обмотка полюсов присоединена к цепи якоря параллельно, и

3) компаунд-генераторы, полюсы которых имеют две обмотки, из которых одна присоединяется к цепи якоря последовательно, а другая параллельно.

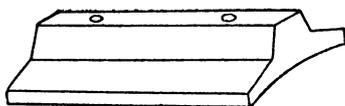
В автомобильном электрооборудовании применяются исключительно шунтовые генераторы. Электрическая схема такого генератора приведена на фиг. 279.

## § 2. УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

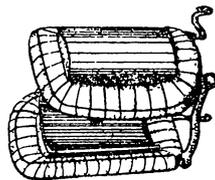
В целях сокращения габаритов корпусам автомобильных генераторов придают, как показано на схеме фиг. 279, круглую форму. В этом случае к цилиндру, образующему корпус генератора, привёртываются полюсные башмаки, вокруг которых расположена обмотка возбуждения.

На заводе через обмотки электромагнитов пропускается ток. Остаточный магнетизм, сохраняющийся в башмаках и корпусе генератора, обеспечивает первичное индуктирование тока в обмотках якоря при начале работы генератора.

Полюсные башмаки генератора изготавливаются обычно из мягкой стали и крепятся к корпусу при помощи винтов. Типичная



Фиг. 280. Полюсный башмак генератора.



Фиг. 281. Полюсные башмаки с катушками.

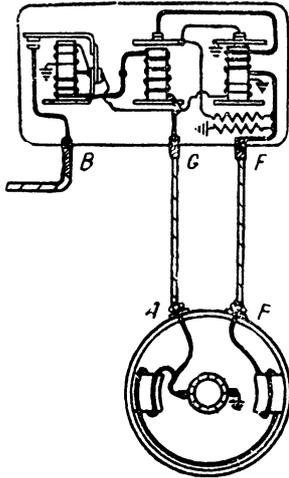
форма полюсного башмака автомобильного генератора показана на фиг. 280. В мощных автомобильных генераторах с целью уменьшения токов Фуко<sup>1</sup> полюсы выполняются не сплошными, а набранными из тонких изолированных друг от друга штампованных пластин.

Обмотка полюсов выполняется в виде катушек, соединённых параллельно обмотке якоря для получения мало изменяющегося при работе генератора напряжения. Катушки делают из тонкой проволоки и имеют большое число витков. При большом числе витков через обмотку достаточно пропустить небольшой ток, чтобы получить необходимое для работы генератора магнитное поле. Кроме того, при увеличении числа витков одновременно уменьшается ток в обмотке полюсов, что упрощает устройство приспособлений; регулирующих работу генератора, уменьшает нагрев полюсов и повышает к. п. д. генератора. Снаружи катушка обматывается хлопчатобумажной лентой и пропитывается специальным лаком для изоляции. Готовые катушки надеваются на полюсные башмаки. На фиг. 281 показаны полюсные башмаки генератора Делько-Реми с надетыми на них катушками возбуждения.

<sup>1</sup> Токи Фуко — вредные паразитные токи, индуктируемые в любых металлических частях, вызывающие непроизводительную потерю части энергии на нагрев металла. Полное уничтожение токов Фуко невозможно, но вредное действие их можно уменьшить, выполнив массу, в которой они могут возникнуть, из большого числа отдельных изолированных друг от друга частей и расположив их так, чтобы на пути возникновения токов Фуко не могло образоваться замкнутой цепи.

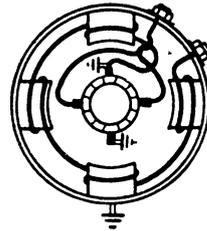
Один конец обмотки полюсов соединяется непосредственно с одной из щёток якоря, а второй конец, так же как и вторая щётка, обычно соединён с массой. Таким образом обеспечивается параллельное соединение обмотки полюсов с якорем.

Соединение обмотки полюсов на массу производится обычно не непосредственно, а через специальные устройства, как это схематически показано на фиг. 282, регулирующие работу генератора, которые описаны ниже.



Фиг. 282. Соединение обмоток генератора на массу через реле-регулятор.

Для увеличения э. д. с. генератора и, следовательно, повышения напряжения на его клеммах должно быть усилено магнитное поле, в котором вращается якорь генератора. Это мо-

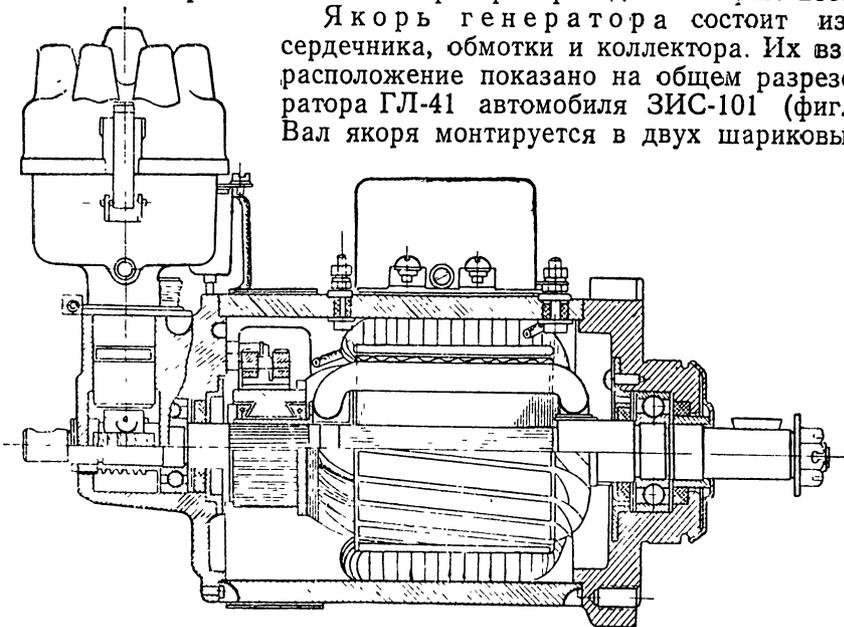


Фиг. 283. Четырёхполюсный генератор.

жет быть достигнуто при сохранении веса и габаритов путём увеличения числа полюсов до четырёх, а в отдельных случаях до шести.

Схема четырёхполюсного генератора приведена на фиг. 283.

Якорь генератора состоит из вала, сердечника, обмотки и коллектора. Их взаимное расположение показано на общем разрезе генератора ГЛ-41 автомобиля ЗИС-101 (фиг. 284). Вал якоря монтируется в двух шариковых под-

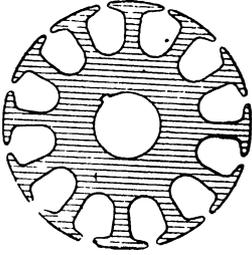


Фиг. 284. Общий вид генератора ЗИС-101.

шипниками, установленных в торцевых крышках корпуса, и несёт на себе сердечник с обмотками и коллектор, к пластинам которого присоединены концы указанных обмоток.

Сердечник якоря, выполняемый из магнитной стали, препятствует рассеиванию магнитного потока, концентрируя его в зоне вращения обмоток. Для избежания действия токов Фуко якорь выполняется не из целого куска металла, а из отдельных изолированных друг от друга тонких пластин, закрепляемых на валу якоря при помощи мелкошлицевого или шпоночного соединения. Вырезы, имеющиеся в каждой пластине (фиг. 285), совпадая при сборке друг с другом, образуют пазы, в которые закладывается обмотка.

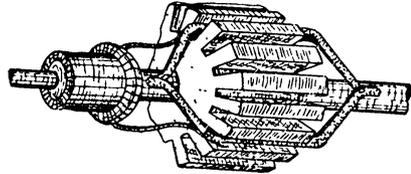
На фиг. 286 показан якорь, у которого пазы для размещения обмотки направлены параллельно оси якоря. В некоторых конструкциях, как, например, в генераторе ГЛ-41 (фиг. 284), пазы якоря располагаются наклонно. При таком устройстве каждый виток обмотки постепенно переходит от одного полюсного башмака к другому, в связи с чем пульсация тока, а также связанное с ней и наблюдаемое при определенных числах оборотов характерное гудение уменьшаются. Отдельные секции обмотки, состоящие из ряда витков,



Фиг. 285. Пластина якоря.



Фиг. 286. Якорь генератора.

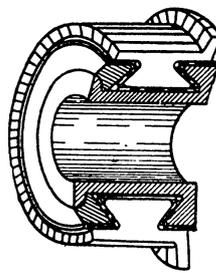


Фиг. 287. Шаблонная обмотка.

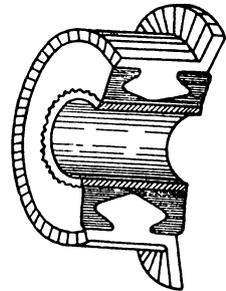
либо непосредственно наматываются на якорь либо предварительно наматываются на шаблонах (фиг. 287) и затем вкладываются в пазы якоря.

После того как провода обмотки вложены в пазы, последние закрываются деревянными или фибровыми клиньями; это делается для того, чтобы под влиянием центробежных сил обмотки не выходили из пазов. Концы провода каждой секции припаиваются к двум соседним пластинам коллектора, число которых соответствует числу секций обмотки якоря.

Коллектор собирается из ряда медных пластин (ламелей). На внутренней части пластины имеется вырез в форме «ласточкина хвоста», служащий для закрепления пластин на втулке коллектора. Один конец втулки имеет соответствующим образом профилированный кольцевой выступ, а на другой надевается нажимное кольцо, после чего конец втулки развальцовывается (фиг. 288). Все пластины изолируются друг от друга, а также от втулки коллектора и нажимного кольца прокладками из пресованной слюды — миканита. В некоторых конструкциях пластины коллекторов заделываются в бакелитовую втулку (фиг. 289).



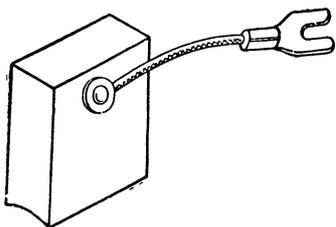
Фиг. 288. Закрепление пластин коллектора на металлической втулке.



Фиг. 289. Заделка пластин коллектора в бакелитовую втулку.

Собранный коллектор напрессовывается на вал якоря.

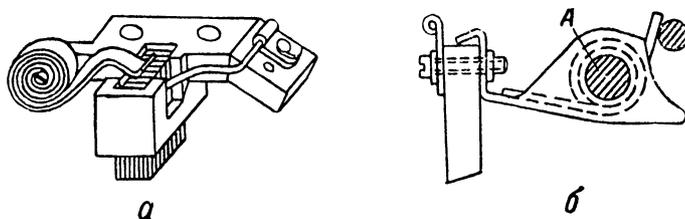
Щётки, снимающие и отводящие ток от коллектора, представляют собой графитовые или медно-графитовые пластины, имеющие форму, показанную на фиг. 290. Для обеспечения надёжного контакта щётки должны плотно прилегать к пластинам коллектора: с этой целью они помещаются в специальных щёткодержателях и прижимаются к коллектору при помощи пружин. Щёткодержатели монтируются на крышке корпуса генератора и бывают двух типов — коробчатого и шарнирного (фиг. 291, а и б). Коробчатый щёткодержатель неподвижен, и щётка в нём может перемещаться, прижимаясь к коллектору спиральной пружиной. Шарнирный щёткодержатель подвижен и может качаться около неподвижной оси А вместе с закреплённой в нём щёткой.



Фиг. 290. Щётка генератора.

Одна из щёток генератора непосредственно соединяется на массу (корпус генератора) вместе со своим держателем; другая же щётка и её держатель изолируются от массы и соединяются с цепью при помощи отдельного провода.

Вентиляция генератора. Мощность автомобильных генераторов, подсчитываемая как произведение напряжения на допускаемую по условиям нагрева генератора силу тока, находится в пределах от 100 до 600 W, в зависимости от назначения. На автобусах и машинах специального назначения применяются в отдельных случаях ещё более мощные генераторы — до 1000—1200 W. В автомобильных генераторах

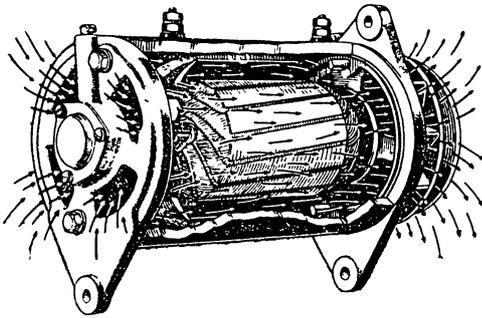


291. Щёткодержатели.

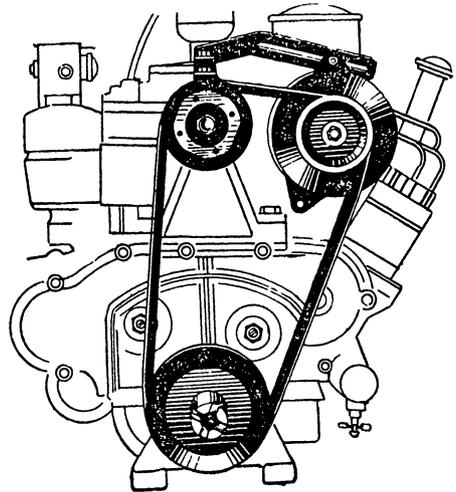
малой мощности при обычно встречающейся установке генератора в непосредственной близости к радиатору автомобиля охлаждение может быть обеспечено встречным потоком воздуха, просасываемым через радиатор, без каких-либо дополнительных устройств. В более мощных генераторах предусмотрена специальная вентиляция; вентилятор, соединённый или выполненный заодно целое со шкивом генератора, просасывает воздух через последний; с этой целью в передней крышке корпуса делаются специальные вентиляционные отверстия. Такие же отверстия делаются в задней крышке или в задней части корпуса. Пути движения охлаждающего воздуха через вентилируемый генератор Делько-Реми, устанавливаемый на грузовых автомобилях «Интернационал», показаны на фиг. 292. По фирменным данным наличие подобной вентиляции снижает температуру генератора на 30—40°.

Системы привода и крепления генератора конструктивно увязаны между собой. В настоящее время применяют три системы привода: ременный, цепной и шестерёнчатый.

Наиболее распространена система ремённого привода: на валу якоря генератора насаживается шкив, который при помощи ремня, обычно трапецевидного сечения, приводится во вращение от шкива, насаженного на хвостовике коленчатого вала. Этот же ремень обычно служит для привода вентилятора системы охлаждения двигателя. Выполненный по такой схеме привод на грузовом автомобиле Студебеккер показан на фиг. 293.



Фиг. 292. Вентиляция генератора Делько-Реми.



Фиг. 293. Крепление и привод генератора автомобиля Студебеккер.

При цепном приводе генератора, объединяемом часто с приводом распределения двигателя, цепная шестерня, сидящая на валу генератора, входит в картер распределительных шестерён через отверстие в последнем. Генератор крепится при помощи фланца, причём отверстия под крепящие болты в указанном фланце делаются овальными для необходимой регулировки натяжения цепи.

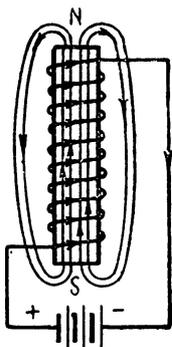
При шестерёнчатом приводе генератор крепится на картере двигателя неподвижно при помощи фланцевого крепления или стяжных лент.

### § 3. РЕЛЕ ОБРАТНОГО ТОКА

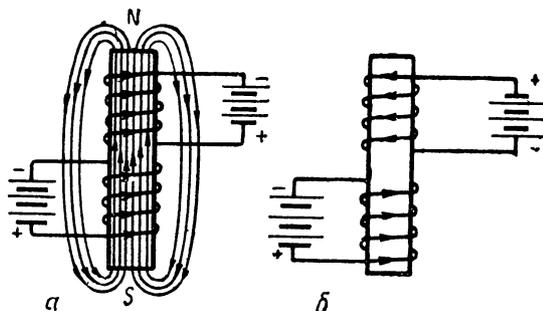
Как указывалось выше, э. д. с. генератора, а следовательно, и напряжение на его клеммах пропорциональны числу оборотов якоря генератора. Основные параметры автомобильного генератора подбираются таким образом, чтобы при числах оборотов, близких к нижнему пределу эксплуатационных скоростей автомобиля (15—20 км/час на прямой передаче), э. д. с. генератора была несколько выше э. д. с. аккумуляторной батареи; при этом ток от генератора будет поступать как на питание всех включённых потребителей, так и на подзарядку аккумуляторной батареи. При снижении числа оборотов генератора, когда его э. д. с. меньше э. д. с. батареи, или при полной остановке генератора, когда его э. д. с. равна нулю, должен произойти обратный процесс — поступление тока от аккумуляторной батареи в генератор. При этом сила разрядного тока батареи достигла бы значительной величины, что вызвало бы быструю её разрядку, сильный нагрев обмоток и порчу генератора. Для предотвращения этого в цепь генератор — батарея включается специальный автоматически действующий прибор — реле обратного тока, которое пропускает ток от генератора к батарее, когда напряжение генератора выше напряжения батареи, и препятствует обратному прохождению тока от батареи к генератору, когда напряжение генератора

станет ниже напряжения батареи. Действие реле обратного тока основано на следующем принципе. Если вокруг сердечника намотать изолированный провод и пропустить через полученную таким образом катушку ток, то вокруг обмотки образуется магнитное поле, силовые линии которого вызовут намагничивание сердечника (фиг. 294). Тот конец сердечника, в который входят магнитные силовые линии, образует южный полюс магнита, а тот, из которого они выходят, — северный<sup>1</sup>.

При изменении направления тока в обмотке катушки изменяется и направление магнитных силовых линий, проходящих внутри катушки. Если на одном сердечнике сделать две одинаковые обмотки с одинаковым направлением витков и пропускать через них ток в одном и том же направлении, как показано на схеме *а* фиг. 295, то магнитное действие обеих обмоток будет складываться, и намагничивание сердечника будет



Фиг. 294. Направление магнитных силовых линий в сердечнике.



Фиг. 295. Магнитное поле в сердечнике с двумя обмотками.

вдвое больше, чем при одной обмотке. Если же ток в одной из обмоток пустить в противоположном направлении (схема *б* фиг. 295), то её магнитное поле будет противодействовать магнитному полю второй обмотки и сердечник намагничиваться не будет. На этом принципе и основано действие реле обратного тока.

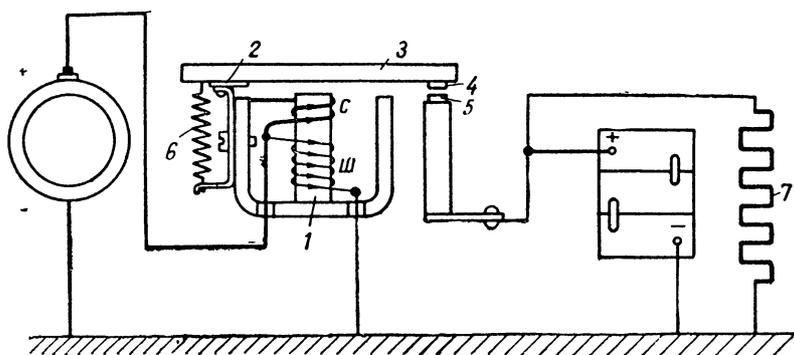
Схема реле обратного тока, включённого в цепь генератор — батарея, приведена на фиг. 296. Катушка реле состоит из сердечника *1*, на котором намотаны две обмотки: шунтовая обмотка *Ш*, включённая в цепь параллельно и состоящая из большого количества витков тонкой проволоки, и серийная обмотка *С*, включённая последовательно в цепь генератор — батарея, состоящая из небольшого количества витков толстой проволоки. Конец этой обмотки присоединён к неподвижной, изолированной от массы стойке — ядру. На этой стойке при помощи гибкой пружинной планки *2* укреплена пластина *3*, на конце которой имеется контакт *4*, под этим контактом находится неподвижный контакт *5*. Пружина *6* удерживает контакты *4—5* в разомкнутом положении. При работающем генераторе шунтовая обмотка постоянно находится под током; по серийной обмотке ток проходит только в том случае, если контакты *4* и *5* замкнуты.

<sup>1</sup> Если охватить правой рукой электромагнит так, чтобы концы четырёх пальцев указывали направление тока в витках обмотки, то перпендикулярно расположенный к ним большой палец покажет северный полюс, т. е. направление магнитного потока в сердечнике.

Рабочий процесс реле обратного тока состоит из следующих этапов:

1. Генератор не работает или работает с малым числом оборотов. Магнитное поле у шунтовой обмотки отсутствует или недостаточно, чтобы намагнитить сердечник 1 настолько, чтобы он при данном зазоре, преодолевая натяжение пружины 6, мог притянуть к себе пластину 3.

2. Обороты генератора увеличиваются; одновременно увеличивается и напряжение на его клеммах. Когда оно несколько превысит напряжение на клеммах батареи, магнитное поле, созданное шунтовой обмоткой реле, увеличится настолько, что намагниченный сердечник, преодолевая натяжение пружины 6, притянет к себе пластину 3 и замкнёт контакты 4 и 5. Цепь генератор — батарея будет замкнута, и ток от генератора пойдёт через сериесную обмотку к аккумуляторной батарее и к потребителям 7.



Фиг. 296. Схема реле обратного тока.

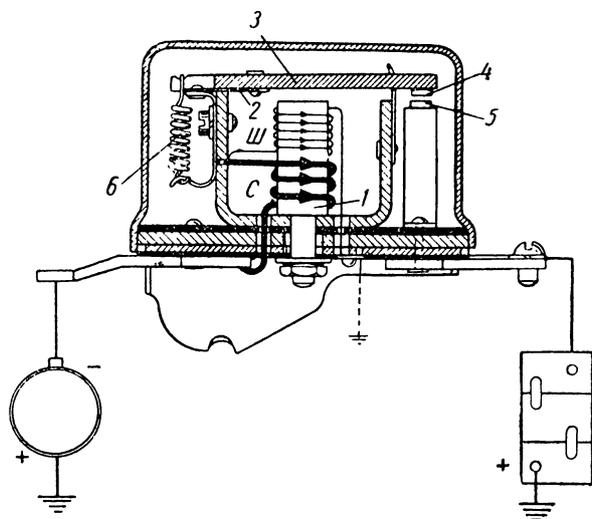
Таким образом замыкание контактов реле производится только шунтовой обмоткой. Напряжение генератора при замыкании контактов — 7—8 V. Сила тока в шунтовой обмотке ничтожна.

Обмотки наложены на сердечник так, что при замкнутой цепи генератор — батарея ток, идущий от генератора через сериесную обмотку, создаёт магнитное поле, совпадающее с полем, созданным шунтовой обмоткой, что, усиливая притягивающее действие сердечника, обеспечивает надёжное ссединение контактов реле.

При большом количестве включённых потребителей, например при движении ночью с полным светом, весь ток от генератора пойдёт к потребителям, не поступая к батарее. В отдельных случаях при очень большом потреблении тока, когда генератор не сможет покрыть всей потребности, ток к потребителям будет подступать также и от батареи.

3. Обороты генератора уменьшаются. Когда напряжение на его клеммах станет меньше напряжения батареи, при замкнутых контактах 4 и 5, ток пойдёт в обратном направлении — от батареи к генератору, проходя при этом по сериесной обмотке. Так как направление тока в сериесной обмотке изменится, то созданное ею магнитное поле будет противодействовать полю шунтовой обмотки. Намагничивание сердечника 1 уменьшится, и пружина 6 сможет отвести якорёк 3 от сердечника, размыкая при этом контакты 4 и 5; цепь батареи — генератор будет разомкнута. Размыкание контактов реле происходит при меньшем напряжении на клеммах генератора и, следовательно, при меньшем числе его оборотов, чем замыкание, так как перед замыканием кон-

тактов между сердечником 1 и пластиной 3 воздушный зазор больше, чем перед их размыканием. Изменяя величину воздушного зазора между

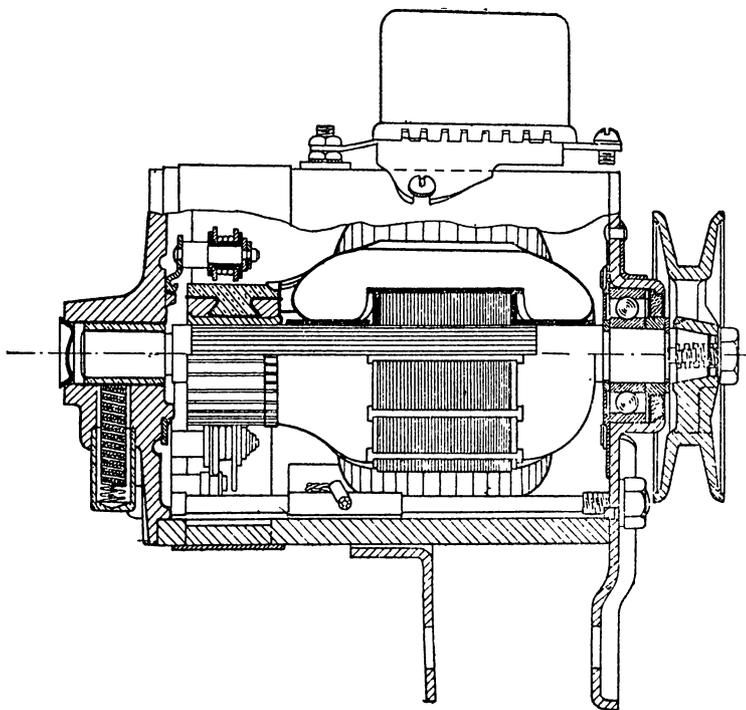


Фиг. 297. Реле обратного тока ЦБ.

сердечником и пластиной 3, можно изменить момент замыкания контактов реле, однако числа оборотов генератора, соответствующие замыканию и размыканию контактов реле, не должны быть слишком сближены во избежание того, чтобы при незначительных колебаниях оборотов двигателя не происходило постоянной вибрации контактов, вызывающей искрение и их быстрое обгорание. Обычно напряжение генератора, при котором контакты реле замыкаются, на 10—15% больше, чем напряжение,

при котором контакты реле размыкаются.

По описанной выше схеме работают все реле обратного тока автомобильных генераторов, отличаясь друг от друга конструктивным выполнением.



Фиг. 298. Установка реле обратного тока на генераторе.

На фиг. 297 показано устройство реле обратного тока генераторов автомобилей ГАЗ-АА, М-1 и ЗИС-5 и схема присоединения и включения

реле в цепь генератор — батарея (сами генераторы несколько отличаются друг от друга). Отдельные детали реле обратного тока имеют те же обозначения, что и на фиг. 296.

При рассмотрении схемы включения (фиг. 297) следует иметь в виду, что здесь, как это имеет место на большинстве современных автомобилей, на массу присоединены плюсовые клеммы батареи и генератора.

Часто реле монтируется непосредственно на корпусе генератора (фиг. 298), через который происходит соединение на массу конца шунтовой обмотки сердечника реле. В некоторых случаях реле устанавливается отдельно от генератора. Чаще всего это бывает тогда, когда реле обратного тока объединено в общем устройстве с реле-регулятором. Такие устройства рассмотрены в следующем параграфе.

#### § 4. РЕЛЕ-РЕГУЛЯТОРЫ

Рассмотренное в предыдущем параграфе реле обратного тока обеспечивает автоматическое выключение из цепи генератора, когда его обороты, а следовательно, и напряжение на его клеммах уменьшаются. Этим предохраняется батарея от разрядки через обмотки генератора, а сам генератор от перегрева и возможного при этом перегорания обмоток.

Однако может иметь место и такой случай, когда при значительном увеличении числа оборотов генератора напряжение на его клеммах и сила тока чрезмерно возрастут, создавая опасность нарушения нормальной работы системы электрооборудования.

Если напряжение на клеммах генератора значительно превысит допустимое, то величина зарядного тока для соединённой с ним аккумуляторной батареи возрастёт на столько, что произойдёт перезарядка батареи и её повреждение (коробление пластин, выпадение активной массы).

При значительном напряжении на клеммах генератора, но малом сопротивлении внешней цепи, например при включении большого числа потребителей, сила тока генератора может резко возрасти; это вызовет перегрузку генератора, его перегрев и в конечном счёте выход из строя.

Для предотвращения указанного в современных системах автомобильного электрооборудования предусматриваются специальные приборы, регулирующие и поддерживающие напряжение на клеммах генератора и силу тока в определённых пределах. Постоянство напряжения поддерживается при помощи регулятора напряжения, а ограничение силы тока осуществляется при помощи ограничителя тока. Во многих системах эти приборы объединены в общей группе (в которую включается также реле обратного тока), называемой реле-регулятором.

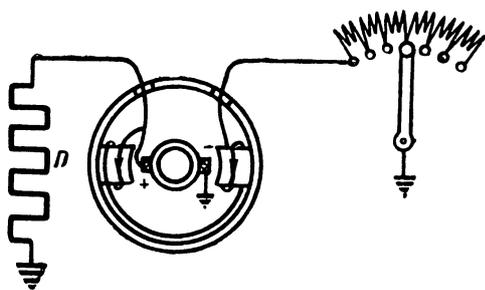
В некоторых системах автомобильного электрооборудования при генераторах небольшой мощности (до 150 W) сила тока ограничивается при помощи третьей щётки генератора. Устройство такого генератора описано ниже.

Регуляторы напряжения. Э. д. с. генератора пропорциональна числу оборотов генератора  $n$  и величине магнитного потока между полюсами  $\Phi$ . Напряжение на клеммах генератора  $V$  примерно равно его электродвижущей силе, следовательно:

$$V \approx \text{э. д. с.} = Cn\Phi,$$

где  $C$  — коэффициент пропорциональности.

Из приведённого выражения следует, что, для того чтобы при увеличении числа оборотов генератора сохранить постоянным его напряжение, следует изменять магнитный поток  $\Phi$  обратно пропорционально изменению числа оборотов  $n$ . Это может быть осуществлено изменением силы тока возбуждения генератора, для чего в цепь обмотки возбуждения последовательно включается изменяемое омическое сопротивление — реостат. Простейшая схема такого устройства приведена на

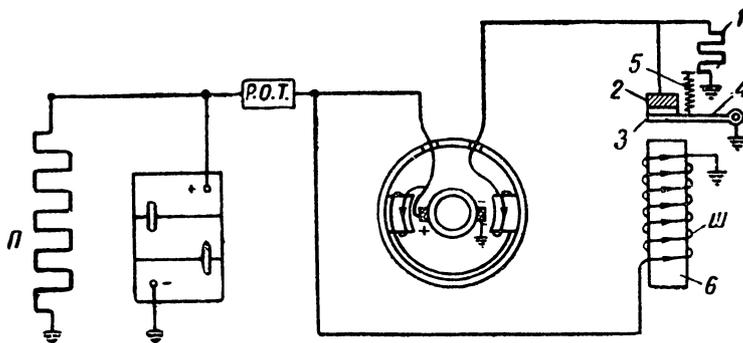


Фиг. 299. Регулировка напряжения при помощи реостата.

фиг. 299. Слева на схеме условно показаны потребители, обозначенные буквой  $\Pi$ ; то же обозначение сохранено на последующих схемах. При перемещении рукоятки реостата вправо, следовательно, при увеличении сопротивления сила тока возбуждения и величина магнитного потока будут падать, в соответствии с чем будет уменьшаться и напряжение на клеммах генератора. При уменьшении сопротивления

произойдет обратное явление. Очевидно, что изменение сопротивления вручную водителем практически неосуществимо; автоматическое изменение сопротивления реостата в зависимости от напряжения на клеммах генератора в силу ряда причин также не получило практического применения.

Широкое практическое распространение получили вибрационные регуляторы напряжения. Схема простейшего регулятора такого типа



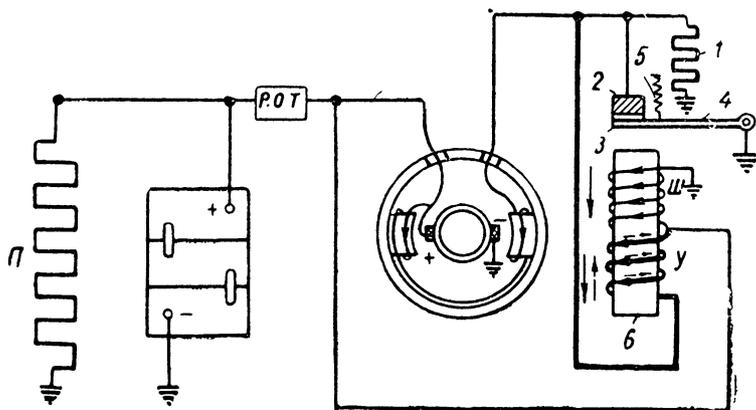
Фиг. 300. Схема вибрационного регулятора напряжения.

приведена на фиг. 300. Здесь в цепь обмотки возбуждения последовательно включено постоянное сопротивление  $1$ . Контактное устройство состоит из неподвижного контакта  $2$  и подвижного контакта  $3$ , сидящего на шарнирно закреплённой пластинке (якорьке)  $4$ ; последняя оттягивается кверху пружиной  $5$ , стремясь замкнуть контакты и закоротив таким образом сопротивление  $1$ . Под пластинкой  $4$  расположен сердечник  $6$ , на котором намотана тонкая обмотка  $\text{Ш}$ , включенная параллельно обмотке якоря.

При прохождении тока через обмотку сердечника последний намагничивается и стремится притянуть к себе якорёк  $4$ , чему противодействует пружина  $5$ . Пока обороты и напряжение на клеммах малы, сердечник намагничивается недостаточно, чтобы разомкнуть контакты  $2$  и  $3$  и цепь обмоток возбуждения будет соединена с якорем через ука-

занные контакты, пластинку 4 и массу; сопротивление 1 будет при этом замкнuto. Сердечник 6 и его обмотка должны быть подобраны таким образом, чтобы при возрастании оборотов генератора, когда напряжение на его клеммах достигнет величины, при которой дальнейшее увеличение напряжения нежелательно, сердечник 6 был намагничен настолько, что, преодолевая силу пружины 5, притянул бы к себе пластинку 4 и тем самым разомкнул контакты 2 и 3.

В цепь обмотки возбуждения генератора будет включено, таким образом, сопротивление 1; сила тока возбуждения снизится, магнитное поле полюсов уменьшится, соответственно уменьшая напряжение на клеммах генератора. Когда напряжение снизится до величины, при которой магнитное действие сердечника 1 будет недостаточным, чтобы преодолеть усилие пружины 5, контакты 2 и 3 сомкнутся, сопротивление



Фиг. 301. Схема включения ускоряющей обмотки регулятора напряжения.

ние 1 окажется опять замкнутым, в силу чего напряжение на клеммах генератора начнет возрастать. Этот процесс непрерывно повторяется. Пластинка 4, вибрируя, то размыкает, то замыкает контакты 2 и 3, соответственно включая или замыкая сопротивление 1. Напряжение на клеммах генератора то снижается, то возрастает, отклоняясь то в одну, то в другую сторону от некоторого среднего постоянного значения. Если элементы регулятора напряжения подобраны правильно, эти отклонения малы, а частота колебаний достигнет 30—40 пер/сек, то колебания напряжения практически незаметны и на потребителях сказываться не будут. Чтобы получить достаточную частоту колебаний напряжения, зависящую от частоты колебаний пластинки 4, необходимо по возможности уменьшить «магнитную инерцию» сердечника, т. е. обеспечить быстрое его намагничивание и размагничивание. С этой целью на сердечник, помимо основной обмотки, наматывается ускоряющая обмотка, магнитное поле которой в момент размыкания контактов противодействует магнитному полю основной обмотки, ускоряя тем самым процесс размагничивания сердечника.

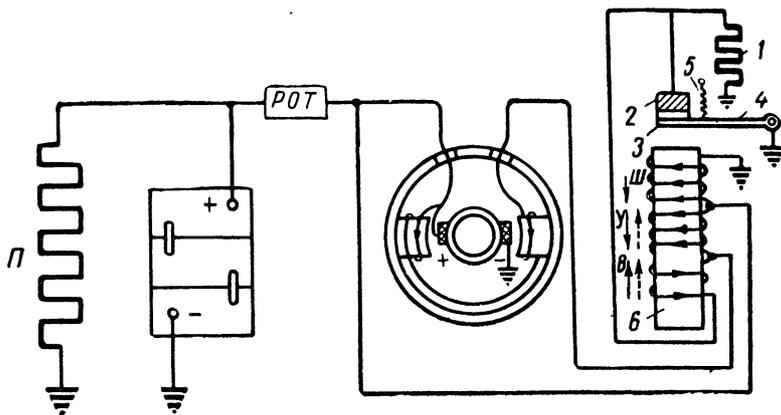
Включение ускоряющей обмотки может производиться различным образом. Ниже, на фиг. 301, приведена наиболее употребительная схема включения указанной обмотки параллельно обмотке возбуждения генератора. Основная схема регулятора здесь в основном та же, что и на фиг. 300. Отличие состоит в том, что параллельно цепи возбуждения включается намотанная на сердечник 6 ускоряющая обмотка У. В эту обмотку ответвляется часть тока, поступающего из якоря к обмотке возбуждения генератора.

При малых оборотах генератора, когда контакты регулятора замкнуты, направление тока в обмотке  $У$  будет таким, что магнитное поле этой обмотки будет складываться с полем основной обмотки  $Ш$ . Намагничивание сердечника несколько усилится.

При размыкании контактов в цепь возбуждения включается сопротивление  $I$ , в связи с чем сила тока в обмотке возбуждения падает; это вызывает появление в обмотках возбуждения э. д. с. самоиндукции и, как следствие, появление тока обратного направления в обмотке  $У$  (пунктирная стрелка на фиг. 301). Последнее вызовет ускоренное размагничивание сердечника и быстрое замыкание контактов 2 и 3.

Ускоряющая обмотка позволяет повысить частоту колебаний до 150 периодов в секунду и одновременно уменьшает амплитуду колебаний якорька.

Как указывалось выше, размыкание контактов при наличии ускоряющей обмотки происходит под влиянием намагничивания сердечника магнитными полями обеих обмоток — основной  $Ш$  и ускоряющей  $У$ .



Фиг. 302. Схема включения выравнивающей обмотки.

Оттягивающая пружинка якорька регулятора подбирается таким образом, чтобы размыкание контактов происходило тогда, когда сердечник, намагниченный обеими обмотками, сможет преодолеть натяжение этой пружинки.

В начале настоящего параграфа было указано, что для сохранения постоянства напряжения генератора  $V$  при возрастании числа его оборотов  $n$  магнитное поле  $\Phi$  должно быть соответственно уменьшено. Следовательно, при возрастании оборотов ток возбуждения падает.

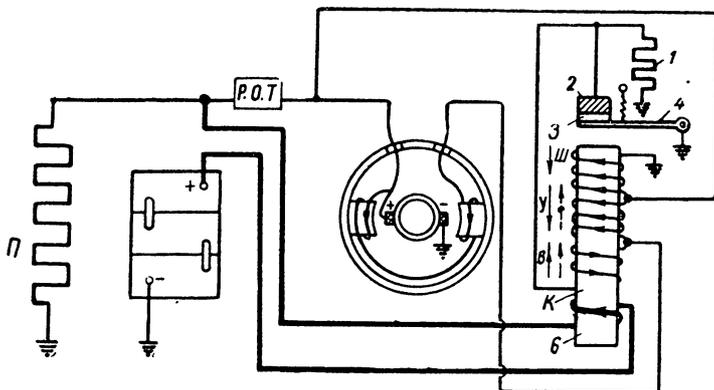
При падении тока возбуждения уменьшается ток, поступающий в ускоряющую обмотку, и сила её притяжения уменьшается; так как размыкание контактов регулятора производится действием обеих обмоток, то уменьшение силы притяжения одной из них приведёт к размыканию контактов при более высоком напряжении.

По мере увеличения числа оборотов напряжение растёт; таким образом постоянство напряжения сохранено не будет. Обычно указанное изменение напряжения невелико и им можно пренебречь. Если же это изменение оказывается настолько значительным, что нарушает нормальную работу, в систему регулятора вводят ещё одну дополнительную, так называемую выравнивающую обмотку, включаемую последовательно в цепь обмотки возбуждения генератора. Эта обмотка наматывается на сердечник так, чтобы направление тока в ней

было противоположно направлению тока в основной обмотке *Ш*, магнитное же действие этой обмотки (число ампервитков) должно быть равно магнитному действию (числу ампервитков) ускоряющей обмотки при замкнутых контактах. Схема включения выравнивающей обмотки показана на фиг. 302.

Когда контакты регулятора замкнуты, действие выравнивающей обмотки полностью компенсирует действие ускоряющей обмотки. При размыкании же контактов, когда в ускоряющей обмотке появляется импульс обратного тока, выравнивающая обмотка вместе с ускоряющей способствуют быстрому замыканию контактов. Напряжение регулятора при этом поддерживается строго постоянным. Следует отметить, что при сильно разряженной батарее это обстоятельство может оказаться нежелательным. В процессе зарядки аккумуляторная батарея, в начале держит напряжение более низкое, чем в конце.

Если регулятор будет поддерживать постоянное напряжение генератора, обеспечивающее необходимую силу зарядного тока в конце зарядки, то в начале, когда батарея сильно разряжена, напряжение на



Фиг. 303. Схема включения корректирующей обмотки.

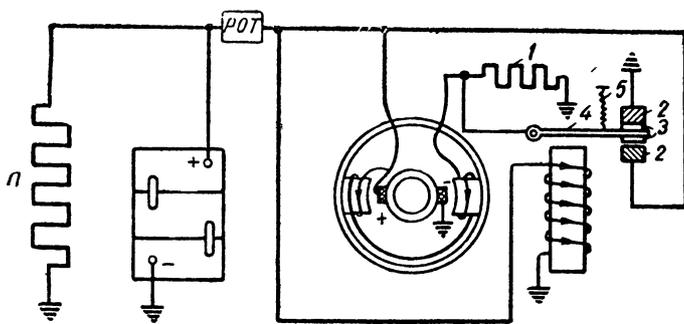
клеммах генератора будет выше требуемого и в батарею пойдёт зарядный ток большой силы. Последнее является нежелательным как для батарей, так и для самого генератора. Во избежание чрезмерного повышения зарядного тока при начале зарядки в регуляторах может быть предусмотрена ещё одна дополнительная серия — последовательно включённая в цепь генератор — батарея корректирующая обмотка *К* (фиг. 303).

Назначение указанной корректирующей обмотки — корректировать (исправлять) действия регулятора напряжения в зависимости от силы тока, идущего от генератора к батарее, в соответствии с состоянием последней. Витки корректирующей обмотки *К* наматываются на сердечник таким образом, чтобы её магнитный поток совпадал с магнитным потоком основной шунтовой обмотки *Ш*. Когда батарея разряжена, по серийной обмотке пойдёт ток большой силы, сердечник регулятора намагнитится сильнее, в связи с чем размыкание контактов произойдет при меньшем напряжении, следовательно, зарядный ток будет снижен.

В рассмотренной выше схеме регулятора напряжения снижение напряжения при размыкании контактов достигается введением в цепь возбуждения некоторого постоянного сопротивления. При значительном увеличении числа оборотов генератора может наступить момент, когда при разомкнутых контактах и включённом сопротивлении напряжение на клеммах генератора станет равным номинальному. Этот момент харак-

теризует конец работы регулятора и при дальнейшем повышении оборотов напряжение на клеммах генератора начнёт возрастать. Регуляторы подобного типа, в которых постоянно напряжение поддерживается при помощи одной ступени сопротивления, называются одноступенчатыми.

Чем больше величина сопротивления, тем на большем диапазоне оборотов регулятор поддерживает постоянно напряжение. Однако если величина сопротивления велика, то в момент размыкания контактов напряжение на них резко изменяется, вследствие чего имеет место сильное искрение в контактах, их обгорание и нарушение работы регулятора. Поэтому в тех случаях, когда требуется обеспечить постоянно напряжение при весьма широком диапазоне оборотов с целью уменьшения искрения контактов, иногда применяют двухступенчатые регуляторы напряжения, в которых изменение напряжения на контактах в момент их размыкания уменьшается. Принципиальная схема двухступенчатого регулятора напряжения приведена на фиг. 304. Здесь в основном повто-



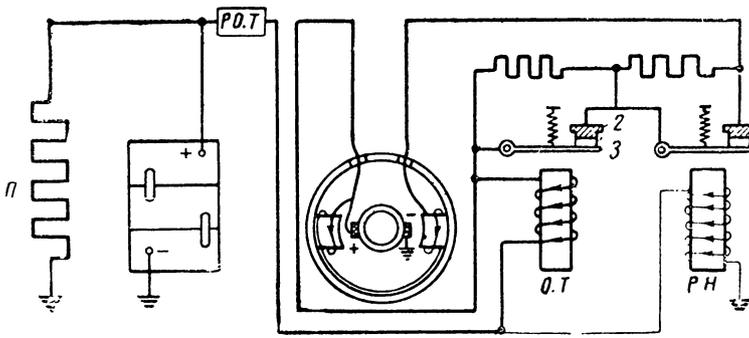
Фиг. 304. Схема двухступенчатого регулятора напряжения.

ряется схема одноступенчатого регулятора (фиг. 300) с той лишь разницей, что на пластинке 4 имеются два подвижных контакта 3 и 3, возле которых расположены неподвижные контакты 2 и 2. Работа двухступенчатого регулятора распадается на два этапа. П е р в ы й этап протекает в пределах ограниченного нарастания числа оборотов генератора, когда регулятор работает как одноступенчатый. При этом под влиянием увеличения напряжения сердечник притягивает пластинку 4 и, размыкая верхнюю пару контактов 2—3, периодически включает в цепь возбуждения сопротивление 1. В т о р о й этап наступает при дальнейшем возрастании числа оборотов, когда величина сопротивления 1 станет недостаточной для поддержания п о с т о я н с т в а напряжения генератора. Увеличенное напряжение усилит намагничивание сердечника регулятора, который, притягивая сильнее пластинку 4, замкнёт нижнюю пару контактов 2—3. При этом обмотки возбуждения окажутся замкнутыми и сила тока в них упадёт до нуля. Напряжение на клеммах генератора также уменьшится, и в свою очередь уменьшится намагничивание сердечника; нижние контакты под воздействием пружинки 5 разомкнутся, и в обмотку возбуждения вновь начнёт поступать ток через сопротивление 1. Этот процесс будет повторяться до тех пор, пока обороты генератора не уменьшатся и процесс регулирования будет происходить соответственно первому этапу работы регулятора.

Таким образом двухступенчатый регулятор даёт возможность при меньшей величине сопротивления поддерживать постоянно напряжение на значительно большем диапазоне оборотов.

В зависимости от температуры окружающего воздуха меняется зарядный ток, необходимый для зарядки батареи. Зимой при низкой температуре необходимо иметь более высокий зарядный ток, чем летом, для чего требуется, чтобы напряжение на клеммах генератора было повышено. В связи с этим в некоторых конструкциях регуляторов применяются специальные устройства, изменяющие величину напряжения, поддерживаемого регулятором, при изменении температуры.

**Ограничители силы тока.** Как указывалось выше, в некоторых случаях сила тока, вырабатываемого генератором, может достигнуть величины, вызывающей перегрузку генератора, перегрев его обмоток и другие нежелательные явления. Во избежание этого в систему электрооборудования современных автомобилей часто включают ограничитель (регулятор) силы тока или, как его называют, ограничитель тока. В большинстве случаев ограничитель тока (о. т.) устанавливается совместно с регулятором напряжения (р. н.).



Фиг. 305. Схема совместной установки регулятора напряжения и ограничителя тока.

Принципиальная схема ограничителя тока идентична принципиальной схеме регулятора напряжения (фиг. 300) с той лишь разницей, что вместо шунтовой на сердечник наматывается серийная обмотка, включённая между генератором и потребителями. В этом случае через обмотку ограничителя тока (фиг. 305) проходит ток нагрузки генератора и намагничивание сердечника происходит пропорционально силе тока, отдаваемого генератором во внешнюю цепь. При таком устройстве сила тока, вырабатываемого генератором, ограничивается допускаемой величиной.

Серийная обмотка сердечника выполняется из небольшого количества витков толстой проволоки. Работа ограничителя протекает так же, как и работа регулятора напряжения. Пока ток в обмотке сердечника ограничителя тока не достигнет заданной величины, контакты 2 и 3 замкнуты и работает один регулятор напряжения. Если ток превысит заданный предел, то начнёт работать ограничитель тока; напряжение генератора при этом снизится и перестанет работать регулятор напряжения.

Так как регуляторы напряжения и тока работают не одновременно, для обоих приборов может быть использовано одно общее добавочное сопротивление. Схема совместной установки регулятора напряжения и ограничителя тока, имеющих одно общее добавочное сопротивление, приведена на фиг. 306.

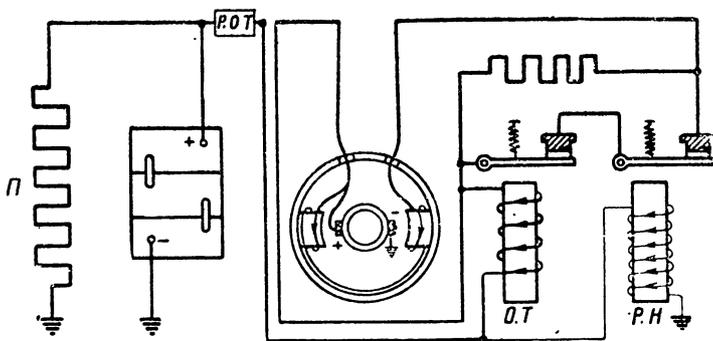
**Реле-регуляторы.** В современных системах автомобильного электрооборудования устройства, регулирующие работу генератора

(регулятор напряжения и ограничитель тока), обычно объединяются с реле обратного тока в одном приборе. Такой прибор носит название реле-регулятора.

Принцип действия каждого из элементов реле-регулятора остаётся без изменения, однако схемы их соединений получаются более сложными. В связи с этим разберём общую принципиальную схему и устройство типового реле-регулятора, а также несколько отличных друг от друга схем реле-регуляторов, имеющих применение на современных автомобилях.

На фиг. 307 приведена принципиальная схема реле-регулятора автомобиля Форд модели 2G8T. Внизу на той же фигуре дана схема изменений в цепи возбуждения при действии регулятора напряжения и ограничителя тока. Проследим по верхней схеме пути тока и его изменения в отдельных ветвях цепи реле-регулятора и генератора.

Положительная щётка генератора соединена с массой<sup>1</sup>, отрицательная — с изолированной клеммой на корпусе генератора. Обычно эта клемма отмечается буквой *A* (Armature—якорь). Клемма *A* генератора



Фиг. 306. Регулятор напряжения и регулятор тока с общим добавочным сопротивлением.

соединена с клеммой *A* реле-регулятора. Для упрощения чертежа на приводимых схемах одноимённые клеммы генератора и регулятора совмещены.

От клеммы *A* реле-регулятора ток проходит через обмотку ограничителя тока (о. т.) в seriesную обмотку реле обратного тока (р. о. т.). Здесь ток ответвляется в шунтовую обмотку реле обратного тока и, пройдя её, попадает на массу.

Если напряжение генератора достаточно велико, то под действием магнитного поля, созданного шунтовой обмоткой, контакты р. о. т. замкнутся, цепь генератор — батарея будет замкнута, и ток, пройдя контакты р. о. т., выйдет на клемму *B* (Battery — батарея) реле-регулятора и от неё через аккумулятор и включённые потребители *П* пойдёт на массу. Таким образом по обмотке ограничителя тока проходит весь ток генератора, идущий к потребителям.

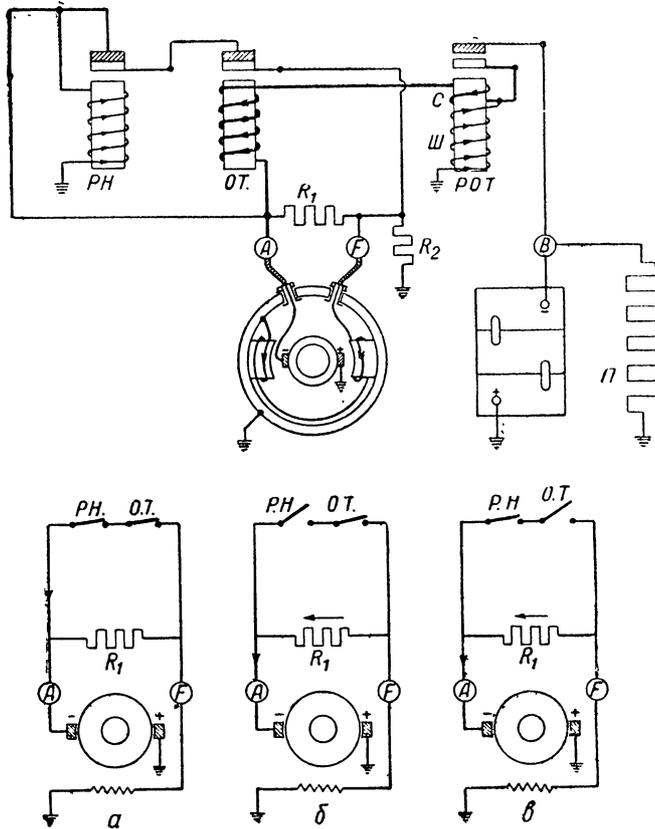
Обмотка полюсов генератора одним концом соединена с массой через корпус генератора, другим выведена на изолированную клемму, помещённую на его корпусе. Эта клемма отмечается буквой *F* (Field — поле). Клемма *F* реле-регулятора соединена с клеммой *F* генератора.

<sup>1</sup> В отличие от предыдущих схем с массой соединена не отрицательная, а положительная щётка генератора, что имеет применение на ряде автомобилей, главным образом американских.

Для уяснения действия любого реле-регулятора следует проследить за изменением сопротивления между клеммами *A* и *F* при замыкании и размыкании контактов р. н. и о. т.

На упрощённых схемах фиг. 307 показаны пути прохождения тока через обмотку возбуждения при различных положениях контактов о. т. и р. н.

Если контакты ограничителя тока и регулятора напряжения замкнуты (схема *a*), то обмотка полюсов соединена с якорем непосредственно, минуя добавочное сопротивление  $R_1$ . В этом случае сила тока в обмотке полюсов будет наибольшей, так как её величина определяется сопротивлением одной обмотки полюсов (пренебрегая переходным сопротивле-



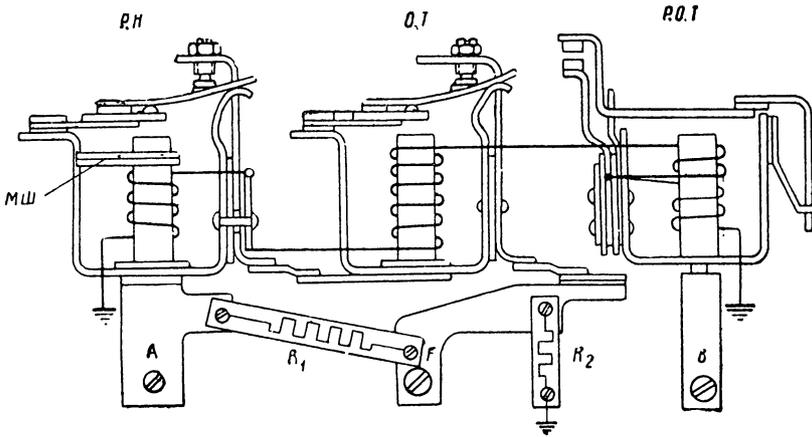
Фиг. 307. Принципиальная схема реле-регулятора автомобиля Форда 2G8T.

нием контактов). На схеме *б* показан путь тока при разомкнутых контактах р. н., а на схеме *в* — при разомкнутых контактах о. т. При размыкании любой пары контактов последовательно обмотке полюсов включится добавочное сопротивление  $R_1$ , в связи с чем сила тока в обмотке полюсов уменьшится, так как его величина в этом случае определяется суммарным сопротивлением обмотки полюсов и добавочного сопротивления. Таким образом действие как регулятора напряжения, так и ограничителя тока сводится к изменению силы тока в обмотке полюсов (тока возбуждения генератора) путём изменения сопротивления между клеммами *A* и *F* реле-регулятора.

Как видно из сопоставления схем 307, *б* и *в*, регулятор напряжения и ограничитель тока производят одинаковые изменения в цепи обмотки полюсов, включая и закорачивая одно и то же добавочное сопротивле-

ние  $R_1$  с той лишь разницей, что регулятор напряжения включает сопротивление  $R_1$  при возрастании напряжения генератора, а ограничитель тока при возрастании тока нагрузки генератора.

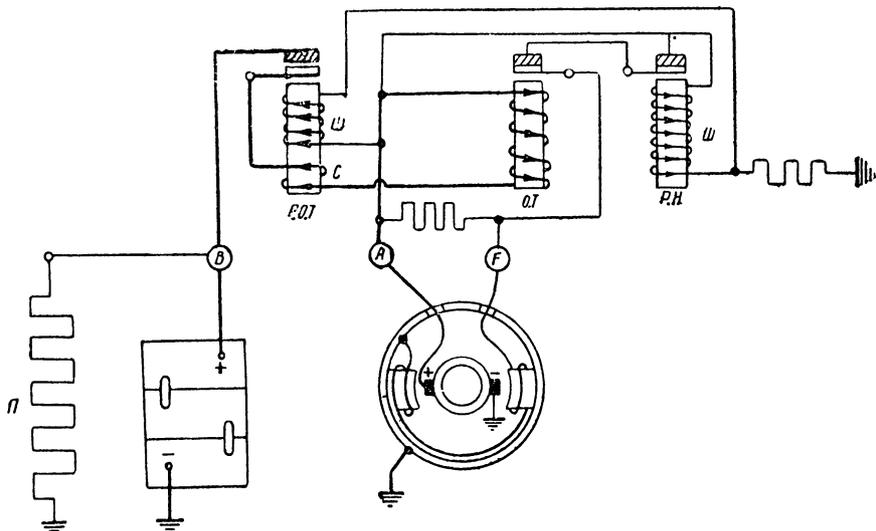
При размыкании контактов как о. т., так и р. н. в обмотке возбуждения возникает ток самоиндукции, могущий вызвать искрение на контак-



Фиг. 308. Монтажная схема реле-регулятора автомобиля [Форд 2G8T.

тах. Для устранения последнего в рассмотренной схеме предусмотрено и с к р о г а с я щ е е сопротивление  $R_2$ , через которое токи самоиндукции отводятся на массу.

Монтажная схема рассмотренного реле-регулятора представлена на фиг. 308. Следует заметить, что в данной системе регулятор напряжения

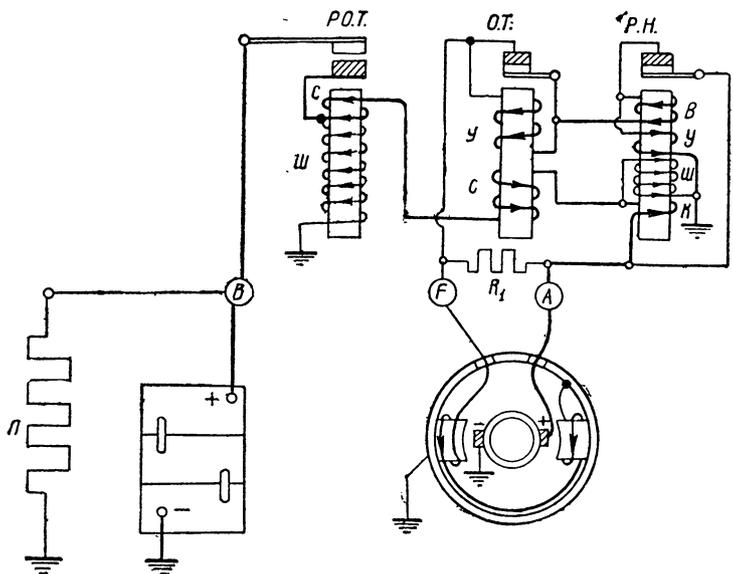


Фиг. 309. Принципиальная схема реле-регулятора автомобиля Форд G8T.

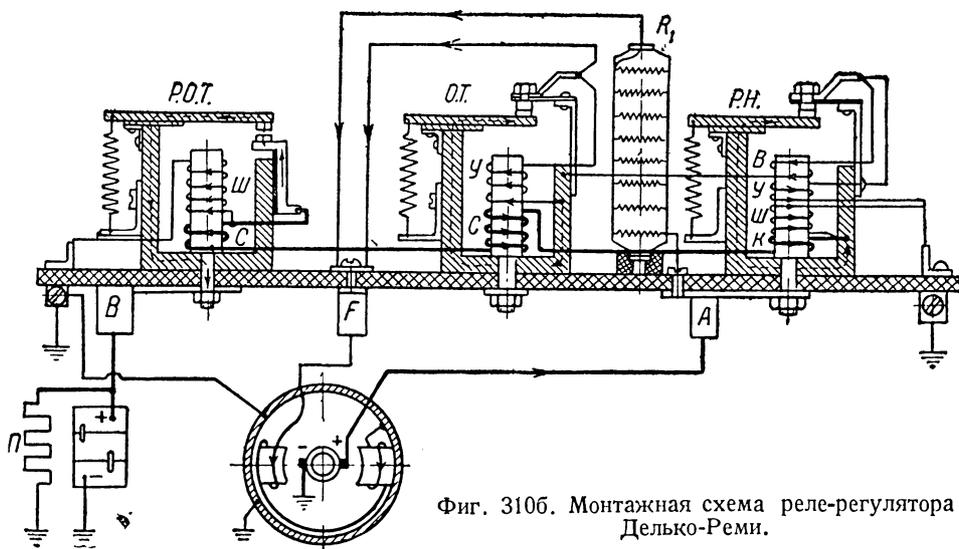
имеет специальное устройство, обеспечивающее увеличение зарядного тока при понижении температуры окружающего воздуха.

Это устройство—магнитный шунт (МШ)—представляет собой пластинку, изготовленную из сплава железа с никелем, которая при понижении температуры уменьшает своё магнитное сопротивление. Так как

магнитный шунт соединяет ярмо с сердечником, то при понижении окружающей температуры часть магнитного потока, замыкающаяся через магнитный шунт, будет увеличиваться, уменьшая действие электромагнита на якорь, в связи с чем размыкание контактов произойдет при



Фиг. 310а. Принципиальная схема реле-регулятора Делько-Реми.



Фиг. 310б. Монтажная схема реле-регулятора Делько-Реми.

большем напряжении, вызывая соответствующее повышение силы зарядного тока.

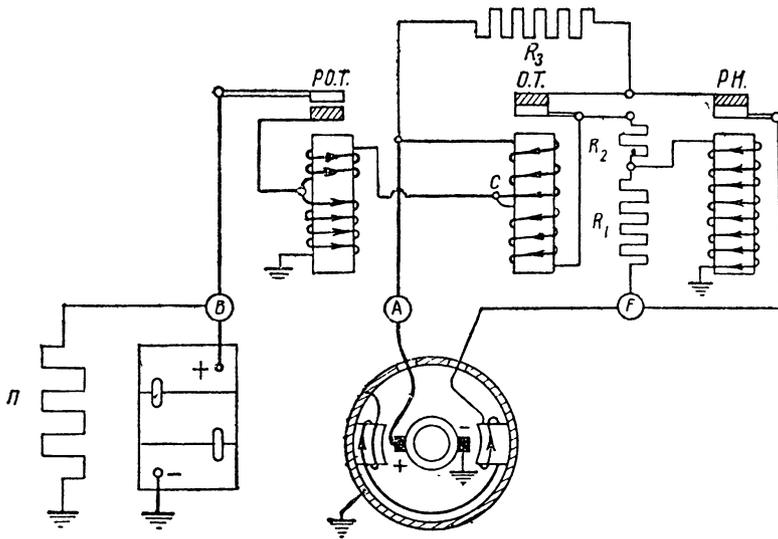
Принципиальная схема реле-регулятора автомобиля Форд модели G8T представлена на фиг. 309. Эта схема отличается от предыдущей способом соединения обмотки регулятора напряжения и шунтовой обмотки реле обратного тока и отсутствием искрогасящего сопротивления<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> На данной модели на массу соединён «минус» генератора.

Указанное на схеме сопротивление  $R_2$  включено между массой и параллельно соединёнными между собой шунтовой обмоткой р. о. т. и обмоткой р. н.; этим обеспечивается возможность, увеличив сечение указанных обмоток без увеличения их общего габарита, уменьшить влияние колебаний температуры на работу регулятора и нагрев обмоток при длительной работе.

Что касается изменений в цепи обмотки полюсов, производимых регулятором напряжения и ограничителем тока, то они в этом реле-регуляторе ничем не отличаются от предыдущего.

Примером практического выполнения реле-регулятора с улучшающими работу обмотками, подобными описанным выше, может служить реле-регулятор Делько-Реми, установленный на автомобиле Шевроле.



Фиг. 311а. Принципиальная схема реле-регулятора Ауто-Лайт.

Принципиальная и монтажная схемы этого реле-регулятора приведены на фиг. 310, а и б. Регулятор напряжения, кроме основной обмотки Ш, снабжён ускоряющей У, выравнивающей В, корректирующей К обмотками, а ограничитель тока, кроме основной обмотки Ш, имеет ускоряющую обмотку У.

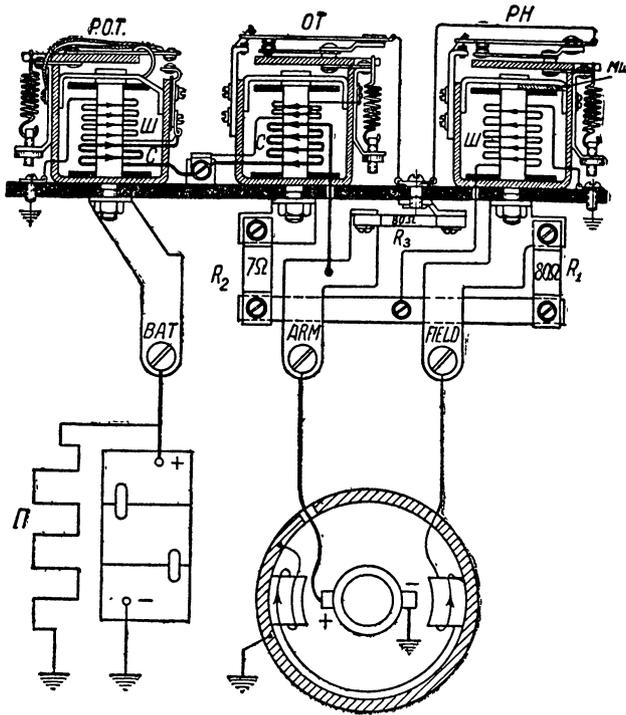
На принципиальной схеме фиг. 310, а стрелками на проводниках показано направление тока при замкнутых контактах р. н. и разомкнутых контактах о. т.; в момент размыкания контактов р. н. направление тока останется тем же во всех его обмотках, кроме ускоряющей, а при замыкании контактов о. т. его ускоряющая обмотка закорачивается.

Примером более сложного включения сопротивлений может служить реле-регулятор Ауто Лайт VRY 4201-А, принципиальная схема которого показана на фиг. 311, а, а монтажная — на фиг. 311, б. В этом реле-регуляторе имеются три сопротивления, комбинации включения которых обеспечивают различное суммарное сопротивление в цепи возбуждения при размыкании контактов р. н. и о. т.

При замкнутых контактах р. н. и о. т. сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  оказываются закороченными, и ток в обмотку возбуждения, т. е. от клеммы А к клемме F, поступает в основном через обе обмотки о. т. (имеющие весьма малое сопротивление  $0,035 \Omega$  которым можно пренебречь).

Соппротивлением  $R_3$  ( $80 \Omega$ ), включённым параллельно указанным обмоткам о. т., можно также пренебречь. Таким образом сопротивление в цепи обмотки возбуждения практически равно нулю.

Если контакты р. н. разомкнуты, то ток в обмотку возбуждения, т. е. от клеммы  $A$  к клемме  $F$ , поступает через обмотки о. т. (имеющие весьма малое сопротивление, которым можно пренебречь) и сопротивления  $R_2$  ( $7 \Omega$ ) и  $R_1$  ( $80 \Omega$ ). Так как указанные сопротивления включены



Фиг. 3116. Монтажная схема реле-регулятора Ауто-Лайт.

последовательно, то суммарное сопротивление в цепи возбуждения равно их сумме:

$$\Sigma R = R_1 + R_2 = 80 \Omega + 7 \Omega = 87 \Omega.$$

Сопротивлением  $R_3$  ( $80 \Omega$ ), включённым параллельно обмоткам о. т., имеющих указанное малое сопротивление, можно также пренебречь.

Если разомкнуть контакты о. т., то между клеммами  $A$  и  $F$  окажутся включёнными последовательно сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  и параллельно им сопротивление  $R_3$ .

Суммарное сопротивление в цепи

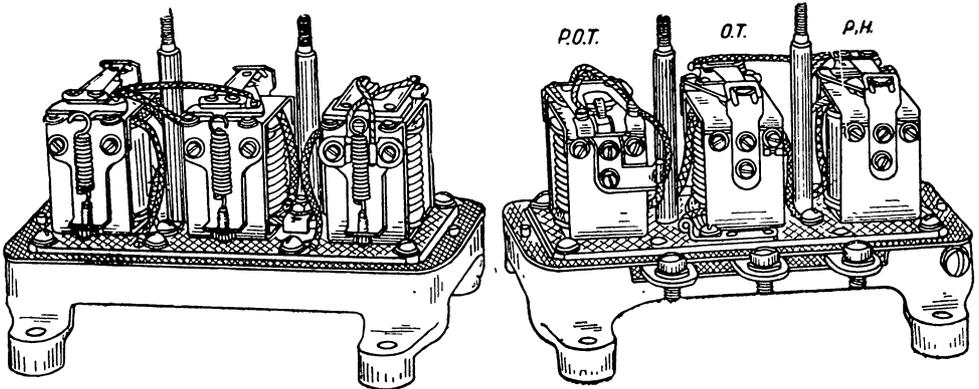
$$\Sigma R = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{(R_1 + R_2) + R_3} \approx 42 \Omega.$$

Особенностью ограничителя тока является наличие помимо основной обмотки  $C$  дополнительной обмотки, последовательно включённой в цепь возбуждения генератора; направление её магнитного поля согласовано с полем серийной обмотки.

При постоянном напряжении генератора, поддерживаемом регулятором напряжения, сила тока в цепи возбуждения, как указывалось ранее, на малых оборотах выше, чем на больших.

Благодаря совместному согласованному действию обеих обмоток размыкание контактов о. т. при снижении оборотов будет происходить раньше — при меньшей величине тока нагрузки; этим устраняется возможный перегрев генератора на малых оборотах, когда вентиляция генератора недостаточна.

Все три сопротивления реле-регуляторов Ауто-Лайт выполнены в виде прессованных угольных пластин с омеднёнными концами для луч-

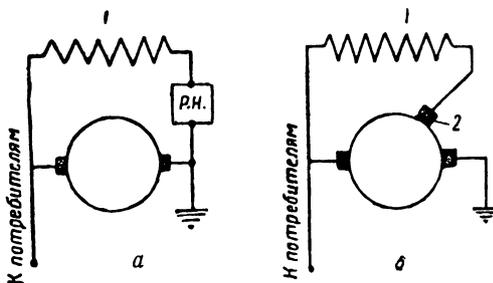


Фиг. 312. Внешний вид реле-регулятора Ауто-Лайт.

шего контакта. Сопротивления установлены с нижней стороны панели, на которой собираются отдельные элементы реле-регулятора. Внешний вид реле-регулятора Ауто-Лайт со снятой наружной крышкой показан на фиг. 312. Реле-регуляторы такого типа применяются на многих американских автомобилях, в частности на автомобилях Студебеккер, Додж  $\frac{3}{4}$  т и др.

#### § 5. ГЕНЕРАТОРЫ С РЕГУЛИРОВКОЙ СИЛЫ ТОКА ПРИ ПОМОЩИ ТРЕТЬЕЙ ЩЕТКИ (ТРЕХЩЕТОЧНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ)

В рассмотренных выше схемах генераторов обмотки возбуждения 1 соединены с обеими щётками якоря (фиг. 313, а); один конец обмотки соединяется с одной из щёток непосредственно, а другой конец соединяется со второй щёткой через регулирующее устройство. Эту схему



Фиг. 313. Схема включения обмотки возбуждения:

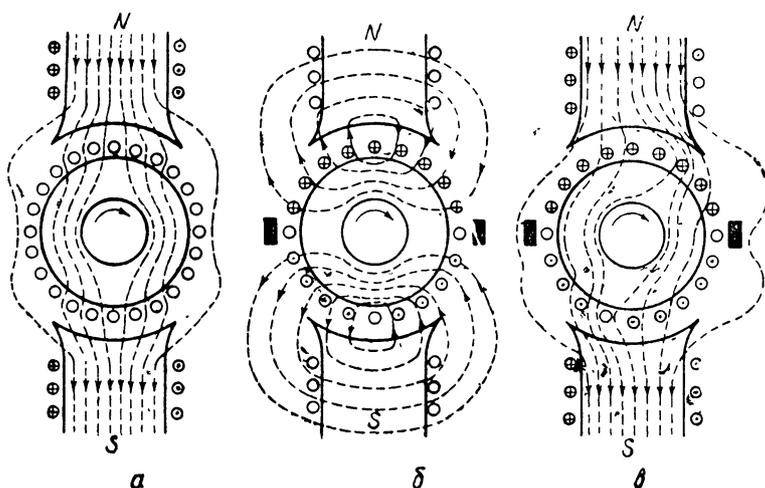
а—генератора с регулятором напряжения;  
б—генератора с третьей щёткой.

можно видоизменить, присоединив один из концов обмотки возбуждения 1 к дополнительной третьей щётке 2, прижимаемой к коллектору якоря в промежуточной между главными щётками точке (фиг. 313, б). В этом случае генератор называется трёхщёточным и обладает свойством автоматически ограничивать силу тока в определённых пределах. Это свойство основано на взаимодействии магнитных полей якоря и полюсов генератора, называемом реакцией якоря.

Ток в обмотке возбуждения определяется числом силовых линий, проходящих в зоне между основной и дополнительной третьей щётками, соединёнными с концами обмотки возбуждения.

Представим условно, что в обмотках якоря тока нет и имеется только основной магнитный поток полюсов генератора. Силовые линии магнитного поля полюсов будут при этом направлены, как показано на схеме *a* фиг. 314. Если далее представить, что ток течёт только по обмотке якоря, то согласно правилу правой руки в проводниках, проходящих у полюса *N*, ток будет иметь направление вглубь чертежа (эти проводники условно отмечены крестиком), а в проводниках, проходящих у полюса *S*, — наружу (эти проводники условно отмечены точкой). При этом в круг каждого проводника возникнет магнитное поле, силовые линии которого направлены для проводников первой группы по часовой стрелке, а для проводников второй группы — против часовой стрелки. Суммируясь, магнитные поля отдельных проводников дадут общие поля проводников первой и второй групп, направление силовых линий которых показано на схеме *б* фиг. 314.

Магнитное поле якоря, взаимодействуя с основным магнитным полем полюсов, создаст результирующее магнитное поле, характер сило-



Фиг. 314. Реакция якоря.

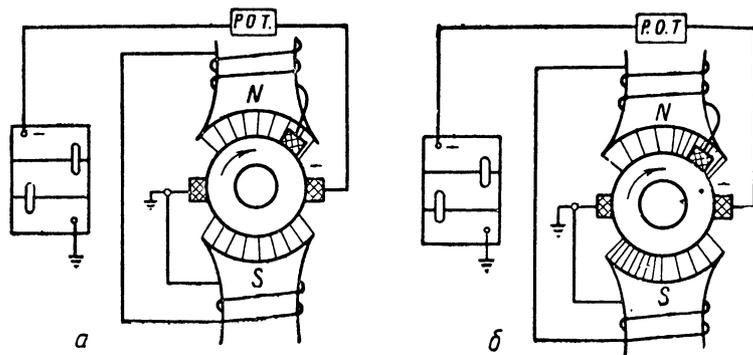
вых линий которого приведён на схеме *в* фиг. 314. Там, где проводники при вращении якоря подходят к кромке полюса, силовые линии полей якоря и полюсов противодействуют друг другу; результирующее магнитное поле в этом месте ослабится. При выходе проводников из-под полюсов имеет место обратное явление, и здесь результирующее магнитное поле усилится. Таким образом густота силовых линий магнитного потока распределится в междуполюсном пространстве неравномерно.

Рассмотрим, как распределяются силовые линии магнитного потока в воздушном зазоре между полюсами и якорем. На схеме *a* фиг. 315 показано распределение силовых линий в указанном зазоре, когда генератор работает вхолостую, например когда число его оборотов таково, что э. д. с. генератора точно равна э. д. с. батареи, остальные потребители выключены и тока во внешней цепи нет. В этом случае силовые линии располагаются по периметру якоря почти равномерно.

Если число оборотов генератора увеличится, то его э. д. с. станет больше, чем э. д. с. батареи, и по цепи якоря генератора потечёт зарядный ток, вызывая отмеченное выше искажение магнитного потока. Число силовых линий в зоне между главной и третьей щётками уменьшится (схема *б*), а следовательно, уменьшится и напряжение между ними. След-

ствием этого явится уменьшение тока возбуждения и магнитного потока полюсов, что обеспечит сохранение при возросшем числе оборотов генератора почти постоянного при его совместной работе с аккумулятором напряжения на его клеммах.

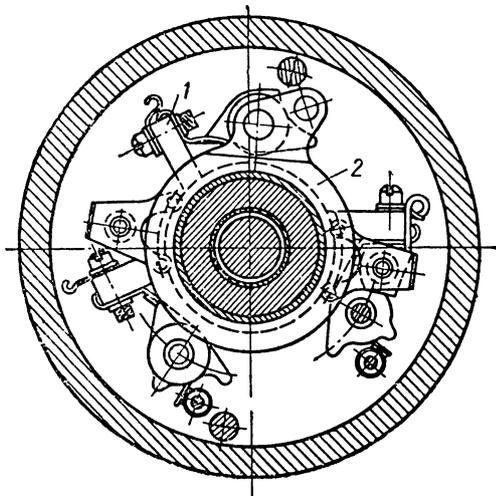
Так как регулирующий эффект в подобных устройствах связан с искажением магнитного поля, зависящим от силы зарядного тока, трёх-



Фиг. 315. Схема регулирования напряжения третьей щётки.

щёточный генератор следует рассматривать как систему с регулировкой тока путём ограничения величины последнего.

Трёхщёточные генераторы выполняются обычно таким образом, что положение третьей щётки может изменяться в известных пределах. Это сделано для возможности принудительной регулировки силы тока, отдаваемого генератором.



Фиг. 316. Крепление третьей щётки генератора ГБФ.

Если требуется, например, увеличить зарядный ток, поступающий в батарею при длительной езде ночью или при частом пользовании стартером, то, как следует из вышеизложенного, третью щётку надо передвинуть в направлении вращения якоря. Это вызовет увеличение напряжения между основной и дополнительной щётками и увеличение тока возбуждения, а следовательно, и увеличение отдаваемого им тока. Для уменьшения силы зарядного тока третья щётка передвигается в направлении, обратном вращению якоря.

На фиг. 316 показан способ крепления третьей щётки генератора ГБФ, устанавливаемого

на автомобилях ГАЗ и ЗИС. Указанная щётка 1 крепится на кольцо 2, которое может принудительно поворачиваться относительно коллектора.

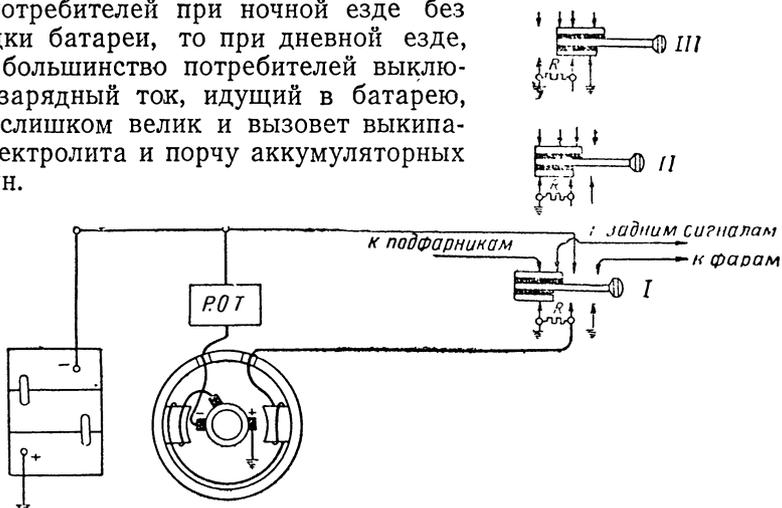
Трёхщёточные генераторы, получившие широкое распространение благодаря своей простоте и дешевизне, имеют, однако, ряд существенных недостатков, из которых главнейшими являются следующие:

1. Трёхщёточный генератор, не имеющий специального регулятора напряжения, может работать только при вполне исправной аккумулятор-

ной батарее. При ослаблении или загрязнении контактов батареи или случайном отъединении провода от батареи напряжение на клеммах генератора резко возрастает, что может вызвать повреждение потребителей, включённых в цепь генератора (например перегорание лампочек освещения), а также порчу самого генератора.

2. По мере зарядки батареи, когда напряжение на её клеммах будет возрастать, возрастут также напряжение на клеммах генератора и сила зарядного тока. Между тем для правильной зарядки батареи необходимо, чтобы по мере зарядки батареи зарядный ток несколько снижался; в противном случае батарея начнет «кипеть» и будет перезаряжаться со всеми вытекающими отсюда последствиями (коробление пластин, выпадение активной массы и т. п.).

3. При данном положении третьей щётки величина максимального тока, отдаваемого генератором, является постоянной. Если при этом установить третью щётку в такое положение, чтобы генератор обеспечивал всех потребителей при ночной езде без разрядки батареи, то при дневной езде, когда большинство потребителей выключено, зарядный ток, идущий в батарею, будет слишком велик и вызовет выкипание электролита и порчу аккумуляторных пластин.



Фиг. 317. Дополнительное сопротивление в цепи возбуждения.

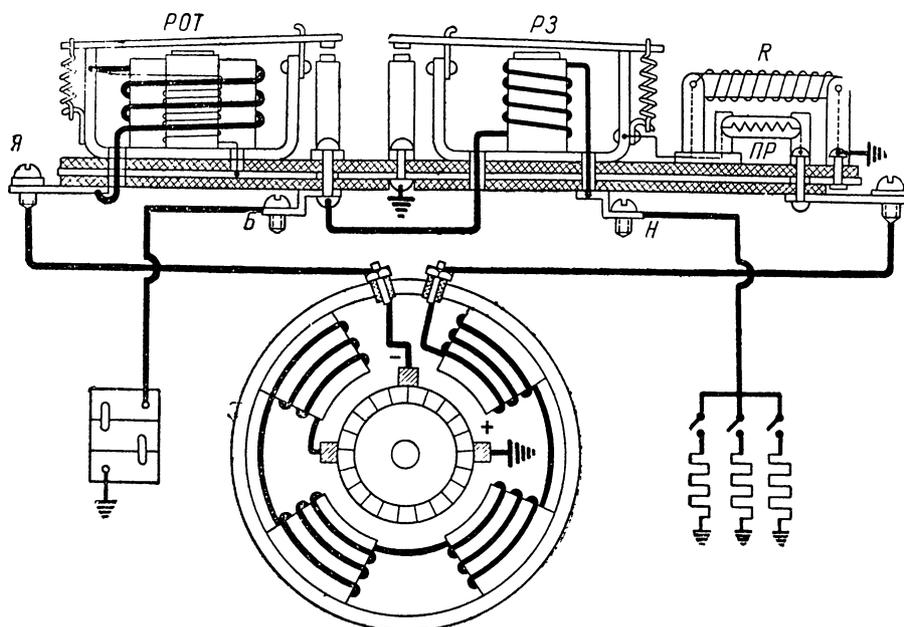
Влияние указанных недостатков трёхщёточного генератора может быть уменьшено введением тех или других дополнительных устройств.

Для того чтобы предохранить батарею от чрезмерного зарядного тока при дневном движении, обеспечив в то же время достаточный ток для питания всех потребителей ночью без разрядки батареи, в цепь возбуждения можно включить дополнительное сопротивление, снижающее силу тока, отдаваемого генератором в условиях дневной езды. При включении света указанное сопротивление закорачивается, что вызывает увеличение силы тока, отдаваемого генератором.

Схема такого устройства, применённого в автомобиле ГАЗ М-1 (генератор ГМ-71), приведена на фиг. 317. Включение или выключение дополнительного сопротивления обмотки возбуждения осуществляется здесь при помощи центрального переключателя света ползункового типа, установленного на приборном щитке. Когда кнопка переключателя вдвинута до отказа (положение I) и все световые точки выключены, обмотка возбуждения соединяется на массу не непосредственно, а через сопротивление  $R$ ; ток в обмотке возбуждения будет уменьшен, а следовательно, уменьшится и зарядный ток. При промежуточном положении (II), когда ток из цепи подводится к подфарникам и к задним сигналам, и при крайнем вытянутом положении кнопки переключателя (III), когда ток подводится к задним световым сигналам и фарам, сопротивление  $R$  закорачивается

через пластинчатый контакт, тем самым зарядный ток увеличивается. Дополнительное сопротивление в этом устройстве равно  $0,8 \text{ }\Omega$  и представляет собой нихромовую проволоку диаметром  $0,8 \text{ мм}$ , намотанную в количестве 14 витков на слюдяную пластинку. При включённом в цепь возбуждения сопротивлении максимальной сила зарядного тока генератора (в холодном состоянии) около  $13 \text{ А}$ ; при включённом сопротивлении она повышается примерно до  $19 \text{ А}$ .

В некоторых системах автомобильных генераторов для регулирования силы зарядного тока обмотку возбуждения разделяют на две части; одна из них включается, как в описанной схеме трёхщёточного генера-



Фиг. 318. Схема реле заряда.

тора, между одной из главных и третьей щётками, а вторая, как в нормальной схеме шунтового генератора, — между главными щётками. В зависимости от рабочих режимов вторая часть обмотки возбуждения может приключаться или отключаться, вызывая соответствующее увеличение или уменьшение зарядного тока, что также может быть связано с переключением света. Однако в тех случаях, когда, кроме освещения, имеются другие потребители, включаемые при выключенном освещении, но требующие значительного количества электроэнергии (например электрообогреватели), для обеспечения надёжной работы генератора и потребителей применяют специальные автоматически действующие максимальные реле или реле-ограничители заряда.

Такое реле применяется на генераторе ГЛ-41, устанавливаемом на легковых автомобилях ЗИС-101, где оно объединено в общем приборе с реле обратного тока.

Схема включения генератора ГЛ-41 в систему электрооборудования автомобиля ЗИС-101 приведена на фиг. 318. Здесь цепь генератора — батареи замыкается, как обычно, цепью обратного тока. От неподвижного контакта реле обратного тока идёт один провод к батарее (клемма Б) и другой к серийной обмотке реле заряда. Конец последней выведен к клемме Н, к которой присоединяется цепь внешних потребителей.

Таким образом весь ток, идущий к потребителям, кроме тока, идущего к аккумулятору, проходит через указанную серийную обмотку.

В цепь возбуждения включено дополнительное сопротивление  $R$ . Когда ток, идущий к потребителям, мал, контакты реле заряда разомкнуты и сопротивление, включённое в цепь возбуждения, уменьшает зарядный ток. При возрастании тока, идущего к потребителям, контакты реле заряда сомкнутся, и сопротивление  $R$  через ярмо, подвижный и неподвижный контакты будет закорочено. Зарядный ток генератора при этом возрастёт. Включение реле заряда происходит при прохождении через его серийную обмотку тока от 8 до 9 А, а выключение — при снижении тока до 6—7 А. Максимальный ток генератора (в холодном состоянии) при закороченном добавочном сопротивлении — 25 А, при включённом — 19 А. Величина добавочного сопротивления около 1  $\Omega$ .

В цепь возбуждения включён плавкий предохранитель  $ПР$ , рассчитанный на силу тока 4—6 А; в случае отсоединения провода от батареи или нарушения контакта у батарей, при резком повышении тока в обмотке возбуждения, указанный предохранитель перегорает, предохраняя тем самым от пережога потребителей и обмотку возбуждения генератора.

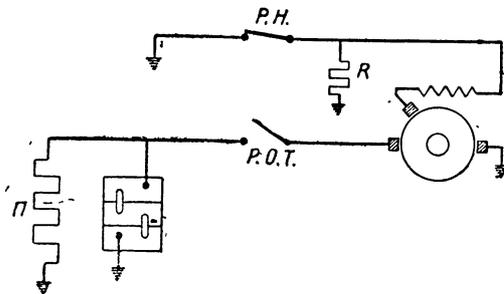
В данном реле предохранитель представляет собой свинцовый волосок диаметром 0,4 мм, помещённый в стеклянный патрон. Если запасного предохранителя нет, то он может быть заменён открытым свинцовым волоском того же сечения или медным волоском диаметром 0,13 мм. Ни в коем случае нельзя употреблять волоски большего сечения, чем указано выше.

В некоторых системах электрооборудования для ограничения зарядного тока используются простейшие регуляторы напряжения. Регулятор напряжения регулируется так, чтобы при ночной езде, когда вследствие подключения большого количества потребителей ток, идущий на зарядку батареи, мал и напряжение на клеммах генератора не превосходит заданной величины, — он не работал (контакты замкнуты).

При дневной езде зарядный ток увеличивается, а вместе с ним растёт напряжение на клеммах генератора; однако оно ограничено величиной, на которую отрегулирован регулятор напряжения. Таким образом будет ограничена и величина зарядного тока.

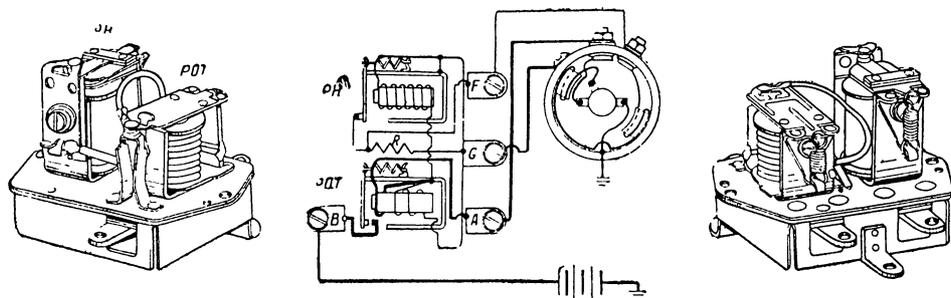
На фиг. 319, в приведена упрощённая схема генератора Ауто-Лайт, имеющего регулятор напряжения, служащий для ограничения силы зарядного тока и объединённый в общем устройстве с реле обратного тока, показывающая способ включения дополнительного сопротивления  $R$  в цепь возбуждения, а на фиг. 320 — его монтажная схема.

К клемме А, соединённой с якорем генератора, подсоединён конец серийной обмотки реле обратного тока. От другого конца этой обмотки ток ответвляется в шунтовые обмотки р. о. т. и р. н., концы которых выведены на массу (клемма G). Обмотка возбуждения выведена к клемме F и при замкнутых контактах р. н. через его неподвижный и подвижный контакты и ярмо замыкается на массу (клемма G); сопротивление  $R$  при этом закорочено. При увеличении зарядного тока напряжение на клеммах генератора возрастёт, магнитное поле шунтовой об-



Фиг. 319. Упрощённая принципиальная схема трёхфазного генератора с регулятором напряжения.

мотки р. н. увеличится, и контакты последнего разомкнутся. В цепь возбуждения окажется последовательно включённым сопротивление  $R$ ,



Фиг. 320. Монтажная схема и внешние виды трёхщёточного генератора Ауто-Лайт с регулятором напряжения.

вследствие чего напряжение на клеммах генератора и зарядный ток будут ограничены заранее заданным пределом.

Регулирующие устройства подобного типа применены в ряде американских легковых автомобилей (Хадсон, Нэш, Паккард-6 и др.).

#### § 6. УХОД ЗА ГЕНЕРАТОРОМ

Сам по себе генератор требует очень малого ухода. Его нужно периодически протирать снаружи, чтобы удалить пыль, грязь, масло. При этом проверяется плотность присоединения всех проводов к клеммам генератора. Примерно через каждые 15 000 км пробега генератор следует разобрать для очистки от попавшей внутрь грязи, угольной пыли, получающейся вследствие износа щёток, и масла, проникающего из подшипников. Масло, попавшее на обмотки, вызывает повреждение изоляции, поэтому его нужно весьма тщательно удалять кистью или мягкой щёткой, смоченной в бензине.

Коллектор при очистке следует протереть чистой тряпкой, смоченной в бензине. В результате искрения между щётками и коллектором на поверхности последнего образуются неровности, для удаления которых коллектор надо шлифовать стеклянной шкуркой (наждачная бумага для этой цели не должна применяться). При сильном обгорании или износе коллектор следует проточить на станке. Необходимо следить за тем, чтобы изоляция между отдельными пластинами (ламелями) коллектора не выступала за его поверхность. Если это имеет место, изоляцию надо удалить при помощи ножовочного полотна или фрезы на глубину около 1 мм.

Щётки в щёткодержателях должны перемещаться свободно, но без люфта, и плотно прижиматься к коллектору. Сила нажатия щёток на коллектор в генераторах разных типов различна, но в среднем колеблется от 500 до 750 г.

Смазке в генераторе подлежат только подшипники вала якоря, где должна применяться густая смазка с высокой температурой плавления («осогалин», «консталин»). Смазка набивается в подшипники при сборке генератора и пополняется при очередной его разборке. Если в корпусе генератора имеются маслénки, то в них следует вводить по несколько капель чистого машинного масла через каждые 1500—2000 км пробега автомобиля.

Уход за реле-регулятором состоит в его наружной чистке и проверке плотности присоединения проводов к клеммам. Кроме того, периодически примерно через 15 000 км пробега, следует проверять состояние контак-

тов; если обнаружены признаки обгорания, то необходимо зачистить их тонким надфилем. Регулировка реле-регулятора требует специального оборудования и соответствующей квалификации исполнителей.

Способы и аппаратура для регулировки реле-регуляторов различны в зависимости от их типов и описаны в фирменных инструкциях и специальных пособиях по электрооборудованию. Здесь же приводятся лишь основные положения регулировки этих приборов. С этой целью более подробно рассмотрена регулировка реле обратного тока, поскольку устанавливаемые общие принципы могут быть перенесены и на остальные приборы реле-регулятора; кроме того, реле обратного тока является обязательным элементом любой системы электрооборудования, в то время как остальные регулирующие устройства могут в ней отсутствовать (например при наличии трёхщёточного генератора).

Регулировка реле обратного тока. Отклонения от нормальной работы реле обратного тока, которые можно выправить соответствующей регулировкой, заключаются в несвоевременном замыкании или размыкании его контактов.

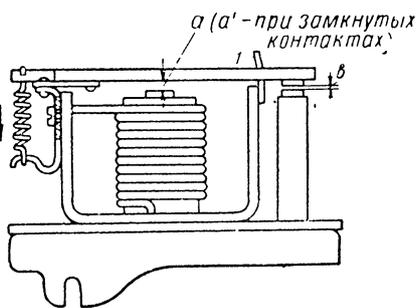
Если замыкание контактов происходит при слишком большом числе оборотов генератора, последний на значительном диапазоне режимов будет отключён от батареи. Подразрядка батареи в этих условиях производиться не будет, и в случае трёхщёточного генератора, не имеющего регулятора напряжения, обмотки полюсов генератора под действием возросшего тока могут сгореть. Внешним проявлением позднего замыкания контактов реле обратного тока служит то, что при увеличении числа оборотов двигателя стрелка амперметра сначала не показывает зарядки; в момент замыкания контактов стрелка амперметра резко отклоняется.

Если контакты замыкаются при слишком малых оборотах генератора, то как только они замкнутся, обратный ток, идущий из батареи через серийную обмотку, вызывает их размыкание; немедленно после этого магнитное поле шунтовой обмотки снова вызывает замыкание контактов. Так как процесс этот все время повторяется, то подвижной контакт вибрирует. При этом происходит сильное искрение контактов, обгорание и значительный нагрев их, в результате чего может получиться сваривание контактов. Батарея окажется постоянно соединённой с генератором и, когда э. д. с. генератора меньше э. д. с. батареи, ток из последней пойдет в обмотки генератора.

Величина напряжения, при котором происходит замыкание контактов, зависит от величины воздушного зазора  $a$  между якорьком и сердечником реле при разомкнутых контактах и силы  $P$  натяжения пружины якорька реле (фиг. 321). Чем больше воздушный зазор и натяжение пружины, тем больше это напряжение.

Момент размыкания контактов реле обратного тока обуславливается силой тока, идущего из батареи через серийную обмотку сердечника. Если размыкание происходит при слишком малой силе тока, то при нормальном моменте замыкания контактов генератор на большом диапазоне режимов будет отключён от батареи, таким образом в этом случае будут иметь место те же явления, что и при запаздывании замыкания контактов.

Обратно, если контакты замыкаются при слишком большой силе обратного тока, может произойти разрядка батареи на обмотки генератора.



Фиг. 321. Регулировочная схема реле обратного тока.

Сила обратного тока, при которой происходит замыкание контактов, зависит от воздушного зазора  $a'$  между якорьком и сердечником реле при замкнутых контактах, а также от силы натяжения пружины якорька и будет тем больше, чем меньше воздушный зазор  $a$  при разомкнутых контактах и чем слабее натяжение пружинки якорька, и наоборот.

В табл. 18 показано, какими отклонениями от нормальных величин зазора  $a$  и  $a'$  и натяжения пружинки  $P$  обусловлены отклонения от нормальных величин силы тока замыкания и напряжения замыкания контактов реле обратного тока.

Таблица 18

Ток замыкания	велик.	$P <$ норм.	$\left. \begin{matrix} a = \\ a' < \end{matrix} \right\}$ норм.	$\left. \begin{matrix} a > \\ a' < \end{matrix} \right\}$ норм.
	норм.	$\left. \begin{matrix} a > \\ a' = \end{matrix} \right\}$ норм.	$\left. \begin{matrix} a = \\ a' = \\ P = \end{matrix} \right\}$ норм.	$\left. \begin{matrix} a > \\ a' = \end{matrix} \right\}$ норм.
	мал.	$\left. \begin{matrix} a < \\ a' > \end{matrix} \right\}$ норм.	$\left. \begin{matrix} a = \\ a' > \end{matrix} \right\}$ норм.	$P >$ норм.
Напряжение замыкания				
		мало	нормально	велико

Примечание. Вместо величины зазора  $a$  может приводиться величина зазора  $b$ .

В соответствии с изложенным, в зависимости от того в каком направлении протекает отклонение работы реле обратного тока от нормальной, регулировка его заключается в следующем:

1. Проверка и установка правильного зазора  $a$  между якорьком и сердечником при разомкнутых контактах. Это достигается подгибанием упора  $1$  (фиг. 321), проходящего через прорез в якорьке. Среднее значение зазора  $a$  колеблется в пределах 0,5—1,5 мм.

2. Проверка и установка правильного зазора  $a'$  между якорьком и сердечником при замкнутых контактах. Так как приближение якорька к сердечнику ограничивается неподвижным контактом, то для изменения величины указанного зазора стойка неподвижного контакта подгибается либо, если это предусмотрено конструкцией, вся стойка перемещается около крепящих её винтов вверх и вниз. После этого необходимо проверить параллельность плоскостей контактов при их замыкании и, если она нарушена, восстановить её перемещением кронштейна якорька вверх или вниз около крепящих его винтов, почему отверстия под винты в указанном кронштейне и выполнены удлиненными. В ряде фирменных конструкций указывается величина зазора  $b$  между контактами в разомкнутом состоянии. Следует отметить, что сама по себе эта величина не влияет на работу реле, но при заданной величине зазора  $a$  определяет величину зазора  $a'$ .

Среднее значение зазора  $b$  колеблется в пределах 0,4—1 мм.

3. Изменение натяжения пружины якорька достигается либо подгибанием лапки, удерживающей её нижний конец (фиг. 321), либо вращением гайки натяжного винта (фиг. 312). Следует помнить, что увеличение силы натяжения этой пружины увеличивает напряжение замыкания и в то же время уменьшает силу тока замыкания. Поэтому, если, например, увеличением натяжения пружины стремятся увеличить

напряжение замыкания контактов, то это можно делать тогда, когда одновременно необходимо или допустимо снизить ток размыкания.

Регулировка регулятора напряжения и ограничителя тока производится для установления тех пределов напряжения генератора и соответственно силы тока, которые рекомендованы для генератора данного типа.

Напряжение генератора и сила тока, ограничиваемые регулятором напряжения и ограничителем тока, зависят от величины натяжения пружины и воздушного зазора между якорьком и сердечником (в момент начала разрыва контактов) обоих указанных приборов. Чем больше эти величины, тем выше значения напряжения и силы тока, ограничиваемые соответствующими регуляторами. Величина воздушного зазора колеблется в пределах от 1 до 1,5 мм.

Величина зазора между контактами при их размыкании сама по себе на работу регулятора не влияет, так как при той скорости, с которой вибрирует подвижной контакт, он до своих крайних положений доходить не успевает, колеблясь около некоторого среднего положения («плавающий» контакт). Однако величина этого зазора косвенно связана с величиной воздушного зазора между якорьком и сердечником регулятора и поэтому в регуляторах некоторых типов зазор между контактами регулируется для обеспечения требуемого воздушного зазора между якорьком и сердечником. В среднем величина зазора между контактами у регулятора напряжения и у ограничителя тока колеблется в пределах 0,25—0,50 мм.

Для проверки и регулировки реле-регулятора следует пользоваться только точными приборами, в частности амперметром и вольтметром. Использование с этой целью, например, амперметра, установленного на инструментальном щитке водителя, недопустимо, так как показания его сугубо приближены.

## Глава IV

### ЗАЖИГАНИЕ В АВТОМОБИЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ

#### § 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Воспламенение рабочей смеси в цилиндрах автомобильного двигателя внутреннего сгорания, работающего по циклу Отто, производится электрической искрой, возникающей в нужный момент между электродами свечи, ввёрнутой в головку цилиндра. Совокупность всех приборов и устройств, обеспечивающих появление в нужный момент искры, в соответствии с порядком работы двигателя носит название системы зажигания; эта система является частью общей системы электрооборудования автомобиля.

Искра, воспламеняющая смесь, появляется между электродами свечи в результате подведения к ним напряжения. Процесс образования искры состоит в ионизации объёма газа, заключённого между электродами свечи, и в появлении в связи с этим сплошного потока отрицательных электронов, движущихся к положительному электроду, и положительных ионов, движущихся к отрицательному электроду, завершающемся проскакиванием искры. Благодаря искре сопротивление между электродами значительно уменьшается, в результате чего искра переходит в дугу. Это явление носит название искрового разряда или пробоя. Резкое повышение температуры газа на пути движения электронов и ионов вызывает свечение газа (искру).

Величина напряжения, обеспечивающего пробой газа искрой, пробивного напряжения — зависит от многих факторов и в первую очередь от расстояния между электродами, от давления и температуры газа.

Чем больше расстояние между электродами и чем больше давление газа, тем выше должно быть напряжение, подводимое к электродам свечи. При повышении температуры газа величина указанного напряжения снижается. Опыты показали, что при принятом на практике зазоре между электродами свечи (0,5—1 мм) и давлении в цилиндрах в конце сжатия 6—8 кг/см<sup>2</sup> пробивное напряжение при пуске (холодный двигатель) должно достигать 7000—8000 V. Однако для повышения надёжности работы пробивное напряжение в приборах системы зажигания повышают до 10 000—15 000 V, а в некоторых случаях и более.

Ток высокого напряжения получается путём превращения (трансформации) тока низкого напряжения, поступающего из аккумуляторной батареи, в специальной индукционной катушке. Такая система, наиболее распространённая в настоящее время, носит название батарейного зажигания. Меньшее распространение имеет система зажигания от магнето. Магнето представляет собой магнитно-электрическую машину, одновременно вырабатывающую ток низкого напряжения и трансформирующую его в ток высокого напряжения.

Помимо источника тока низкого напряжения и прибора для трансформации его в ток высокого напряжения система зажигания должна включать в себя прибор для подведения тока высокого напряжения к свечам отдельных цилиндров двигателя — распределитель, а также ряд других приборов и устройств, обеспечивающих надёжное и бесперебойное действие системы зажигания в соответствии с условиями и режимом работы автомобильного двигателя.

## § 2. ПОЛУЧЕНИЕ ТОКА ВЫСОКОГО НАПЯЖЕНИЯ

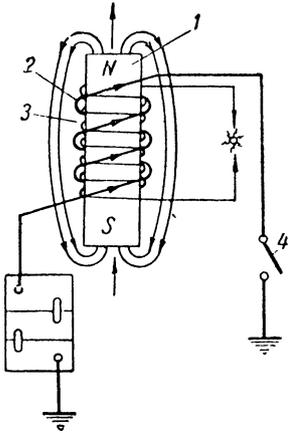
Выше, в § 1 гл. III, было рассмотрено явление индуктирования тока в замкнутом проводнике при пересечении им силовых линий магнитного поля. Аналогичное явление происходит и в том случае, если проводник неподвижен, а перемещается магнитное поле. Если, наконец, неподвижный проводник поместить в меняющемся магнитном поле, то в проводнике также будет индуктироваться ток; в этом случае при нарастании и уменьшении магнитного потока и обусловленном этим увеличении и уменьшении числа силовых линий последние будут пересекать неподвижный проводник, индуктируя в нём ток.

Схема действующего по этому принципу трансформатора или индукционной катушки приведена на фиг. 322. На сердечник 1 намотана первичная обмотка 2, состоящая из относительно небольшого числа (200—250) витков толстой проволоки. Через первичную обмотку пропускается ток низкого напряжения от аккумуляторной батареи. На тот же сердечник наложена вторичная обмотка 3, состоящая из большого числа (15 000—20 000) витков тонкой проволоки. При прохождении тока по первичной обмотке сердечник намагничивается и вокруг него возникает магнитное поле, силовые линии которого на фиг. 322 условно обозначены стрелками. Пока магнитное поле постоянно, ток во вторичной цепи не индуктируется.

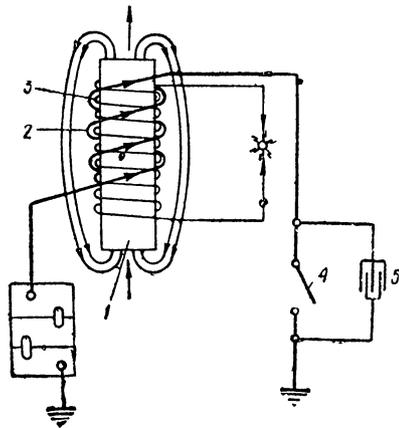
Если при помощи выключателя-прерывателя 4 разомкнуть цепь первичной обмотки, силовые линии исчезающего магнитного поля будут как бы сжиматься, пересекая при этом витки вторичной обмотки, вследствие чего в них будет индуктироваться ток высокого напряжения. Такое же явление произойдет и при замыкании цепи первичной обмотки. Величина э. д. с. индуктированного во вторичной обмотке тока зависит от отношения числа витков вторичной и первичной обмоток и скорости изменения магнитного потока. Последняя в свою очередь зависит от того, насколько быстро изменяется ток в первичной обмотке. Возрастанию скорости изме-

нения тока в первичной обмотке, а следовательно и поля, созданного ею, препятствует явление «самоиндукции», заключающееся в том, что при изменении магнитного поля его силовые линии пересекут также и витки первичной обмотки, вызывая в них появление тока самоиндукции (экстратока).

По известному из курса физики закону Ленца э. д. с. самоиндукции при замыкании цепи или при увеличении основного тока в проводнике направлена против основного тока; при размыкании или уменьшении основного тока э. д. с. самоиндукции направлена в ту же сторону, что и основной ток. Это явление иногда условно называют инерцией тока. В силу указанного в момент замыкания первичной цепи ток самоиндукции, направленный противоположно основному току, замедляет скорость его



Фиг. 322. Схема индукционной катушки.



[Фиг. 323. Схема включения конденсатора.]

нарастания; в момент размыкания первичной цепи э. д. с. самоиндукции направлена в ту же сторону, что и основной ток, замедляя скорость исчезновения тока в первичной цепи.

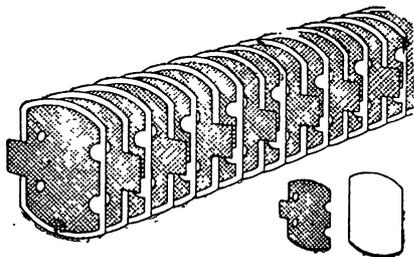
Ток самоиндукции, э. д. с. которого в момент размыкания контактов достигает 200—300 V, вызывает появление между ними дуги, которая приводит не только к обгоранию контактов, но и, замыкая собой контакты, будет пропускать через себя первичный ток, уменьшая скорость исчезновения последнего.

Экстратоки в конечном счете снижают скорости изменения магнитного потока, в результате чего э. д. с., индуцируемая во вторичной обмотке, может оказаться недостаточной для образования искрового разряда между электродами свечи. Борьба с экстратоками, возникающими при замыкании цепи, с целью ускорения нарастания первичного тока, не представляется возможной. Ускорить исчезновение тока в первичной цепи при её размыкании возможно, воспрепятствовав появлению искры между контактами прерывателя, т. е. уничтожая при этом «мостик» для прохождения тока самоиндукции. С этой целью параллельно контактам прерывателя включается конденсатор 5 (фиг. 323).

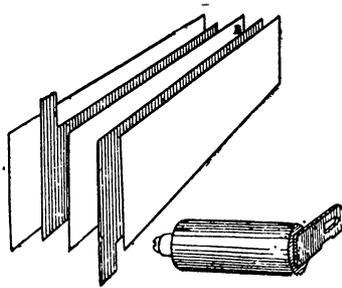
Конденсатор состоит из двух или нескольких металлических пластин, разделённых изолирующей прокладкой — диэлектриком. Чем больше поверхность пластин конденсатора при данном диэлектрике, тем больше его ёмкость, т. е. способность воспринимать электрический заряд. Обычно конденсатор выполняется либо в виде ряда станиолевых листков, разделённых слюдой или бумагой, пропитанной специальным изолирующим

составом (фиг. 324), причём чётные и нечётные листки соединены, образуя обкладки. Чаще конденсатор выполняется из двух длинных станиолевых лент (обкладок), между которыми помещена лента пропитанной бумаги, скатанных в виде трубки, помещаемой в общий металлический кожух (фиг. 325), к которому присоединена одна обкладка; другая — выведена на изолированный контакт.

При размыкании первичной цепи конденсатор заряжается, поглощая экстраток; в результате искрение между контактами прерывателя умень-



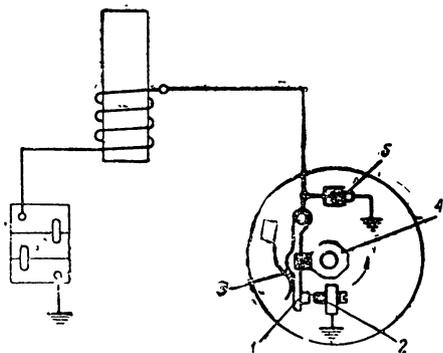
Фиг. 324. Пластиновый конденсатор.



Фиг. 325. Трубочный конденсатор.

шается, и скорость убывания основного тока резко увеличивается. После того как конденсатор зарядится, раньше, чем контакты успеют вновь замкнуться, происходит его разрядка, причём разрядный ток будет идти через первичную цепь, меняясь по величине и направлению в виде затухающего разряда. При разряде конденсатора электрическая энергия, запасённая им в момент размыкания контактов, превращается в тепло, нагревающее первичную обмотку.

Таким образом конденсатор, увеличивая скорость исчезновения основного тока, способствует повышению скорости магнитного поля первичной обмотки, а следовательно, и наведению во вторичной обмотке тока достаточно высокого напряжения для надёжного пробоя воздушного зазора между электродами свечи. Одновременно с этим конденсатор уменьшает искрение между контактами, предохраняя их от обгорания.



Фиг. 326. Схема прерывателя.

Ёмкость конденсаторов, применяемых в системе зажигания, составляет примерно  $0,2 \mu\text{F}$ .

Искра между электродами свечи появляется в момент размыкания контактов прерывателя; этот момент должен соответствовать определённому положению поршня в цилиндре,

наивыгоднейшему в отношении условий сгорания топлива. Число размыканий контактов прерывателя за полный цикл работы двигателя (два оборота коленчатого вала) должно быть равно числу цилиндров.

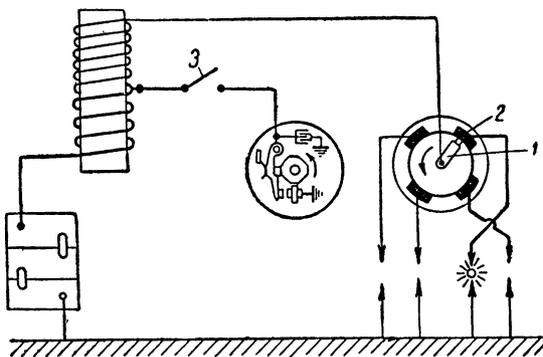
На фиг. 326 приведена схема устройства прерывателя системы зажигания четырёхцилиндрового двигателя. Прерыватель состоит из подвижного контакта (молоточка) 1 и неподвижного контакта 2. Пружина 3 стремится постоянно держать контакты замкнутыми. При вращении кулачка 4 его выступы нажимают на изоляционную подушечку молоточка

и размыкают контакты. Контакт 2 соединён с массой, контакт 1 изолирован от массы и соединён с первичной обмоткой индукционной катушки. Неподвижный контакт смонтирован на резьбе так, что, поворачивая его, можно регулировать зазор между контактами прерывателя. Параллельно контактам включён конденсатор 5. Кулачок прерывателя вращается со скоростью распределительного вала двигателя, т. е. за два оборота коленчатого вала делает один оборот. Число размыканий цепи за один оборот кулачка равно числу его выступов. Если двигатель четырёхцилиндровый и, следовательно, за два оборота коленчатого вала необходимо получить искры в четырёх свечах, число выступов кулачка должно быть равно четырём. Для шестицилиндрового двигателя кулачок должен иметь шесть выступов и т. д. Таким образом число выступов кулачка прерывателя должно быть равно числу цилиндров двигателя. Если прерыватель снабжён двумя парами контактов, то число выступов кулачка уменьшается вдвое.

Ток высокого напряжения от вторичной обмотки должен подводиться к свечам цилиндров в соответствии с порядком работы двигателя. Это осуществляется при помощи распределителя (фиг. 327), состоящего из ротора 1 и контактов 2, укрепленных в корпусе из изоляционного материала. Контакты 2 соединяются проводами со свечами отдельных цилиндров в последовательности, обеспечивающей принятый для данного двигателя порядок работы. Ток высокого напряжения подводится от индукционной катушки к ротору распределителя, который, вращаясь, последовательно подводит ток к контактам распределителя, а следовательно, к свечам соответствующих цилиндров. За один оборот ротор должен подвести ток высокого напряжения к свечам всех цилиндров двигателя, т. е. вращаться вдвое медленнее коленчатого вала. При этом он должен подходить к каждому неподвижному контакту корпуса распределителя в тот момент, когда э. д. с. во вторичной обмотке достигнет наибольшей величины, т. е. в момент размыкания контактов прерывателя. Поэтому относительное положение кулачка прерывателя и ротора распределителя должно быть строго согласовано, что обеспечивается их соответствующей установкой на общем валике.

С целью сокращения числа выводов из катушки отдельного вывода конца вторичной обмотки на массу обычно не делают; взамен этого конец вторичной обмотки соединяется с первичной, так что замыкание вторичной цепи на массу происходит через первичную обмотку и батарею. Так как сила тока вторичной цепи, исчисляемая тысячными долями ампера, ничтожна, никакого влияния на аккумуляторную батарею этот ток не оказывает.

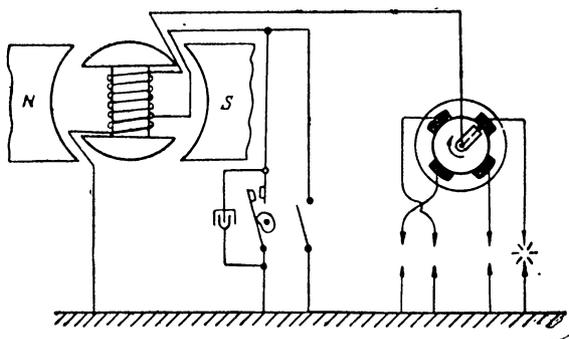
Остановка работающего автомобильного двигателя производится выключением зажигания при помощи выключателя 3, устанавливаемого в цепи первичной обмотки, между батареей и индукционной катушкой или между катушкой и прерывателем, как это представлено на схеме фиг. 327. Кроме того, выключатель зажигания предотвращает разрядку батареи на обмотку катушки при неработающем двигателе с оставшимися замкнутыми контактами прерывателя. Во многих случаях выключатель зажига-



Фиг. 327. Схема распределителя.

ния снабжается замком, так что без специального индивидуального ключа двигатель не может быть заведён.

Система зажигания от магнето принципиально отличается от описанной выше системы батарейного зажигания тем, что получение тока низкого напряжения, трансформация его в ток высокого напряжения и распределение последнего по свечам объединены в одном приборе—магнето. Принцип получения тока низкого напряжения в основном такой же, как в генераторе переменного тока, с той особенностью, что магнитное поле в магнето создаётся не электромагнитами, а постоянными магнитами, между полюсами которых вращается якорь магнето с двумя обмотками — первичной и вторичной. В первичной обмотке якоря магнето при его вращении индуцируется ток низкого напряжения, изменяющийся в зависимости от положения якоря относительно магнитного поля свое на-



Фиг. 328. Принципиальная схема зажигания от магнето с вращающимся якорем.

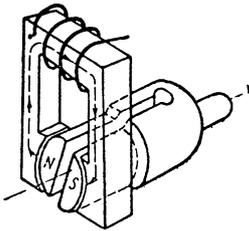
правление дважды за один оборот. Во вторичной обмотке, в зависимости от изменений магнитного поля первичной обмотки, индуцируется ток высокого напряжения аналогично тому, как это имеет место в описанной выше индукционной катушке, с той разницей, что ток, индуцированный в первичной, а следовательно, и во вторичной обмотках якоря, за один его оборот меняется не только по величине,

как в индукционной катушке, но и по направлению, являясь таким образом током переменным. Для разрыва первичной цепи и одновременного обеспечения резкого исчезновения магнитного поля здесь также применяется прерыватель с конденсатором, включённым параллельно его контактам; а для подвода тока к свечам — распределитель. Принципиальная схема системы зажигания от магнето с обмотками на вращающемся якоря приведена на фиг. 328. Магнето, выполненное по подобной схеме, имеет ряд недостатков; основной из них состоит в том, что при вращающихся обмотках требуется применение скользящих контактов, что усложняет конструкцию магнето и уход за ним, а также снижает надёжность действия. Кроме того, при вращающемся якоря можно за один его оборот получить только две искры, так как ток в обмотках якоря достигает максимума дважды за один оборот.

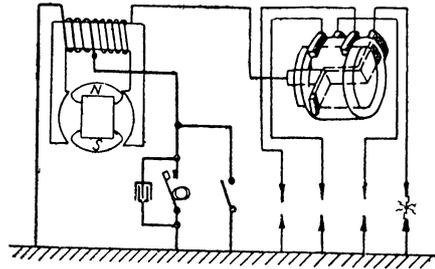
Поэтому магнето с вращающимся якорем вытесняются в последнее время магнето с вращающимся магнитом и неподвижными обмотками. В магнето такого типа первичная и вторичная обмотки намотаны на перемычке неподвижного П-образного сердечника, между башмаками которого вращается постоянный магнит (фиг. 329). Принципиальная схема такого магнето показана на фиг. 330. Магнитный поток вращающегося магнита, замыкаясь через сердечник, изменяется по величине и направлению два раза за каждый оборот магнита.

На фиг. 331 сверху показано прохождение магнитного потока через сердечник при различных последовательных положениях вращающегося магнита (ротора). При горизонтальном положении ротора (положение *a*) силовые линии проходят через сердечник в направлении, условно отмеченном стрелками. Когда ротор повернётся на  $90^\circ$  и займёт вертикальное положение (положение *б*), силовые линии замыкаются непосредственно

через башмаки, не проходя через сердечник. При дальнейшем вращении ротора (положение  $\beta$ ) магнитный поток опять будет проходить через сердечник, но уже в обратном направлении. Наконец, при повороте ротора ещё на  $90^\circ$  (положение  $\gamma$ ) магнитный поток снова замкнется через башмаки. Величина магнитного потока, проходящего через сердечник, изменяется от максимума до нуля, затем снова возрастает до максимума



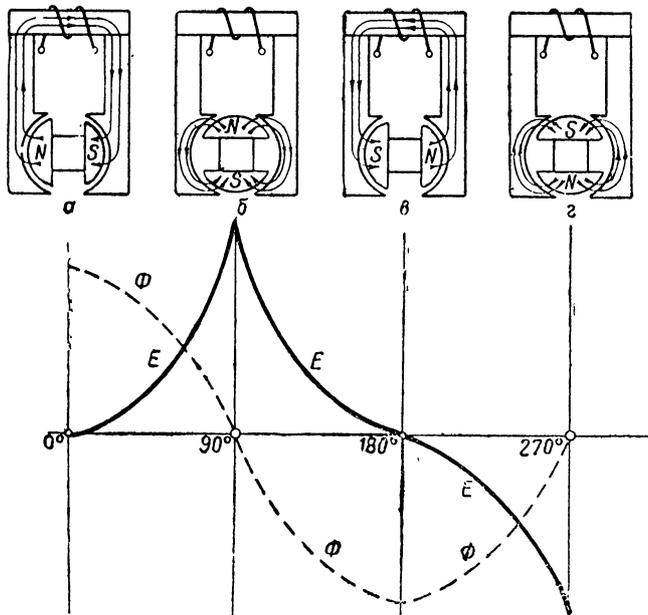
Фиг. 329. Схема магнето с вращающимся магнитом.



Фиг. 330. Принципиальная схема зажигания от магнето с вращающимся магнитом.

(при обратном направлении магнитного потока) и снова падает до нуля. Примерная зависимость величины магнитного потока  $\Phi$  от угла поворота ротора приведена на фиг. 331 внизу.

Величина э. д. с., индуцированной в первичной обмотке, зависит от скорости изменения магнитного потока, которая будет наибольшей в те моменты, когда магнитный поток меняет свое направление. На том же



Фиг. 331. Схема рабочего процесса магнето.

графике фиг. 331 (кривая  $E$ ) показан примерный характер изменения э. д. с.  $E$ , индуцируемой в первичной обмотке, в зависимости от угла поворота ротора. В положениях ротора  $\beta$  и  $\gamma$  ( $90$  и  $270^\circ$ ) э. д. с. достигает максимального значения. В соответствии с этим и магнитное поле первичной обмотки в этих точках имеет максимальную величину. Следовательно, если при данных положениях ротора разомкнуть первичную

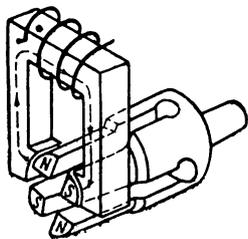
цепь, то во вторичной обмотке будет индуцироваться ток высокого напряжения (10 000—20 000 V), достаточного для пробоя искрового промежутка свечи. В действительности, однако, ряд обстоятельств (остаточный магнетизм сердечника, взаимодействие поля первичной обмотки с магнитным полем ротора) замедляют исчезновение магнитного потока в сердечнике и несколько меняют приведённый выше характер кривых  $\Phi$  и  $E$ . В силу этого максимальное значение силы тока в первичной обмотке имеет место не при вертикальном положении ротора, а тогда, когда он повернётся ещё на некоторый угол, равный в среднем для современных магнето около  $10^\circ$ . При этих положениях ротора и должно производиться размыкание контактов прерывателя.

В приведённых схемах за один оборот ротора э. д. с. первичной цепи достигает своего максимума два раза; в соответствии с этим прерыватель два раза должен произвести разрыв цепи; следовательно, за один оборот ротора магнето обеспечит две искры. Такое магнето называется двухискровым.

Увеличивая (кратно двум) число полюсов ротора и одновременно на столько же число граней кулачка прерывателя, можно получить четырёх-, шести- и восьмиискровые магнето.

Соотношение между числом оборотов двигателя и числом оборотов ротора магнето (передаточное число от двигателя к магнето) зависит от числа цилиндров двигателя  $i$  и от числа искр  $k$  за один оборот ротора магнето. При четырёхтактном двигателе число искр, необходимых за один оборот вала двигателя, должно быть  $\frac{i}{2}$ . Таким образом ротор магнето должен вращаться в  $\frac{i}{2k}$  раз быстрее вала двигателя, т. е. передаточное число от двигателя к магнето должно быть равно  $\frac{2k}{i}$ .

При двухискровом магнето ( $k = 2$ ) это даёт:



Фиг. - 332. Магнето с четырёхполюсным магнитом.

Число цилиндров $i$ . . .	1	6	8	12
Передаточное число от двигателя к магнето .	4	$1:1\frac{1}{2}$	$1:2$	$1:3$

У современных автомобильных двигателей число оборотов доходит до 3000—4000 в минуту, поэтому уже при передаточном числе  $1:1\frac{1}{2}$  число оборотов магнето достигнет 4500—6000 в минуту, что является пределом по условиям надёжности действия магнето. В связи с этим двухискровое магнето можно применять при числе цилиндров двигателя не более шести. При большем числе цилиндров магнето выполняется четырёхискровым путём увеличения числа полюсов вращающегося магнита до четырёх<sup>1</sup> (фиг. 332). Очевидно, что число выступов кулачка такого магнето должно равняться четырём.

Поэтому магнето с неподвижными обмотками удобно применять для многоцилиндровых двигателей.

### § 3. ОПЕРЕЖЕНИЕ ЗАЖИГАНИЯ

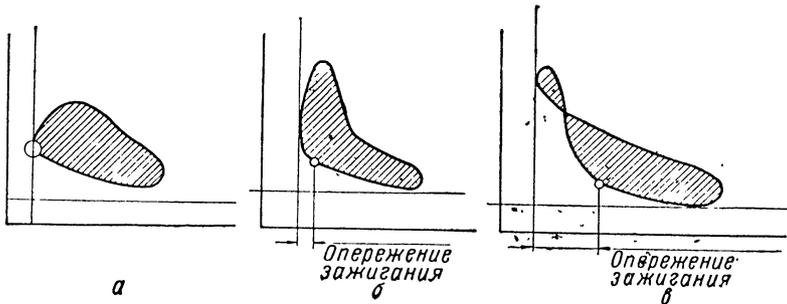
Весьма большое влияние на работу двигателя оказывает момент зажигания, т. е. момент, в который сжатая в цилиндрах рабочая смесь поджигается искрой, проскакивающей между электродами свечи.

При первом ознакомлении с рабочим процессом автомобильного четырёхтактного двигателя внутреннего сгорания указывалось, что сжа-

<sup>1</sup> При весьма большом числе цилиндров (например в авиационных двигателях) иногда применяется шестиискровое магнето.

тая в цилиндре рабочая смесь поджигается в момент, когда поршень достигает в. м. т., после чего начинается расширение рабочих газов (рабочий ход). В действительности сгорание рабочей смеси происходит не мгновенно; от момента появления искры до момента, когда вся смесь загорится и давление газа достигнет максимальной величины, проходит некоторое время. Хотя этот отрезок времени весьма мал и исчисляется тысячными долями секунды, но так как скорость вращения двигателя при большом числе оборотов весьма велика, то даже за это малое время коленчатый вал успевает повернуться на некоторый угол, а поршень пройти некоторый путь от того положения, при котором началось воспламенение смеси.

Если поджечь смесь в в. м. т., то горение происходит при увеличивающемся объёме и закончится, когда поршень пройдёт уже некоторый путь, в силу чего максимальная величина давления газов будет меньше, чем в том случае, если бы сгорание закончилось при положении поршня в в. м. т. Кроме того, так как сгорание смеси частично происходит при ходе расширения, то возможно догорание смеси в выхлопном трубопроводе,



Фиг. 333. Индикаторные диаграммы двигателя при различных моментах зажигания.

вызывающее общий перегрев двигателя и значительные потери тепла с отходящими газами. При этом полезная работа газов, а следовательно, и мощность двигателя уменьшатся.

Поэтому поджигание смеси производится несколько раньше, чем поршень достигнет в. м. т. (опережение зажигания). При правильном выборе момента зажигания давление газов достигает максимальной величины, когда поршень находится примерно в в. м. т.; при этом использование тепла в двигателе будет наилучшим.

Если поджигание смеси произвести слишком рано, то давление газов достигнет значительной величины до того, как поршень подойдет к в. м. т.; следовательно, давление газов будет противодействовать движению поршня и мощность двигателя уменьшится. При чрезмерно раннем зажигании возможны случаи, когда коленчатый вал двигателя стремится повернуться в направлении, противоположном нормальному; это иногда наблюдается при заводке двигателя.

Индикаторные диаграммы двигателя, приведённые на фиг. 333, соответствуют указанным трём случаям различного момента поджигания смеси. Диаграмма *а* соответствует случаю позднего зажигания — в в. м. т. Как видно из диаграммы, нарастание давления газов происходит не интенсивно, абсолютное значение максимального давления невелико, в результате площадь индикаторной диаграммы, а следовательно, и пропорциональная ей мощность малы.

При правильно подобранном опережении зажигания максимальное

давление газов, как видно из диаграммы б, больше, чем в первом случае; соответственно больше площадь индикаторной диаграммы и мощность двигателя.

При чрезмерно раннем зажигании на индикаторной диаграмме в появляется петля, характеризующая дополнительную затрату работы на преодоление давления газов при ходе сжатия, и результирующая площадь диаграммы будет уменьшена.

Наивыгоднейшее опережение зажигания в основном зависит от отношения между скоростью сгорания смеси и числом оборотов двигателя. Чем больше число оборотов двигателя, тем больше должно быть опережение зажигания. Чем больше скорость сгорания смеси, тем меньше должно быть опережение зажигания.

Скорость сгорания смеси зависит как от конструктивных свойств двигателя (величина степени сжатия, форма камеры сгорания и т. п.), так и от качественного и количественного состава рабочей смеси и других факторов.

Наибольшее влияние на скорость сгорания в данном двигателе оказывает содержание остаточных выхлопных газов в заряде рабочей смеси, зависящее от положения дроссельной заслонки. При малом открытии дросселя процентное содержание остаточных выхлопных газов в заряде велико, смесь горит медленно, поэтому опережение зажигания должно быть большим. По мере открытия дросселя в цилиндр поступает всё больше и больше свежей рабочей смеси, а количество остаточных выхлопных газов остаётся примерно неизменным, в результате процентное содержание их в заряде уменьшается и смесь горит быстрее. При одновременном изменении положения дросселя (нагрузки) и числа оборотов наивыгоднейшее опережение зажигания зависит от того и другого одновременно. При этом в зависимости от условий работы двигателя оба фактора могут влиять на наивыгоднейшее опережение в одном или в разных направлениях.

Первоначальная установка момента зажигания производится соответственно условиям пуска двигателя, т. е. с нулевым или минимальным опережением. Это обеспечивается установкой кулачка прерывателя в таком положении, чтобы он размыкал контакты, когда поршень находится в в. м. т. или близко подходит к ней. По мере возрастания числа оборотов двигателя необходимо изменять момент зажигания. Этого можно достигнуть, изменив взаимное положение кулачка и контактов таким образом, чтобы момент размыкания контактов кулачков происходил раньше, например повернув основание, на котором смонтированы контакты прерывателя, относительно кулачка. Если это основание повернуть в направлении, противоположном вращению кулачка, то выступ последнего раньше разомкнёт контакты прерывателя, а следовательно, и появление искры в свече произойдёт раньше. При повороте основания, несущего контакты, в ту же сторону, в которую вращается кулачок, получим более позднее зажигание.

Опережение зажигания может производиться водителем с места при помощи рычажка управления, помещённого на рулевом штурвале или на приборном щитке, соединённого с основанием, на котором укреплены контакты. Правильное управление опережением зажигания требует, однако, постоянного внимания и достаточной квалификации водителя. Поэтому на подавляющем количестве современных автомобилей применяются автоматы, изменяющие опережение зажигания в зависимости от числа оборотов двигателя посредством небольшого центробежного регулятора.

При значительном изменении нагрузки двигателя и сохранении постоянными его оборотов центробежный регулятор не меняет опережения

зажигания. Для возможности изменять опережение зажигания в этих условиях (постоянные обороты и переменная нагрузка) на ряде автомобилей центробежный регулятор дополняют устройством (вакуум-автомат опережения зажигания), изменяющим опережение зажигания в зависимости от изменения разрежения во всасывающем коллекторе, которое в свою очередь зависит от степени открытия дроссельной заслонки карбюратора, а следовательно, и от нагрузки двигателя. Очевидно, что при одновременном изменении числа оборотов и нагрузки двигателя оба устройства будут работать совместно, дополняя друг друга.

Все предыдущие рассуждения и положения справедливы при условии, что топливо допускает бездетонационную работу двигателя. Однако в действительности предельная величина опережения зажигания ограничивается в ряде случаев явлениями детонации в двигателе. Из предыдущих разделов известно, что чем раньше произведено зажигание, тем скорее, при прочих равных условиях, начнётся детонация. С другой стороны, при данном опережении зажигания начало появления детонации зависит от качества топлива, характеризующего октановым числом. При переходе с топлива одного качества на другое, резко разнящееся от первого своими антидетонационными качествами, постоянная установка зажигания должна быть соответствующим образом изменена.

Это осуществляется при помощи микрометрического винта или другого устройства, установленного на корпусе прерывателя, снабжённого шкалой с делениями, иногда помеченными соответствующими октановыми числами. Такое устройство называется октан-селектором, так как позволяет избирать (селектировать) установку зажигания в зависимости от октанового числа топлива.

#### § 4. СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ

Свечи зажигания (запальные свечи) ввёртываются в головку двигателя и служат для поджигания сжатой в цилиндрах рабочей смеси. Установка свечи в головке двигателя и её устройство не зависят от системы зажигания (батарейное или от магнето). В обоих случаях ток высокого напряжения, подводимый к изолированному от массы центральному электроду свечи, проходит в виде искры между указанным электродом и вторым электродом на корпусе свечи, соединённым с массой.

Специфические условия работы свечи определяют ряд требований, предъявляемых к её устройству:

- 1) герметичность как в месте посадки свечи в головке, так и в местах соединений деталей свечи;
- 2) механическая прочность, обеспечивающая надёжную работу свечи при ударных, взрывных нагрузках от давления газов в цилиндрах двигателя;
- 3) надёжная изоляция центрального электрода, не допускающая утечки или пробоя тока высокого напряжения на массу параллельно искровому зазору между электродами;
- 4) надлежащая тепловая характеристика свечи (подробней об этом см. ниже) и тепловая стойкость.

Свечи зажигания бывают двух типов — разборные и неразборные. На фиг. 334 показано устройство свечей обоих типов и приведено наименование их основных элементов.

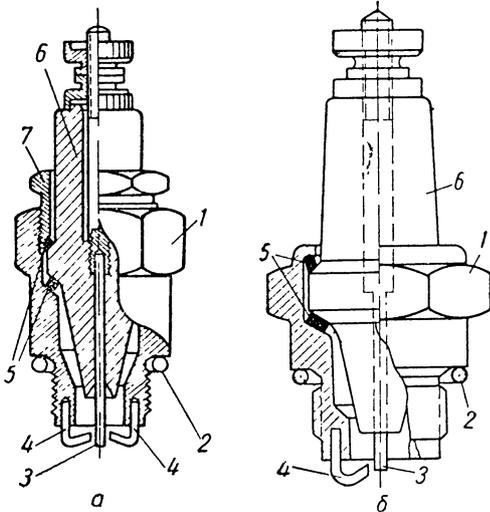
Различие между разборной и неразборной свечами состоит в том, что в первой изолятор вместе с центральным электродом, после отвёртывания ниппеля, можно вынуть для очистки или (в случае его повреждения) для замены новым. В неразборной свече изолятор наглухо укреплен в корпусе путём завальцовки края последнего. Очистка изолятора и внутрен-

ней полости свечи при такой конструкции затруднена, а в случае повреждения изолятора замене подлежит вся свеча.

Стальной корпус свечи ввёртывается своей резьбовой частью в головку двигателя. В целях герметизации между корпусом свечи и головкой цилиндра обязательно должна быть установлена уплотняющая — обычно медно-асбестовая — прокладка.

Материал изолятора должен быть подобран таким образом, чтобы изолятор выдерживал высокие температуры, а также резкие и быстро меняющиеся температурные колебания, не изменяя при этом своих изолирующих свойств и не разрушаясь.

В качестве материала для изоляторов свечей зажигания автомобильных двигателей применяются специальные керамические массы. Наибольшее распространение имеет керамическая масса, в состав которой входят тальк (стеатит), пластичная глина и карборунд. Изоляторы из такой массы носят название стеатитовых. Фарфор в качестве материала для изоляторов свечей зажигания не применяется, так как его изолирующая способность при высоких температурах резко падает, а механическая прочность при резких колебаниях температуры недостаточна.



Фиг. 334. Свечи зажигания:

*a*—разборная свеча; *b*—неразборная свеча;  
1—корпус; 2—уплотняющая прокладка; 3—центральный электрод; 4—боковые электроды; 5—медные шайбы; 6—изолятор; 7—ниппель.

Для свечей авиационных двигателей применяются более стойкие в тепловом отношении и надёжные слюдяные изоля-

торы, набирасмые на центральном электроде из отдельных слюдяных шайб, обтачиваемых в сборе. В автомобильной практике такие свечи применяются для высоко форсированных двигателей спортивных, гоночных и, весьма редко, легковых автомобилей.

Изолятор свечи в средней части имеет буртик, при помощи которого он зажимается в корпусе. При этом между изолятором и корпусом помещаются снизу и сверху буртика медные прокладки, предохраняющие изолятор от повреждения при сборке и обеспечивающие хороший отвод тепла от него.

Электроды свечи изготавливаются из никеля с примесью марганца и малых количеств других металлов (железо, хром, медь). Подобный сплав мало подвергается химическим воздействиям (коррозии) при высоких температурах; кроме того, коэффициент его теплового расширения близок к коэффициенту теплового расширения материала изолятора. Реже применяется платино-иридиевый сплав, обладающий высокими качествами, но весьма удорожающий свечу.

В целях экономии высококачественных и дорогих металлов центральный электрод не проходит через всю свечу, а вставляется в стальной стержень, к которому и присоединяется провод от распределителя. Боковые электроды закрепляются непосредственно в торце корпуса свечи. Число боковых электродов колеблется от одного до трёх. При наличии нескольких боковых электродов искра проскакивает через меньший искровой промежуток. При обгорании одного из электродов искра будет

проскакивать через соседний искровой промежуток и т. д.; таким образом электроды работают поочередно. Срок службы свечи увеличивается и регулировка искрового промежутка может производиться реже. Однако при увеличении числа боковых электродов увеличивается возможность скапливания нагара между ними, а очистка изолятора от нагара затрудняется. В силу этого в последнее время, особенно в США, получили наибольшее распространение свечи с одним боковым электродом.

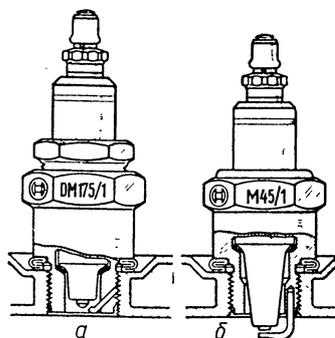
Величина искрового промежутка, регулируемая подгибанием боковых электродов, колеблется в среднем от 0,5 до 1 мм. При более высокой степени сжатия обычно применяются свечи с меньшим зазором между электродами, и наоборот.

Бесперебойная работа двигателя в значительной мере зависит от правильного теплового режима свечи. При работе двигателя свеча подвергается то сильному нагреву от сгорающих в цилиндре газов, то охлаждению свежей смесью, поступающей в цилиндр. Так как эти процессы чередуются с большой частотой, а сама свеча и, в частности, её изолятор обладают определённой тепловой инерцией, то температурный режим свечи при заданном режиме работы двигателя устанавливается на некотором среднем примерно постоянном уровне. Средняя температура нижнего конца (юбки) изолятора и электродов не должна быть ниже 550—600° С (температура самоочистения), для того чтобы попадающее на них масло сгорало без остатка, не образуя смолистых отложений. С другой стороны, температура указанной части изолятора не должна быть выше 800—850° С во избежание непосредственного поджигания смеси в цилиндре накалившимся изолятором или электродами (калильное зажигание).

Температура свечи зависит от количества тепла, воспринимаемого свечой от горячих газов, и от интенсивности отвода этого тепла в охлаждающую среду. То и другое зависит от относительных размеров элементов свечи и их конфигурации. Изолятор с короткой нижней частью (фиг. 335, а) воспринимает мало тепла и быстро отводит его через корпус в окружающий воздух и в тело головки цилиндра, охлаждаемой водой. Такая свеча называется «холодной». Изолятор с длинной нижней частью (фиг. 335, б) воспринимает больше тепла и теплоотдача от него идет медленнее. Такая свеча называется «горячей».

На быстроходных двигателях с большой степенью сжатия, работающих с напряжённым тепловым режимом, должны применяться «холодные» свечи во избежание появления калильного зажигания. На тихоходных двигателях с малой степенью сжатия свеча должна быть «горячей», чтобы на ней не происходило отложения масла и нагара.

Диаметр нарезки ввёртной части корпуса определяет остальные размеры свечи. В настоящее время чаще всего применяются свечи с диаметром нарезки 18, 14, 12 и 10 мм, причём наблюдается тенденция к более широкому распространению свечей с малыми диаметрами нарезки. Длина резьбы корпуса должна соответствовать глубине отверстия под свечу в головке двигателя. Если резьба слишком коротка, то в образующейся под свечой полости будет скапливаться нагар. При слишком длинной резьбе свеча будет выступать в камеру сгорания и нагреваться настолько, что возможно появление калильного зажигания даже при «холодной» свече, а край корпуса будет обгорать.



Фиг. 335. «Холодная» и «горячая» свечи.

Уход за свечами зажигания заключается, главным образом, в удалении нагара и проверке и установлении правильного зазора между электродами. По нагару, отложившемуся на изоляторе, может происходить утечка тока на массу, параллельно искровому промежутку, а через нагар, отложившийся на электродах,—непосредственное замыкание цепи высокого напряжения без появления искры. В обоих случаях будут иметь место перебои в зажигании. При правильно подобранной в тепловом отношении свече нагарообразование может быть вызвано либо слишком богатой смесью (сухой нагар), либо чрезмерным попаданием масла на свечу (жирный нагар). Последнее возможно как при излишнем количестве смазки, залитой в двигатель, так и при износе или повреждении поршневых колец.

Удаление нагара со свечи должно производиться щёткой из тонкой медной проволоки. Применение стальных скребков и т. п. недопустимо, так как они могут повредить специально обработанную поверхность изолятора и тем самым уменьшить срок службы свечи. Для облегчения очистки свечу рекомендуется предварительно опустить на некоторое время в керосин (для свечей со слюдяным изолятором применять керосин нельзя). После очистки свечи от нагара следует проверить при помощи щупа зазор между электродами и в случае необходимости отрегулировать его путём подгибания боковых электродов.

Обнаружить свечу, дающую перебои или совсем неработающую, можно по ряду признаков на работающем двигателе. Если свечи цилиндра работающего двигателя поочередно замыкать на массу, прикладываемая одновременно к зажиму свечи и к цилиндру двигателя металлический предмет, то при замыкании исправных свечей перебои в работе двигателя будут усиливаться, а при замыкании неисправной свечи характер работы двигателя останется неизменным<sup>1</sup>. Другим признаком неисправной работы свечи является то, что такая свеча наощупь значительно холоднее работающих, так как вспышки в соответствующем цилиндре не происходят. Перед такой проверкой двигатель необходимо остановить. Неисправная свеча, вывернутая из цилиндра сразу после остановки двигателя, окажется «мокрой», так как на её внутренней поверхности будут находиться капельки несгоревшего масла и бензина.

## § 5. БАТАРЕЙНОЕ ЗАЖИГАНИЕ

Выше, в § 2 настоящей главы, была приведена принципиальная схема батарейного зажигания и рассмотрены назначение и принцип действия отдельных её элементов. Рассмотрим теперь подробнее их устройство и работу.

Индукционная катушка, служащая для преобразования тока низкого напряжения, поступающего от аккумуляторной батареи, в ток высокого напряжения, состоит из сердечника, вокруг которого намотаны первичная и вторичная обмотки. Общий вид и разрез индукционной катушки модели ИГ-4085, устанавливаемой на автомобилях ГАЗ, приведены на фиг. 336.

Сердечник катушки 1 для уменьшения явления гистерезиса и потерь на токи Фуко набран из отдельных, изолированных друг от друга листов трансформаторного железа. На сердечник надета картонная труба 2, вокруг которой намотана вторичная обмотка 3, состоящая из 16 000 витков медной проволоки диаметром 0,1 мм, покрытой изоляционным эмалевым лаком. Обмотка выполнена многослойной, причём для улучшения изоляции каждый слой обмотки отделён от другого бумажной проклад-

<sup>1</sup> Обычно для такой проверки пользуются молотком с деревянной ручкой во избежание удара током высокого напряжения.

кой, а вся обмотка после изготовления пропитана смесью канифоли и парафина. На вторичную обмотку надета картонная труба 4, поверх которой намотана первичная обмотка 5, состоящая из 250 витков медной проволоки диаметром 0,8 мм, покрытой эмалевым лаком.

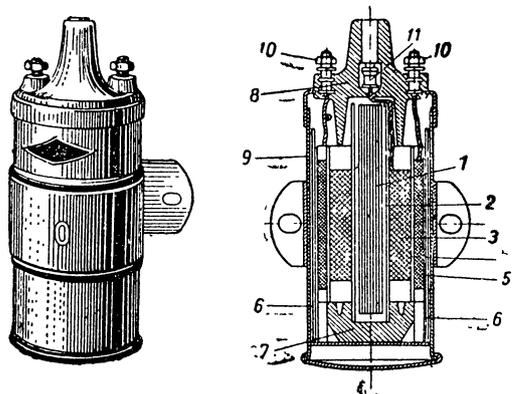
Снаружи первичная обмотка также изолирована слоем бумаги и окружена несколькими согнутыми в цилиндр листами из трансформаторного железа 6, служащего для уменьшения сопротивления при прохождении магнитных силовых линий, выходящих из сердечника, и лучшего отвода тепла. Сердечник вместе с обмотками монтируется при помощи изоляторов 7 и 8 в железном кожухе 9. Изолятор 7 выполнен из фарфора. Карболитовый изолятор 8 слу-

жит крышкой катушки; в нём смонтированы зажимы 10 для проводов первичной цепи и контакт 11 для вывода тока высокого напряжения. Последний утоплен в выступающей горловине крышки, благодаря чему исключается возможность непосредственного пробоя с контакта вторичной обмотки на зажимы первичной. После установки сердечника с обмотками кожух заливается изоляционной мастикой, одновременно предохраняющей обмотки от влаги. Принятое в большинстве конструкций современных индукционных катушек расположение первичной обмотки сверху вторичной обеспечивает лучший отвод тепла от неё, а также даёт ряд других преимуществ (уменьшение длины вторичной обмотки, а следовательно, уменьшение сопротивления, более эффективное использование магнитного потока и т. д.).

Ток в первичной обмотке катушки, в соответствии с размыканием и замыканием контактов прерывателя, то спадает, то нарастает. Для того чтобы и при большом числе оборотов двигателя, когда время, в течение которого контакты прерывателя остаются замкнутыми, весьма мало, ток в индукционной катушке успевал нарасти до требуемой величины, сопротивление первичной обмотки должно быть невелико. Однако при малом сопротивлении первичной обмотки, при малом числе оборотов двигателя, когда контакты прерывателя остаются в замкнутом состоянии значительно большее время, ток успевает чрезмерно возрасти, в результате чего расход тока непроизводительно возрастает и катушка перегревается.

Для устранения указанного противоречия в некоторых моделях индукционных катушек в цепь первичной обмотки включается добавочное сопротивление — несколько витков проволоки из материала, резко увеличивающего своё сопротивление при нагреве (железо, железные сплавы) — так называемый вариатор.

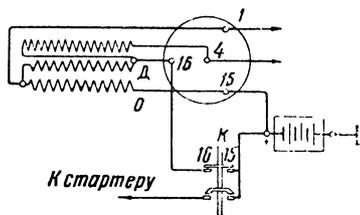
При большом числе оборотов двигателя, когда сила тока в первичной цепи мала, вследствие малого времени, в течение которого контакты прерывателя замкнуты, витки вариатора не нагреваются и общее сопротивление первичной цепи мало. По мере снижения числа оборотов двигателя сила тока в первичной цепи возрастает, витки вариатора нагреваются, увеличивая своё сопротивление; вследствие этого общее сопротивление первичной цепи возрастёт, ограничивая рост силы тока.



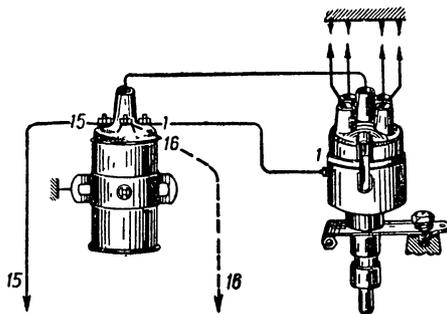
Фиг. 33б. Общий вид и разрез индукционной катушки.

В некоторых системах электрооборудования добавочное сопротивление устанавливается вне индукционной катушки; примером такого устройства может служить добавочное сопротивление системы электрооборудования автомобиля Форд 2G8T, расположенное в кабине водителя на общей панели с тепловыми предохранителями.

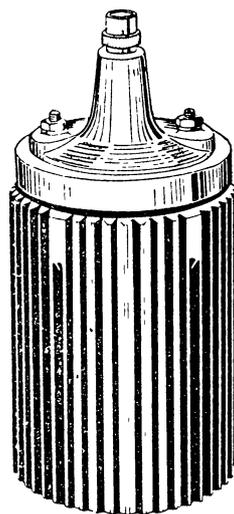
При заводке двигателя стартером вследствие потребления последним тока большой силы напряжение на клеммах аккумулятора резко падает. В связи с этим сила тока в первичной цепи и создаваемое ею магнитное поле резко уменьшаются, и искра на электродах свечи может оказаться недостаточно интенсивной для надёжного пуска двигателя. Для устранения указанного недостатка в некоторых типах индукционных катушек, помимо основной первичной обмотки, имеется дополнительная об-



Фиг. 337. Принципиальная схема включения индукционной катушки с дополнительной обмоткой.



Фиг. 338. Общий вид индукционной катушки с дополнительной обмоткой.



Фиг. 339. Общий вид индукционной катушки с интенсивным отводом тепла.

мотка, включаемая при нажатии на кнопку стартера в первичную цепь параллельно основной. Благодаря этому, несмотря на падение напряжения, магнитное поле, создаваемое в этот момент обеими обмотками (основной и дополнительной), оказывается достаточным для получения интенсивной искры.

Принципиальная схема такого устройства (система Бош) приведена на фиг. 337, а общий вид индукционной катушки — на фиг. 338. Указанная катушка имеет, помимо вывода высокого напряжения 4, три зажима первичной цепи 1, 15 и 16. Эти цифры выбиты на крышке катушки. Зажим 1 соединяется с прерывателем, а зажимы 15 и 16 соединены с зажимами кнопки стартера, имеющими ту же маркировку.

Как видно на приведённой схеме, катушка имеет, кроме основной первичной обмотки *O*, дополнительную обмотку *D*, включаемую параллельно основной при нажатии кнопки стартера *K*.

В некоторых системах электрооборудования автомобилей, предназначенных для работы в тяжёлых эксплуатационных условиях, для лучшего отвода тепла от катушки внутренняя её полость при изготовлении

заполняется маслом, а на корпусе выполнены рёбра. Общий вид такой катушки представлен на фиг. 339.

Прерыватель и распределитель в системе батарейного зажигания монтируются в одном общем приборе, называемом прерывателем-распределителем, и приводятся во вращение от одного общего валика. Валик привода прерывателя-распределителя приводится во вращение от промежуточного валика, соединяемого обычно при помощи винтовой передачи с распределительным валом двигателя.

Ротор распределителя за полный цикл работы двигателя, т. е. за два оборота коленчатого вала, должен подвести ток высокого напряжения ко всем контактам распределителя, соединённым со свечами всех цилиндров двигателя, т. е. сделать один полный оборот. Другими словами, ротор распределителя должен вращаться в два раза медленней коленчатого вала двигателя, т. е. с той же скоростью, что и распределительный вал.

Пример установки прерывателя-распределителя на двигателе и привода его от распределительного вала показаны на фиг. 340 (грузовой автомобиль ГМС). В некоторых двигателях прерыватель-распределитель



Фиг. 340. Установка прерывателя-распределителя на двигателе.

устанавливается непосредственно на торце распределительного вала (грузовой автомобиль Форд-6, модель 2G8T). При этом привод прерывателя-распределителя упрощается, но доступ к нему для осмотра, регулировки и установки зажигания затруднён, в связи с чем такая система не получила широкого распространения.

На фиг. 341 приведено устройство прерывателя-распределителя простейшего типа (ИГФ-4003), устанавливаемого на автомобилях ГАЗ-АА. Чугунный корпус 1 прерывателя-распределителя имеет хвостовик, при помощи которого корпус устанавливается в соответствующем отверстии головки цилиндра. В кольцевой заточке корпуса установлен и может поворачиваться на некоторый угол диск 2, на котором смонтированы контакты прерывателя: неподвижный (наковальня) 3 и подвижный (моло-

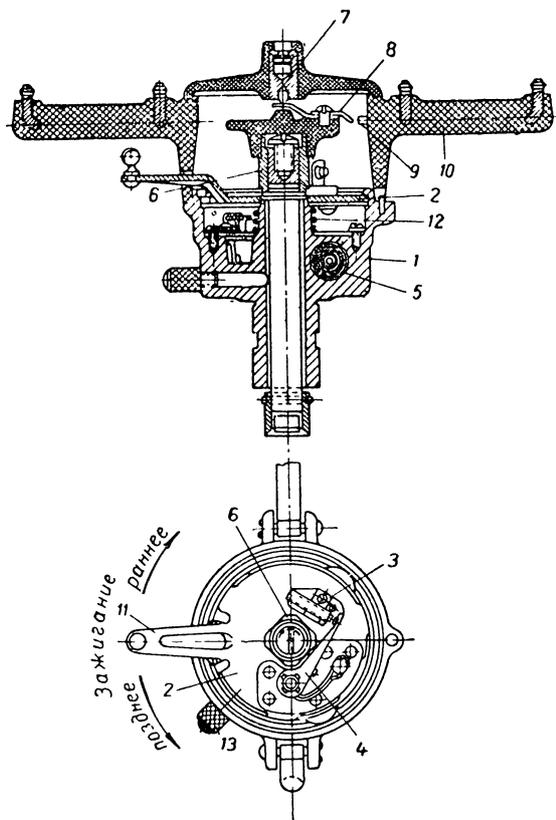
точек) 4. Наковальня непосредственно соединяется с массой, а молоточек, будучи изолирован от массы, соединяется при помощи соответствующей проводки с зажимом первичной обмотки индукционной катушки. Параллельно контактам прерывателя включён конденсатор 5, вставляемый в отверстие, имеющееся в корпусе прерывателя.

На верхнем конце валика прерывателя установлен кулачок 6, имеющий четыре выступа по числу цилиндров. Таким образом за один оборот кулачка первичная цепь индукционной катушки четыре раза разомкнута

и замкнута, в соответствии с чем во вторичной обмотке катушки за этот же период четыре раза индуцируется ток высокого напряжения.

От индукционной катушки ток высокого напряжения подводится проводом к центральному электроду 7 в карболитовой крышке распределителя, а от последнего посредством токораздаточной пластины ротора 8, вращающегося вместе с кулачком прерывателя, — к расположенным по окружности внутри карболитового корпуса 10 концам четырёх контактов (сегментов) 9. Другие концы этих контактов выведены наружу карболитового корпуса и соединяются со свечами зажигания.

Диск прерывателя 2 вместе с контактами прерывателя может поворачиваться в корпусе, в соответствии с чем изменяется момент зажигания. Когда диск поворачивается в направлении



Фиг. 341. Прерыватель-распределитель ИГФ-4003.

вращения кулачка, т. е. против часовой стрелки, то опережение зажигания будет уменьшаться. Наоборот, при поворачивании диска 2 по часовой стрелке опережение зажигания будет увеличиваться. Максимальный угол поворота пластины в данной конструкции равен  $20^\circ$ , т. е. изменение момента зажигания возможно в пределах  $40^\circ$  поворота коленчатого вала. Поворот пластины 2 производится водителем с места вручную при помощи поводка 11, связанного системой тяг с рычажком, помещённым под рулевым штурвалом. Самопроизвольному перемещению диска 2 препятствует трение о кромку выточки корпуса; для этой цели предусмотрена пружина 12, отжимающая диск кверху. Валик прерывателя-распределителя вращается в двух медно-графитовых втулках, запрессованных в корпусе; смазка втулок производится через маслёнку 13.

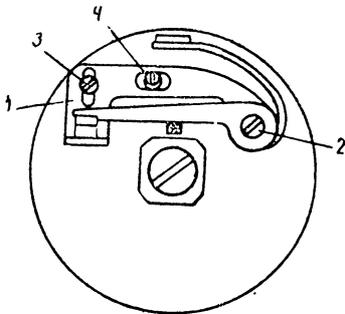
В описываемой конструкции неподвижный контакт прерывателя выполнен в виде регулировочного винта, ввёрнутого в специальную стойку. Ввёртывая или вывёртывая винт, можно регулировать зазор между контактами прерывателя в полностью разомкнутом состоянии. После установления зазора требуемой величины винт следует зафиксировать. В данной

конструкции это осуществляется винтом за счёт имеющейся в стойке про-  
рези, в других конструкциях — при помощи контргайки.

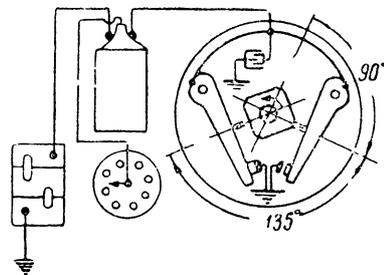
В большинстве современных прерывателей зазор регулируется иначе,  
как это схематически представлено на фиг. 342. Неподвижный контакт  
напаивается на отогнутом крае регулировочной пластины 1, которая мо-  
жет поворачиваться относительно оси 2, укреплённой на диске прерыва-  
теля, и закрепляться на нём в заданном положении при помощи стопор-  
ного винта 3, проходящего через удлинённое отверстие в регулировочной  
пластине. Отпустив стопорный винт 3 и поворачивая в ту или другую  
сторону головку эксцентрика 4, перемещают пластину 1 вместе с непо-  
движным контактом в нужном направлении на необходимую величину.  
Когда требуемая величина зазора между контактами установлена, сто-  
порный винт затягивается.

Величина рекомендуемого зазора между контактами прерывателя в  
различных системах колеблется в среднем от 0,3 до 0,6 мм.

Прерыватель описанного типа с различными конструктивными ви-  
доизменениями применяется на четырёхцилиндровых и на подавляющем



Фиг. 342. Устройство для регу-  
лировки зазора между контак-  
тами прерывателя.



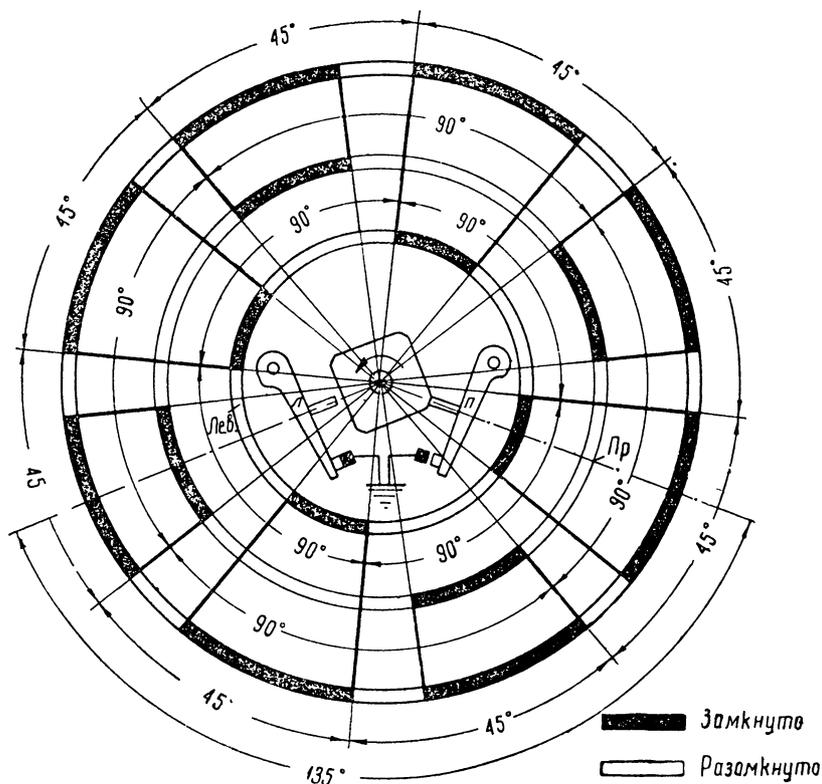
Фиг. 343. Схема двойного прерыва-  
теля для восьмицилиндрового  
двигателя.

большинстве шестицилиндровых двигателей. В последнем случае кула-  
чок должен иметь шесть выступов. При большем числе цилиндров кон-  
струкция прерывателя видоизменяется. Например, на восьмицилиндровом  
быстроходном двигателе применение кулачка с восемью гранями стано-  
вится нежелательным, так как благодаря частому размыканию контак-  
тов ток в ничтожно малое время замкнутого состояния первичной цепи  
не успевает достигнуть величины, нужной для того, чтобы магнитное  
поле первичной обмотки индукционной катушки достигло своего макси-  
мума. Вследствие этого напряжение во вторичной цепи при большом  
числе оборотов двигателя может оказаться недостаточным, зажигание  
нарушается, и двигатель будет работать с перебоями.

Для того чтобы увеличить время замкнутого состояния контактов  
прерывателя, а следовательно, и период нарастания магнитного поля ка-  
тушки, на двигателях с числом цилиндров от восьми и выше обычно при-  
меняются двойные прерыватели, т. е. такие, которые имеют две пары раз-  
мыкаемых контактов. Двойной прерыватель представляет собой два  
прерывателя, установленных на общем диске и управляемых общим  
кулачком. Последний в зависимости от типа двойного прерывателя мо-  
жет иметь число выступов, равное либо числу цилиндров, либо поло-  
вине его.

На фиг. 343 представлена схема двойного прерывателя, имеющего  
кулачок с четырьмя выступами и предназначенного для восьмицилиндро-  
вого двигателя. Оба прерывателя имеют общий конденсатор и включены

в первичную цепь параллельно. Благодаря этому разрыв первичной цепи происходит только в те моменты, когда оба прерывателя находятся одновременно в разомкнутом состоянии. В положении, представленном на схеме, контакты правого прерывателя разомкнуты, а левого замкнуты, следовательно, первичная цепь в этот момент замкнута. Когда кулачок повернётся на некоторый угол, контакты первого прерывателя начнут сходиться, но в это же время противоположный выступ кулачка начнёт разводить контакты левого прерывателя, и первичная цепь на короткий момент окажется разомкнутой. При дальнейшем вращении кулачка зазор между контактами левого прерывателя будет увеличиваться, а кон-



Фиг. 344. Круговая диаграмма работы двойного прерывателя.

такты правого — сомкнутся, и первичная цепь, таким образом, опять окажется замкнутой. Благодаря такому устройству время замкнутого состояния первичной цепи, даже при больших числах оборотов двигателя, оказывается достаточным, чтобы магнитное поле катушки успело возрасти до необходимой величины. Одновременно число размыканий каждого из прерывателей уменьшается в два раза, в связи с чем износ их будет также уменьшен. Угол между выступами кулачка в данном случае равен  $90^\circ$ ; для правильного чередования размыканий обоих прерывателей необходимо, чтобы последние были установлены так, чтобы угол между изоляционными подушечками молоточков был равен  $90^\circ + \frac{90^\circ}{2} = 135^\circ$ . При этом условии моменты совпадения разомкнутого состояния обеих пар контактов будут повторяться через каждые  $45^\circ$  поворота кулачка, что соответствует числу вспышек за два оборота коленчатого вала восьмицилиндрового двигателя. На круговой диаграмме фиг. 344 схематически показаны периоды замкнутого и разомкнутого состояния контактов пра-

вого и левого прерывателей; наружный круг схематически представляет периоды замкнутого и разомкнутого состояний первичной цепи, обусловленные работой обоих прерывателей. По мере износа указанных выше подушечек интервал между моментами размыкания обоих прерывателей меняется, что влечёт за собой нарушение в работе зажигания. Для устранения этого в конструкции подобных прерывателей обычно предусматривается возможность «синхронизации» работы обоих прерывателей путём смещения одного из прерывателей по отношению к другому. «Синхронизация» работы прерывателей достаточно сложна и для точного выполнения требует специальных приборов, что является существенным недостатком двойных прерывателей рассмотренного типа.

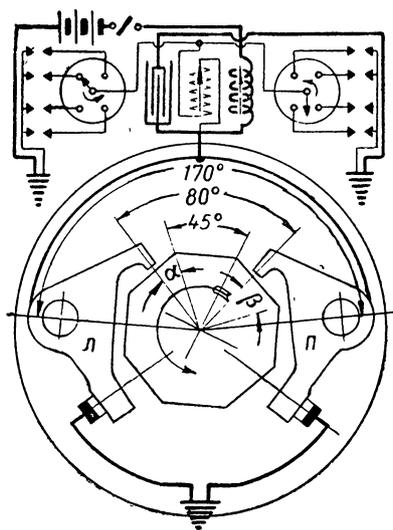
Двойной синхронно работающий прерыватель с четырёхгранным кулачком устанавливается на восьмицилиндровых двигателях ЗИС-101.

Чтобы устранить указанный выше недостаток, схему двойного прерывателя можно видоизменить таким образом, чтобы оба прерывателя размыкались не поочередно, а лишь с некоторым небольшим запаздыванием одного по отношению к другому. Схема подобного двойного прерывателя, устанавливаемого на V-образном двигателе Форд V-8, приведена на фиг. 345. Оба прерывателя соединены между собой параллельно и включены в первичную цепь так, что разрыв последней происходит лишь в те моменты, когда контакты обоих прерывателей разомкнуты одновременно. Как видно из приведённой схемы, при вращении кулачка в первую очередь разомкнутся контакты левого прерывателя, а затем начнут размыкаться контакты правого прерывателя ( $\alpha < \beta$ ). Этот момент соответствует разрыву первичной цепи. При дальнейшем вращении кулачка выступ его уйдёт из-под подушечки молоточка левого прерывателя, контакты последнего сойдутся и первичная цепь замкнётся. После этого разомкнутся контакты левого, а затем правого прерывателей, и первичная цепь опять разомкнётся. Очевидно, что размыкание цепи производится всегда одним и тем же прерывателем (в данном случае правым), вследствие чего «синхронизации» прерывателей не требуется.

Угол между гранями восьмигранного кулачка равен  $45^\circ$ . Если бы угол между молоточками прерывателей был равен  $90^\circ$ , то размыкание обоих прерывателей происходило бы одновременно; в действительности, указанный угол равен  $80^\circ$ , благодаря чему моменты замыкания и размыкания обоих прерывателей смещены друг относительно друга на  $10^\circ$ .

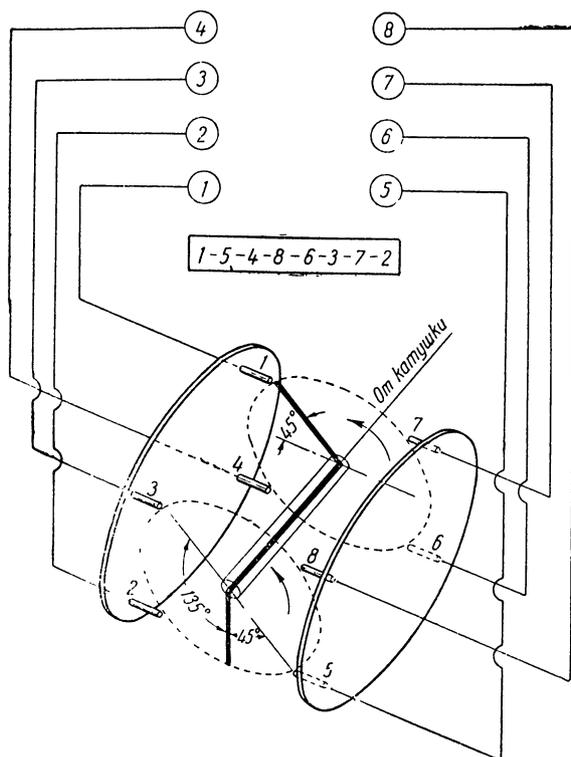
В данной конструкции период разомкнутого состояния контактов каждого из прерывателей равен  $18^\circ$ , а благодаря указанному выше смещению ( $10^\circ$ ) период разомкнутого состояния первичной цепи будет равен  $8^\circ$ . Соответственно с этим период замкнутого состояния первичной цепи увеличивается до  $45^\circ - 8^\circ = 37^\circ$ .

В данной конструкции двойной прерыватель объединён в общем приборе с двойным распределителем, состоящим из двух распределительных головок, между которыми вращается ротор, сидящий на конце валика прерывателя. Ротор имеет на торце токоприёмный контакт (от



Фиг. 345. Схема двойного прерывателя V-образного двигателя Форд.

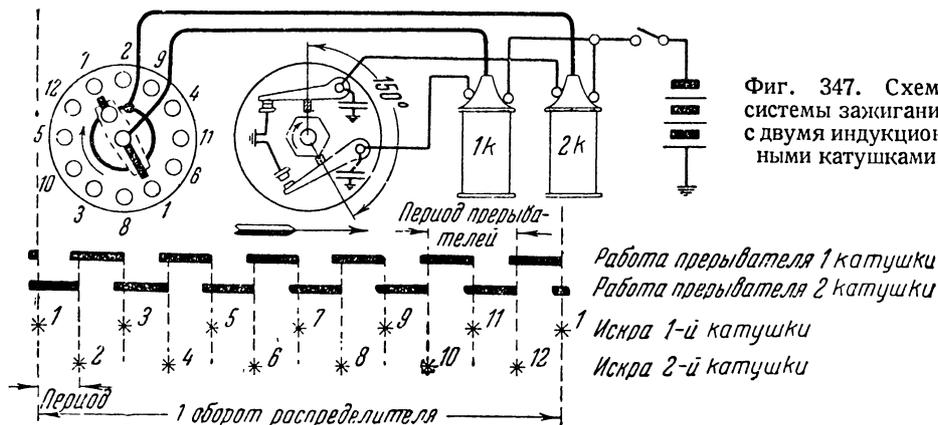
индукционной катушки) и два токораздаточных контакта. Последние сдвинуты один относительно другого по оси ротора и развёрнуты под углом  $135^\circ$ . На фиг. 346 приведена схема распределения тока по свечам цилиндров левого (№ 1, 2, 3, 4) и правого (№ 5, 6, 7, 8) блоков V-образного восьмицилиндрового двигателя Форд. Один токораздаточный контакт ротора подводит ток высокого напряжения к контактам 2 и 3 левой распределительной головки и к контактам 5 и 8 правой головки. Второй токораздаточный контакт ротора подводит ток высокого напряжения к контактам 1 и 4 левой распределительной головки и к контактам 6 и 7 правой головки. Как видно из приведённой схемы, ток будет подводиться к контактам обеих распределительных головок поочерёдно через  $45^\circ$  поворота ротора, что соответствует  $90^\circ$  поворота коленчатого вала двигателя.



Фиг. 346. Схема распределения тока по свечам V-образного восьмицилиндрового двигателя.

В особо быстроходных двигателях или двигателях с большим числом цилиндров, например в 12-цилиндровых, применение двойных прерывателей не обеспечивает необходимого времени замкнутого состояния первичной цепи; в этом случае система зажигания с

двойным прерывателем дополняется второй индукционной катушкой. Соответствующая схема зажигания для 12-цилиндрового двигателя приведена на фиг. 347. Здесь по существу применены две самостоятельные системы зажигания, из которых каждая обеспечивает зажигание в шести



Фиг. 347. Схема системы зажигания с двумя индукционными катушками.

цилиндрах двигателя. Два прерывателя, каждый из которых снабжён своим конденсатором, включены в цепь двух независимых друг от друга индукционных катушек и приводятся в действие общим шестигранным кулачком. Молоточки прерывателей расположены так, что размыкание обейх первичных цепей происходит одновременно через равные интервалы (угол между подушечками молоточков равен  $180^\circ - \frac{60^\circ}{2} = 150^\circ$ ).

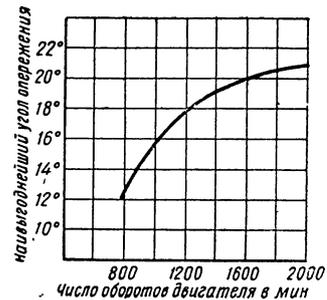
Распределитель, как это представлено на рассматриваемой фиг. 347, расположен в общей головке и имеет на роторе два изолированных друг от друга токораздаточных контакта, сдвинутых друг относительно друга на  $180^\circ$ . Угол между каждой парой контактов распределительной головки составляет  $\frac{360^\circ}{12} = 30^\circ$ , что соответствует  $60^\circ$  поворота коленчатого вала. Разрыв первичных цепей каждой индукционной катушки происходит через  $60^\circ$ . Таким образом каждый ротор будет подводить ток высокого напряжения через один контакт распределителя: один ротор к контактам 1, 3, 5, 7, 9, 11, а другой к контактам 2, 4, 6, 8, 10 и 12.

Так как размыкание первичных цепей производится поочерёдно обоими прерывателями, то работа их должна быть «синхронизирована».

Выше, в § 3, были изложены общие положения, объясняющие необходимость изменения момента зажигания в зависимости от режима работы двигателя, — числа его оборотов и нагрузки. Основным обстоятельством, влияющим на необходимость изменения момента зажигания, является изменение числа оборотов двигателя: чем больше число оборотов, тем меньше времени остаётся на сгорание рабочей смеси и тем раньше для обеспечения наиболее эффективной работы двигателя должна быть подожжена смесь. На фиг. 348 приведена кривая, показывающая зависимость необходимого для получения максимальной мощности двигателя угла опережения зажигания от числа оборотов двигателя при полном открытии дросселя.

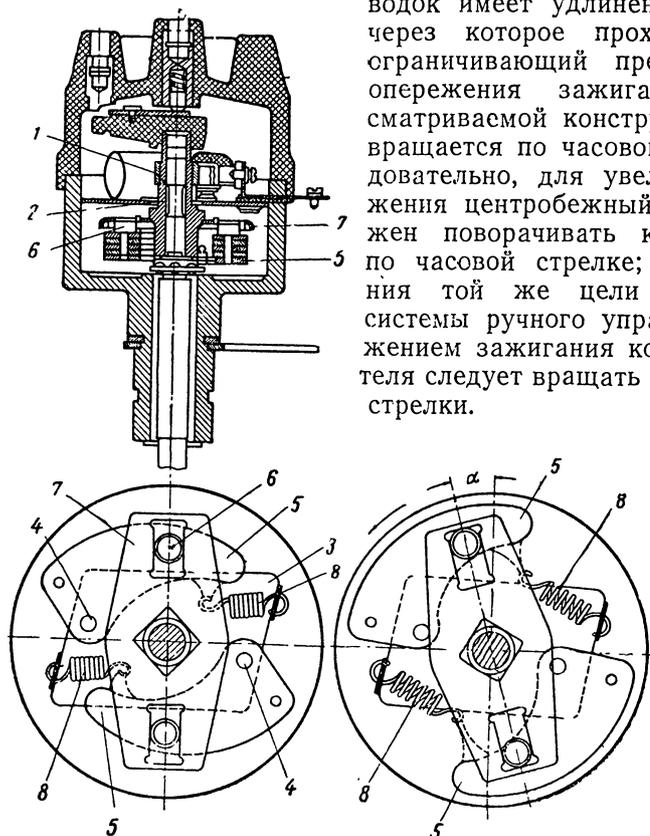
Для установки требуемого угла опережения, в зависимости от числа оборотов двигателя, без участия водителя, современные прерыватели, как правило, снабжаются центробежным автоматом опережения зажигания. Схема подобного прерывателя приведена на фиг. 349. Здесь кулачок 1 сидит на валике 2 свободно. На валике 2 закреплена планка 3, в отверстия которой вставлены оси 4 двух грузиков 5. Шипы 6 этих грузиков входят в удлинённые отверстия коромысла 7, связанного жёстко с кулачком 1. Пружинки 8 постоянно оттягивают грузики 5 к центру. Вращение валика 2 через планку 3, грузик с шипами и коромысло 7 передаётся кулачку. По мере увеличения оборотов центробежная сила, преодолевая натяжение пружинок, стремится развести грузики 5 в стороны; шипы грузиков при этом будут поворачивать на некоторый угол  $\alpha$  коромысло вместе с кулачком в направлении вращения кулачка. Выступы кулачка раньше подойдут к подушечке молоточка, и зажигание будет более ранним. Чем больше обороты двигателя, тем больше грузики повернут кулачок и тем больше будет опережение зажигания.

На фиг. 350 приведена конструкция прерывателя-распределителя, установленного на автомобилях ЗИС-5, имеющего центробежный автомат опережения, подобный описанному выше. Для дополнительной регу-



Фиг. 348. Зависимость наибольшего угла опережения зажигания от числа оборотов двигателя.

лировки момента зажигания в зависимости от нагрузки двигателя и применяемого сорта топлива здесь предусмотрена также ручная регулировка; последняя осуществляется поворотом всего корпуса 1, а вместе с ним и диска прерывателя 2 посредством фасонного поводка 3, закреплённого на корпусе стяжным болтом 4. К отверстию этого поводка присоединяется тяга, связанная с рычажком на рулевом штурвале. По-



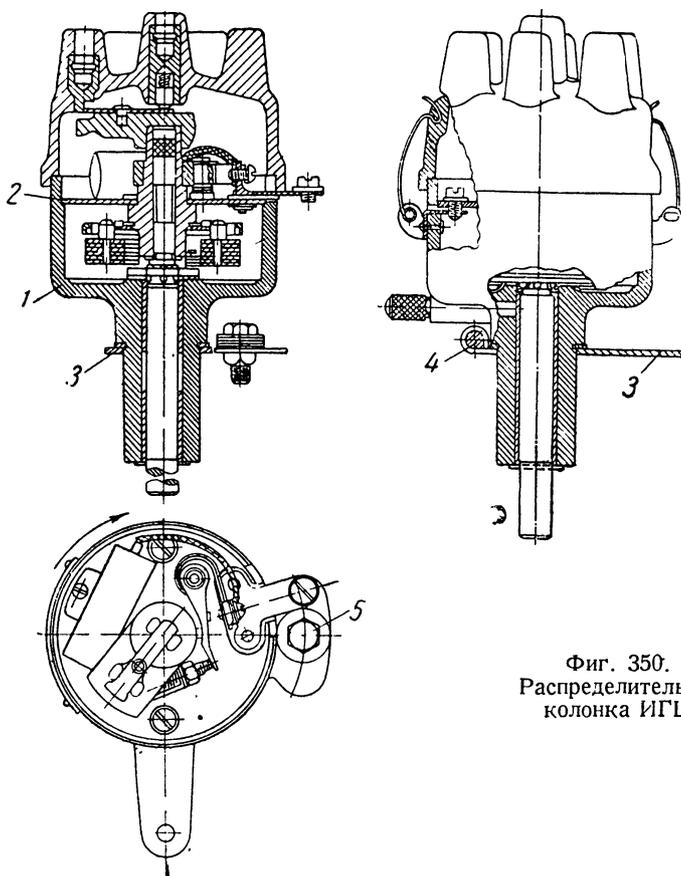
водок имеет удлинённое отверстие, через которое проходит болт 5, ограничивающий пределы ручного опережения зажигания. В рассматриваемой конструкции кулачок вращается по часовой стрелке; следовательно, для увеличения опережения центробежный автомат должен поворачивать кулачок также по часовой стрелке; для достижения той же цели при помощи системы ручного управления опережением зажигания корпус прерывателя следует вращать против часовой стрелки.

Фиг. 349. Схема центробежного автомата опережения.

В прерывателе-распределителе двигателя М-1 (фиг. 351) имеется центробежный автомат опережения зажигания, работающий подобно описанному выше, однако дополнительное ручное управление опережением зажигания отсутствует. Для начальной установки опережения, требующей регулировки в зависимости от различных сортов применяемого топлива, прерыватель имеет устройство для предварительной установки пределов изменения моментов зажигания (октан-селектор). С этой целью пластина 2, на которой установлены контакты, не закреплена в корпусе 1, а может поворачиваться на некоторый угол при помощи изогнутой планки 3. Положение пластины 2 относительно корпуса фиксируется стопорным винтом 4, ввёрнутым в корпус и проходящим через удлинённое отверстие в планке 3. На корпусе имеется риска, а на планке — шкала. Поворот пластины на одно деление шкалы соответствует углу опережения  $2^\circ$  по кулачковому или  $4^\circ$  по коленчатому валу.

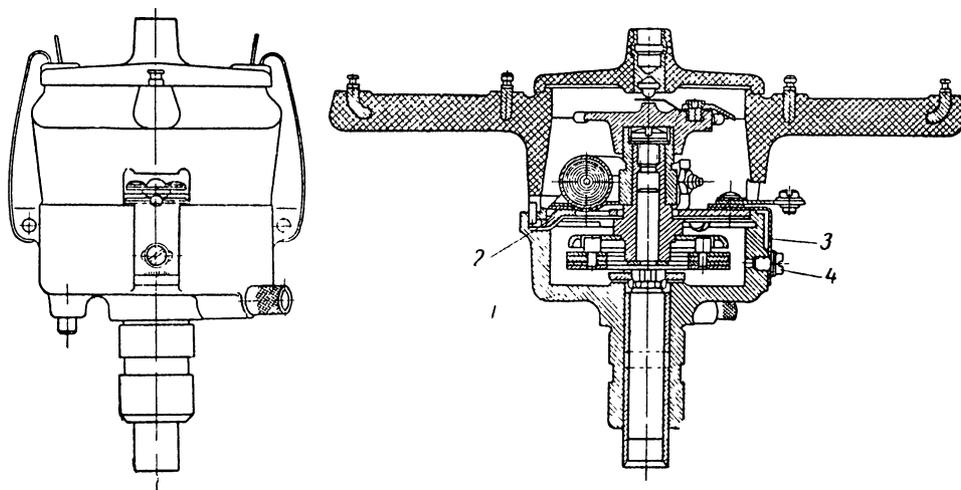
Как уже отмечалось, основной причиной, вызывающей необходимость изменения момента зажигания, является изменение числа оборотов двигателя. Эту задачу полностью разрешает установка центробеж-

ного автомата опережения. Однако дополнительным обстоятельством, заставляющим изменять угол опережения зажигания, является также и



Фиг. 350.  
Распределительная колонка ИГЦ.

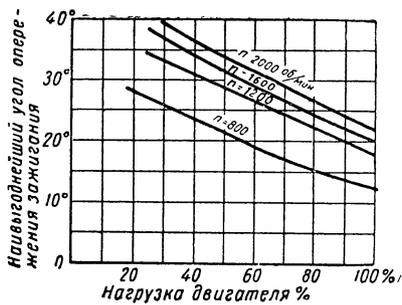
нагрузка двигателя, характеризуемая степенью открытия дроссельной заслонки карбюратора. Если, например, автомобиль поднимался на подъём, а затем перешёл на горизонтальный участок дороги и продол-



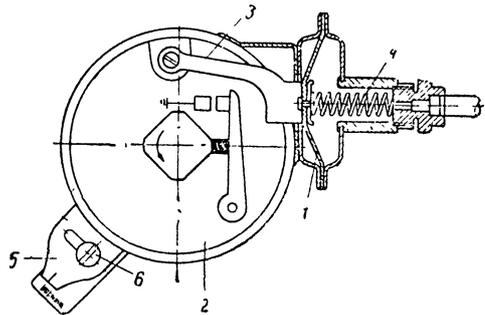
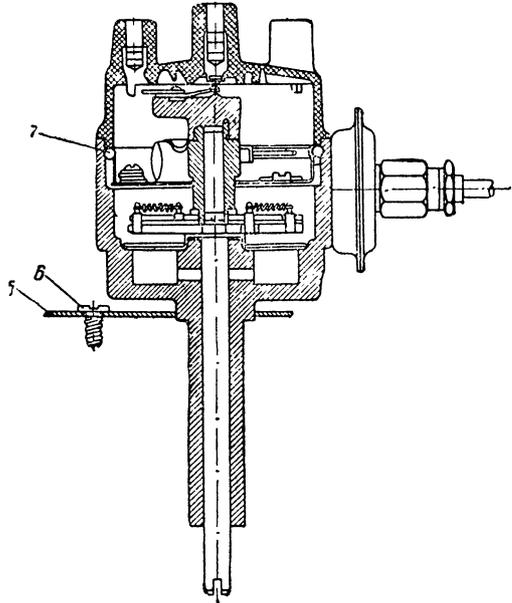
Фиг. 351. Распределительная колонка автомобиля М-1.

жает движение с той же скоростью, то нагрузка двигателя уменьшится, в соответствии с чем уменьшится открытие дроссельной заслонки. А так как при меньшем открытии дроссельной заслонки вследствие худшего наполнения двигателя процентное содержание остаточных газов в заряде цилиндров увеличивается, то скорость сгорания рабочей смеси уменьшается, следовательно, опережение зажигания должно быть увеличено. На фиг. 352 приведены примерные зависимости угла наивыгоднейшего опережения зажигания от нагрузки двигателя при различных числах оборотов последнего. Нагрузка двигателя может быть выражена процентным отношением мощности, развиваемой двигателем при данном открытии дроссельной заслонки, к мощности, развиваемой при тех же оборотах, но при полном открытии дросселя.

Графики на фиг. 352 показывают, что опережение зажигания должно увеличиваться не только по мере увеличения числа оборотов, что обеспечивается центробежным автоматом, но и по мере уменьшения нагрузки двигателя. С этой целью большинство современных прерывателей-распределителей снабжается специальным вакуум-автоматом опережения (вакуум-корректор).



Фиг. 352. Зависимость наивыгоднейшего угла опережения зажигания от нагрузки двигателя.



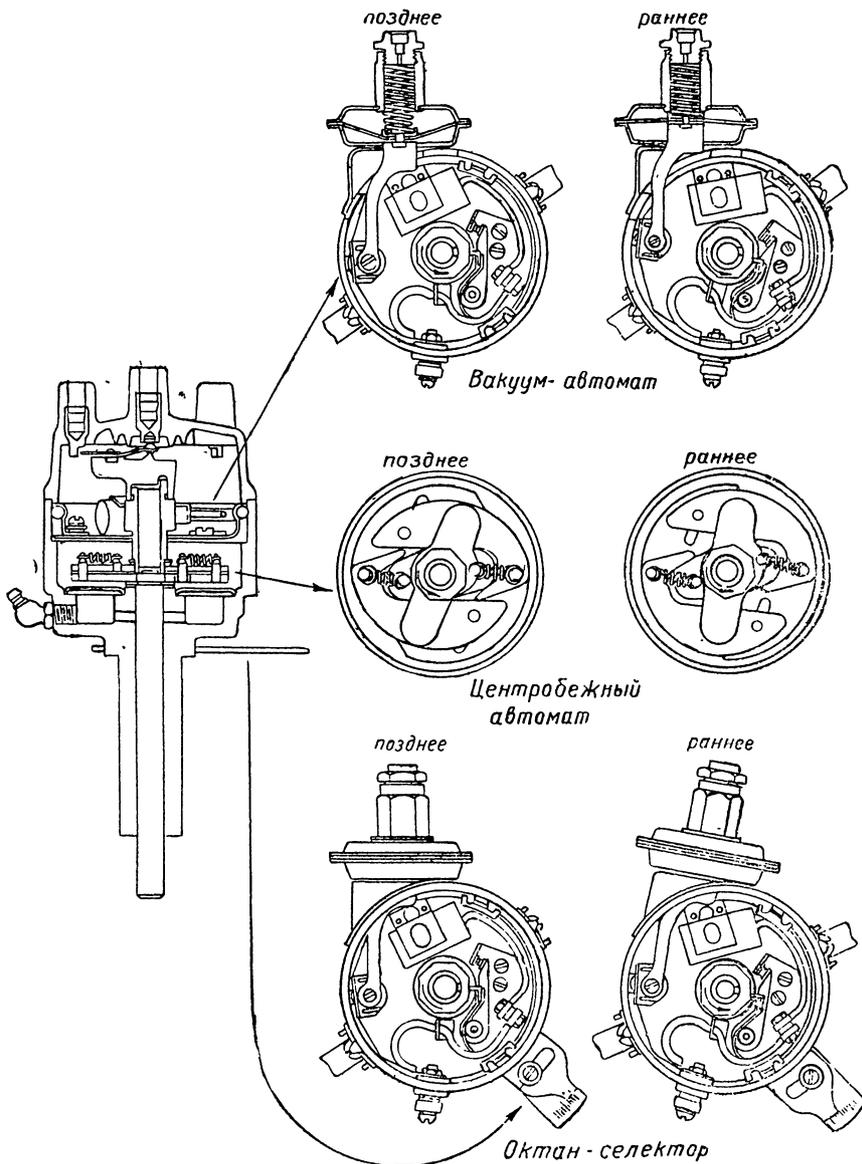
Фиг. 353. Схема вакуум автомата.

Схема прерывателя-распределителя, снабжённого помимо центробежного автомата опережения также и вакуум-автоматом, приведена на фиг. 353. Корпус вакуум-автомата состоит из двух чашек, между краями которых зажата диафрагма 1. Диафрагма соединяется с пластиной 2, установленной в корпусе при помощи рычажка 3.

Для того чтобы обеспечить устойчивость работы вакуум-автомата и чувствительность его к небольшим изменениям разрежения, пластина прерывателя монтируется в корпусе на шариках 7. Пружина 4 отжимает диафрагму влево, поворачивая пластину по направлению вращения кулачка, т. е. в положение, соответствующее позднему зажиганию. Правая полость корпуса вакуум-автомата соединена тонкой трубкой с пат-

рубком карбюратора (за дроссельной заслонкой). При полностью открытом дросселе (максимальная нагрузка) разрежение в патрубке карбюратора мало и пружина вакуум-автомата удерживает пластину 2 прерывателя в положении, соответствующем позднему зажиганию. По мере уменьшения открытия дроссельной заслонки, т. е. при уменьшении на-

### Зажигание



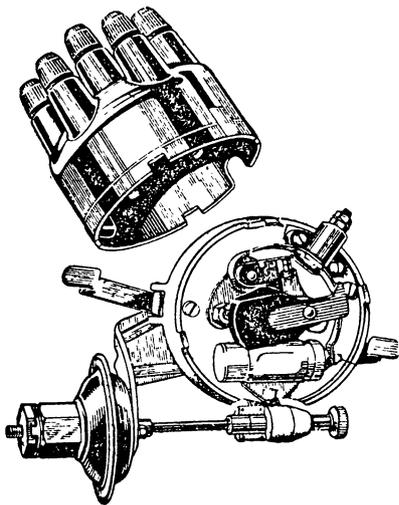
Фиг. 354. Распределительная колонка с вакуумным и центробежным автоматами опережения зажигания и октан-селектором.

грузки двигателя, разрежение во всасывающей трубе возрастает; под его действием диафрагма вакуум-автомата будет отходить вправо, поворачивая пластину 2 прерывателя в сторону большего опережения. Чем больше прикрыта дроссельная заслонка, тем больше разрежение, подводящееся к диафрагме автомата, и тем больше угол опережения зажига-

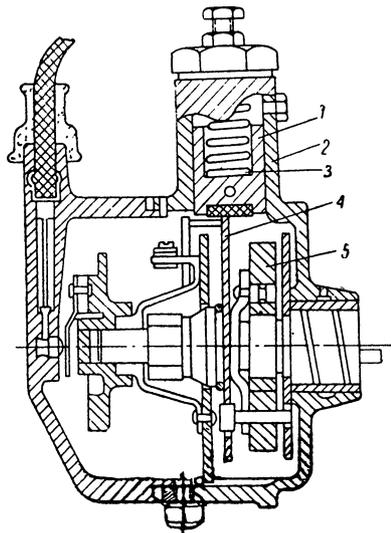
ния, устанавливаемый вакуум-автоматом. Параллельно с этим центробежный автомат, воздействуя на кулачок прерывателя, меняет момент зажигания в соответствии с изменением числа оборотов двигателя.

Центробежный и вакуумный автоматы действуют независимо один от другого. Фактический угол опережения является алгебраической суммой углов опережения, устанавливаемых каждым из автоматов соответственно числу оборотов и нагрузке двигателя.

При наличии вакуум-автомата, действующего на диск прерывателя, предварительная установка пределов опережения в зависимости от сорта применяемого топлива производится обычно поворотом всего корпуса прерывателя-распределителя. Октан-селектор (фиг. 353) в этом случае выполняется в виде поводка 5, закреплённого на корпусе и фиксируемого в определённом положении стопорным винтом 6. На фиг. 354



Фиг. 355. Распределительная колонка грузового автомобиля Остин.



Фиг. 356. Схема распределительной колонки Форд с вакуум-корректором.

приведена схема, иллюстрирующая действие трёх перечисленных выше систем регулировки опережения зажигания.

В некоторых конструкциях октан-селектор конструктивно объединяется с вакуум-автоматом, как это представлено на фиг. 355 (прерыватель-распределитель грузового автомобиля Остин). Здесь поворотом микрометрической головки изменяется длина тяги и тем самым при неизменном положении диафрагмы вакуум-автомата диск прерывателя поворачивается в ту или другую сторону. При совмещении риски тяги с буквой R (Retard) имеет место позднее зажигание, а с буквой А (Advance) — раннее. Предел изменения угла опережения, допускаемого октан-селектором,  $\pm 4^\circ$ .

В отдельных типах прерывателей-распределителей пневматические устройства для регулировки момента зажигания действуют иначе, не устанавливая последнего самостоятельно, а лишь выправляя (корректируя) по разрежению во всасывающем трубопроводе момент зажигания, устанавливаемый центробежным автоматом.

Подобный принцип применён в прерывателе-распределителе автомобиля Форд 2G8T (фиг. 356); в этой конструкции поршень 1, находящийся в цилиндре вакуум-автомата 2 (последний выполнен заодно целое с корпусом прерывателя-распределителя и соединён со всасывающим

трубопроводом двигателя) прижимается пружиной 3 к диску 4, связанному с грузиками 5 центробежного автомата.

При больших нагрузках и соответственно больших открытиях дроссельной заслонки разрежение, подводимое к поршню, не может преодолеть усилия пружины и поршень притормаживает вращение указанного выше диска, что вызывает установку кулачка прерывателя в положение, соответствующее более позднему зажиганию.

При меньших нагрузках разрежение во всасывающем трубопроводе увеличивается и пружина, преодолевая усилие, отводит поршень от диска и не препятствует вращению последнего. опережение зажигания в этих условиях осуществляется только центробежным автоматом.

Уход за системой батарейного зажигания состоит в основном в наблюдении за чистотой, удалении грязи, пыли, масла с поверхности отдельных приборов системы зажигания и проверке плотности присоединения всех проводников.

Специального ухода в системе зажигания требуют аккумулятор (см. § 5 гл. II, раздел III), свечи (см. § 3 гл. IV, раздел III) и прерыватель-распределитель. Уход за последним состоит в следующем.

1. *Смазка* через 1500—2000 км пробега. Валик прерывателя-распределителя смазывается через маслёнку, имеющуюся на корпусе, небольшим количеством (8—10 капель) масляного или жидкого машинного масла. Тем же маслом смазывается ось молоточка прерывателя (1—2 капли). При наличии автомата детали его подлежат такой же смазке. В некоторых конструкциях кулачок выполнен полым и в него заложен фетровый (фильц) фитиль, пропитываемый маслом; через соответствующие сверления масло из фитиля постепенно подводится к трущимся поверхностям. Поверхность кулачка слегка смазывается тонким слоем вазелина. Чрезмерная смазка кулачка или оси молоточка вредно отражается на работе прерывателя, так как при попадании смазки на контакты последние загрязняются, что нарушает работу прерывателя.

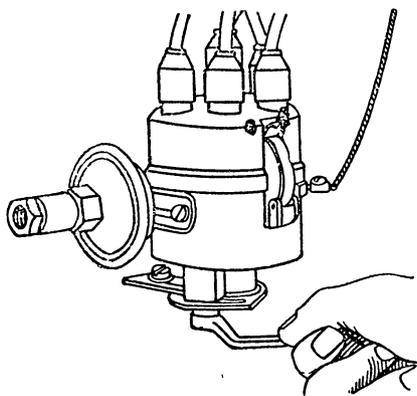
2. *Очистка контактов*. Замасленные контакты протираются замшей или чистой тряпкой, слегка смоченной в бензине. Обгоревшие контакты зачищаются надфилем. При зачистке контактов не следует стремиться полностью выбрать раковины, обычно имеющиеся на поверхности, так как при этом можно удалить слой покрытия (вольфрам, тунгстэн), необходимый для их надёжного действия. Достаточно снять неровности и обеспечить плотное прилегание поверхностей контактов.

3. *Регулировка зазора* между контактами производится при помощи щупа. Величина зазора указывается в инструкциях для каждой модели автомобиля и в среднем равна 0,5 мм.

*Установка зажигания*. При установке зажигания добиваются того, чтобы момент зажигания при неработающих автоматах опережения соответствовал рекомендованному заводскими инструкциями. Обычно в этих условиях, зажигание должно происходить при положении поршня в в. м. т. (хода сжатия) либо близкому к нему. Установка зажигания обычно производится после того, как по каким-либо причинам прерыватель-распределитель снимался или был разобран. Если в процессе эксплуатации автомобиля обнаруживаются неполадки в работе двигателя, могущие зависеть от работы системы зажигания (перегрев двигателя, чрезмерный расход горючего и т. п.), необходимо произвести проверку и в случае надобности новую установку зажигания.

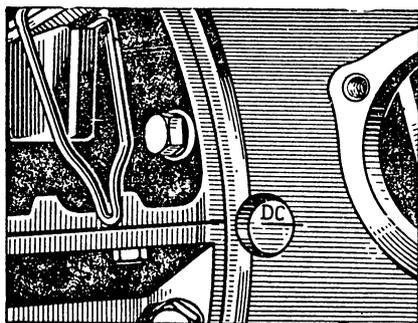
Перед проверкой или установкой зажигания необходимо убедиться в правильности зазора между контактами прерывателя. Установка зажигания производится различными способами в зависимости от конструкции прерывателя-распределителя. В прерывателе-распределителе двигателей ГАЗ-АА (фиг. 341) кулачок крепится на торце валика при помощи

винта; отпуская винт, поворачивают кулачок так, чтобы при положении поршня в в. м. т. в конце хода сжатия выступ кулачка начинал размыкать контакты прерывателя. В двигателях ГАЗ-АА для быстрого нахождения в. м. т. поршня первого цилиндра на крышке распределительных шестерён имеется контрольная шпилька. Вывернув шпильку, вставив её обратным концом в отверстие и поворачивая коленчатый вал заводной рукояткой, находят в. м. т. первого цилиндра по моменту попадания конца шпильки в углубление на торце распределительной шестерни. Аналогично производится установка зажигания и' на двигателях ГАЗ-М с той лишь разницей, что кулачок должен начинать размыкание контактов не при в. м. т. поршня, а несколько раньше ( $18,5^\circ$  по углу поворота коленчатого вала), что учтено соответствующим положением углубления для установочной шпильки на торце распределительной шестерни.

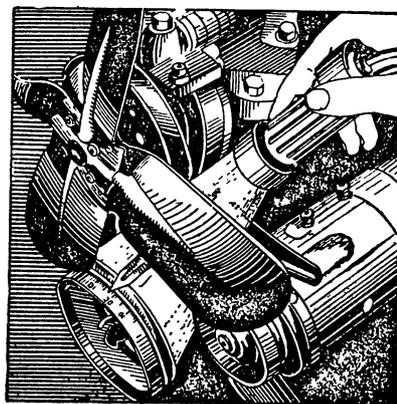


Фиг. 357. Установка зажигания поворотом корпуса колонки.

В большинстве современных двигателей регулировка момента начальной установки зажигания производится поворотом корпуса прерывателя-распределителя и закреплением его в требуемом положении (фиг. 357). Определение положения поршня (обычно первого или последнего цилиндра), при котором кулачок должен начать размыкание контактов, в большинстве случаев производится при помощи метки на маховике, устанавливаемой



Фиг. 358. Метки для установки зажигания.



Фиг. 359. Применение неоновой лампы для установки зажигания.

против риски у края отверстия в картере маховика (фиг. 358). Вместо метки в маховик иногда запрессовывается стальной шарик. На некоторых двигателях шкив, сидящий на переднем конце коленчатого вала, снабжается установочной шкалой с делениями в градусах поворота коленчатого вала.

Для того чтобы точнее уловить момент начала размыкания контактов прерывателя, в первичную цепь может быть последовательно включена контрольная лампочка, гаснущая в тот момент, когда контакты начинают размыкаться. Удобно также при установке зажигания пользо-

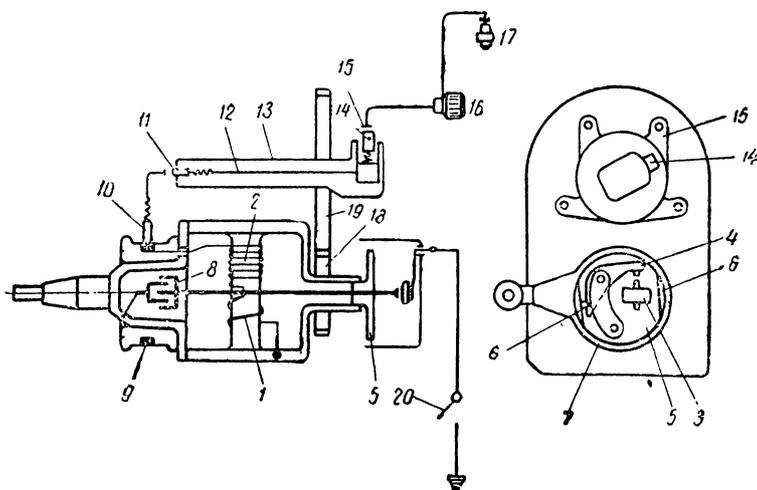
ваться неоновой лампой, включаемой последовательно свече того цилиндра, по поршню которого производится установка зажигания при работающем на холостых оборотах двигателе. Свет лампы, вспыхивающий в моменты появления искры в цилиндре, направляется на маховик (через специальный лючок) или на градуированную шкалу шкива коленчатого вала (фиг. 359). Получающийся при этом стробоскопический эффект позволяет наблюдать положение шкалы или метки как бы в неподвижном состоянии. При этом, поворачивая корпус прерывателя-распределителя в ту или другую сторону, можно непосредственно наблюдать изменение момента зажигания. Неоновая лампа также позволяет наблюдать работу центробежного и вакуумного автоматов опережения зажигания, а следовательно, проверять правильность их действия.

При установке зажигания октан-селектор должен находиться в нулевом положении. Дополнительная регулировка при его помощи производится после основной установки зажигания. Октан-селектор должен быть установлен таким образом, чтобы обеспечить отсутствие детонации при работе на полном открытии дросселя, за исключением периода разгона на полном дросселе, когда небольшие детонационные стуки допускаются.

### § 6. ЗАЖИГАНИЕ ОТ МАГНЕТО

Выше, в § 1, были изложены общие принципы системы зажигания от магнето; там же было указано, что основными типами магнето являются магнето с вращающимися обмотками и неподвижными магнитами и магнето с вращающимися магнитами и неподвижными обмотками. Рассмотрим подробнее устройство и работу магнето обоих указанных типов.

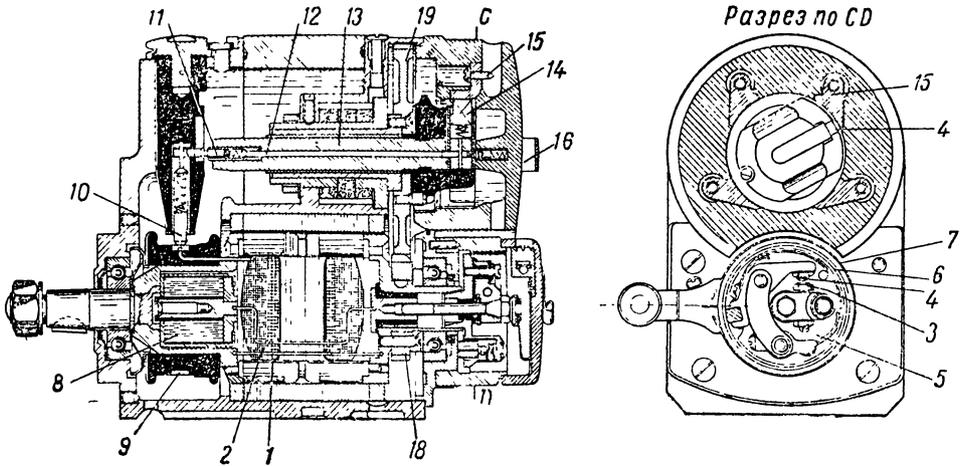
Магнето с вращающимися обмотками и неподвижным якорем. Схема устройства и разрезы магнето данного



Фиг. 360. Схема устройства магнето с вращающимися обмотками.

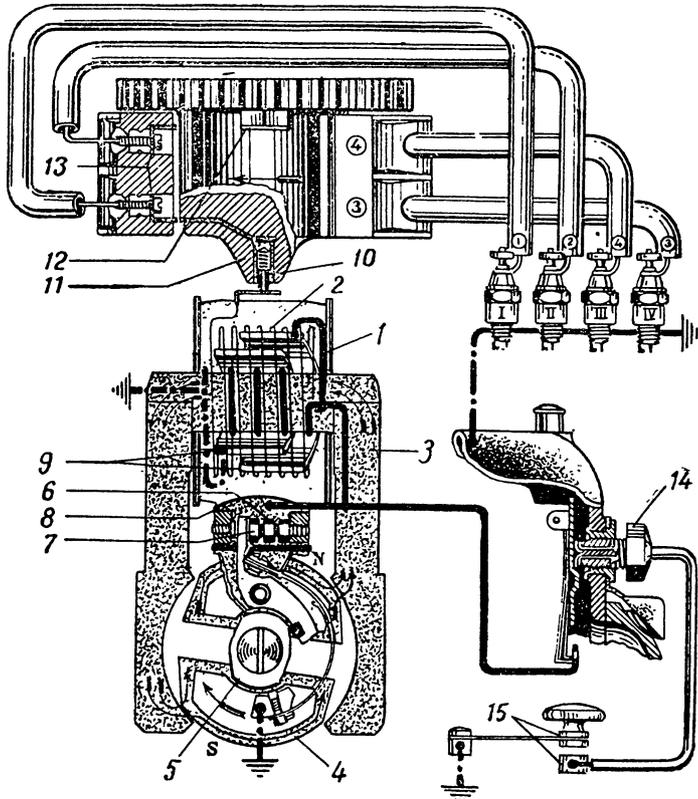
типа показаны на фиг. 360 и 361. Здесь на якоре, вращающемся между неподвижными магнитами, закреплёнными в корпусе, намотана первичная обмотка 1 и вторичная обмотка 2. Один конец первичной обмотки соединён на массу, а другой — выведен к неподвижному контакту 3 прерывателя. Через подвижный контакт молоточка 4 первичная обмотка замыкается на массу. Пластина прерывателя 5, на которой смонтированы контакты прерывателя, вращается вместе с якорем. При

набегании подушечки молоточка на выступы 6, укрепленные в обойме 7, будут размыкаться контакты прерывателя, разрывая тем самым цепь первичной обмотки якоря.

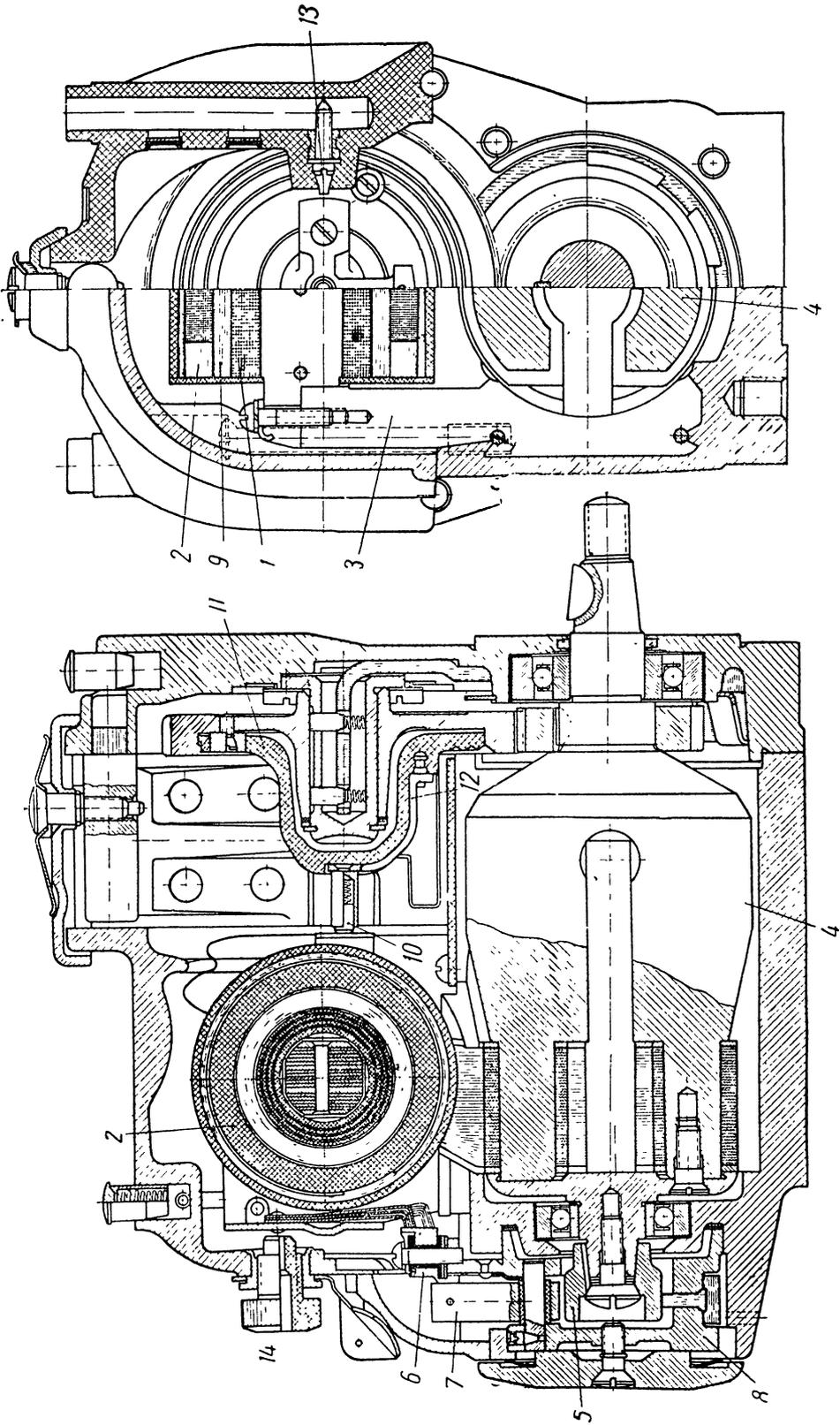


Фиг. 361. Разрез магнето Бош.

Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор 8. Вторичная обмотка одним концом соединена через первичную обмотку на массу, а другим — с контактным кольцом 9, которое вращается вместе с якорем. От кольца при помощи скользящих контактов 10 и 11 ток вы-



Фиг. 362. Схема устройства магнето с неподвижными обмотками.



Фиг. 363. Разрез магнет о СС-4 завода АТЭ.

сокого напряжения подводится к стержню 12 ротора (побегушки) 13, а от последнего через скользящий контакт 14 к сегментам 15 распределительной крышки и далее к выводным клеммам 16 и свечам 17. Ротор приводится во вращение от якоря при помощи двух шестерён 18 и 19.

Для выключения зажигания служит замок 20, посредством которого первичная обмотка якоря может соединяться с массой. Изменение момента зажигания производится поворотом обоймы 7 в ту или другую сторону.

Разрезы магнето Бош, выполненного по рассмотренной схеме, приведены на фиг. 361, на которой сохранены те же цифровые обозначения, что и на схеме фиг. 360.

При зажигании от магнето для надёжного искрообразования в момент пуска требуется большее число оборотов, чем при батарейном зажигании. Поэтому для облегчения пуска магнето иногда снабжается ускорительной муфтой, обеспечивающей ускоренное вращение ротора в момент пуска. В некоторых случаях применяется пусковое магнето, проворачиваемое в момент пуска вручную, которое приключается к дополнительному контакту на распределителе рабочего магнето. Этот контакт расположен под углом к основному скользящему контакту, что обеспечивает во время пуска более позднее зажигание.

Выше были изложены причины, в силу которых магнето описанного типа вытесняется магнето с неподвижными обмотками и вращающимся магнитом. Электрическая схема такого магнето показана на фиг. 362. Здесь первичная обмотка 1 и вторичная обмотка 2 намотаны на неподвижном П-образном сердечнике 3, между стойками которого вращается колоколообразный магнит 4. На хвостовике фланца, привёрнутого к торцу магнита, укреплён кулачок 5. Конец первичной обмотки присоединён к изолированному от массы неподвижному контакту (наковальне) прерывателя 6. Через подвижный контакт 7 (молоточек) первичная обмотка замыкается на массу. Молоточек и наковальня смонтированы на корпусе прерывателя 8. Параллельно контактам прерывателя включён конденсатор 9. Кулачок при вращении разводит контакты прерывателя, размыкая первичную цепь; индуктируемый во вторичной обмотке ток высокого напряжения через скользящий контакт 10 подводится к ротору распределителя 11, а от последнего при помощи пластин 12—к неподвижным контактам распределителя 13, соединённым проводами со свечами двигателя. От первичной обмотки имеется вывод на клемму 14, соединённую проводом с замком зажигания 15. При замыкании контактов замка первичная обмотка закорачивается на массу и зажигание выключается. Оперезание зажигания регулируется поворотом корпуса прерывателя. Разрезы магнето такого типа показаны на фиг. 363 (обозначения те же, что и на фиг. 362).

## Глава V

### СТАРТЕР

#### § 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для пуска в ход двигателя внутреннего сгорания необходимо про- вернуть коленчатый вал внешней силой с тем, чтобы обеспечить появление вспышки в каком-либо из цилиндров. Проворачивание коленчатого вала двигателя можно производить от руки, при помощи заводной рукоятки, соединяемой храповым устройством с носком коленчатого вала. Существенные недостатки такого способа пуска очевидны. Поэтому все современные автомобильные двигатели снабжаются системой элект-

ропуска, а заводная рукоятка в большинстве случаев сохраняется как резервное средство; на многих двигателях устройство для ручного пуска и заводная рукоятка отсутствуют. Это имеет место, в частности, на мощных автомобильных дизелях, проворачивание которых от руки весьма затруднительно.

Система электропуска состоит из электрического мотора постоянного тока, питаемого от аккумуляторной батареи автомобиля и называемого стартером (Start — пуск). Вал стартера на период пуска соединяется с коленчатым валом двигателя при помощи шестерёнчатой передачи.

Стартер автомобильного двигателя должен развивать мощность, необходимую для пуска двигателя, обладая при этом малыми габаритами, малым весом и высокой надёжностью. Мощность стартера определяется двумя факторами: 1) моментом сопротивления проворачиванию двигателя; 2) минимальным числом оборотов, которые необходимы для получения вспышек в цилиндрах двигателя (пусковое число оборотов).

Момент сопротивления проворачиванию в свою очередь в основном зависит от сопротивления трения и сопротивления сжатию газов в цилиндрах (компрессия).

Сопротивление трения обусловлено, главным образом, трением поршней о стенки цилиндров и в весьма большой мере зависит от вязкости масла, а следовательно, и от температуры двигателя.

Сопротивление от компрессии обусловлено затратой работы на сжатие смеси в цилиндре поршнем. Значительная часть этой работы возвращается при расширении сжатой смеси. Поэтому хотя, например в одноцилиндровом двигателе, приходится прикладывать довольно значительный крутящий момент при ходе сжатия, в целом мощность, затрачиваемая на запуск двигателя, не велика.

В многоцилиндровых двигателях благодаря последовательному чередованию или перекрытию тактов сжатия в отдельных цилиндрах и совпадению их с тактами расширения в соседних цилиндрах крутящий момент, который необходимо подвести к коленчатому валу для преодоления сопротивления от компрессии, изменяется сравнительно в небольших пределах. В основном момент сопротивления проворачиванию двигателя зависит от сопротивления трению; величина этого момента изменяется при изменении числа оборотов двигателя и его температуры.

Можно принять, что момент сопротивления проворачиванию пропорционален литражу двигателя  $L$ :

$$M = cL.$$

Коэффициент пропорциональности  $c$  на режиме пусковых оборотов и при температуре двигателя  $0^\circ$  в среднем может быть принят равным:

1. Двигатели карбюраторные:
  - четырёхцилиндровые с нормальной степенью сжатия . . . . .  $c = 3$
  - то же с повышенной степенью сжатия . . . . .  $c = 3,5$
  - шести- и восьмицилиндровые . . . . .  $c = 3,5 - 4$
2. Двигатели Дизеля . . . . .  $c = 7 - 7,5$

Пусковое число оборотов зависит от системы карбюрации и зажигания.

При современных конструкциях карбюраторов смесеобразование, обеспечивающее возможность вспышки сжатой смеси, получается уже при 30—40 об/мин коленчатого вала двигателя. Таким образом пусковое

число оборотов, если система зажигания (например батарейное зажигание, магнето с ускорительной муфтой и т. п.) не ставит дополнительных ограничений в этом отношении, можно с некоторым резервом принять равным 50 об/мин. При зажигании от нормального магнето пусковое число оборотов повышается и в среднем равно 100 об/мин. Для автомобильных дизелей оно значительно выше и доходит до 200 об/мин. Соответственно с изложенным мощность автомобильного стартера

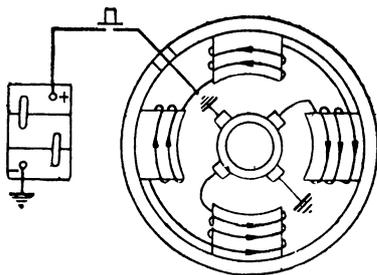
$$N_{с.} = \frac{Mn}{716,2} = \frac{с L}{716,2} \cdot n_{пус.}$$

Для карбюраторного двигателя с батарейным зажиганием это соотношение даёт мощность стартера, равную (0,2—0,25) *L л. с.*

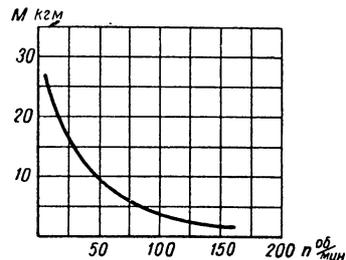
Для двигателей, имеющих зажигание от магнето, эти величины в связи с большим пусковым числом оборотов должны быть увеличены в среднем в два раза. Для дизелей мощность стартера (стартеров) в среднем принимается равной *L л. с.*

## § 2. ОБЩАЯ СХЕМА И УСТРОЙСТВО СТАРТЕРА

Выше, в соответствующих разделах, был рассмотрен общий принцип работы генератора постоянного тока; там же на фиг. 279 была приведена элементарная схема его устройства. Генератор постоянного тока обладает свойством обратимости: если подвести к щёткам генератора напряжение, то вокруг проводника образуется магнитное поле, которое, взаимодействуя с полем магнитов, вызовет перемещение проводника — вращение якоря; генератор станет работать как электромотор. Однако использование нормального автомобильного генератора в качестве стартера невозможно, так как мощность его недостаточна; кроме того, харак-



Фиг. 364. Принципиальная схема стартера.



Фиг. 365. Изменение крутящего момента в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя.

теристика шунтовой машины, т. е. машины с параллельно включёнными обмотками возбуждения, при использовании её в качестве стартера является неудовлетворительной.

Чтобы обеспечить требуемую мощность, стартеры чаще всего выполняют четырёхполюсными, а в некоторых случаях — шестиполюсными. Обмотки возбуждения стартеров включаются последовательно обмоткам якоря; таким образом стартер представляет собой так называемый серийный мотор (фиг. 364).

При такой схеме соединения магнитный поток обмоток возбуждения тем сильнее, чем больше сила тока, поступающего к стартеру, и крутящий момент последнего изменяется по закону, представленному на графике фиг. 365. Крутящий момент имеет максимальное значение

в начале пуска, а затем по мере увеличения числа оборотов уменьшается, что вполне отвечает условиям запуска двигателя, так как в начале проворачивания двигателя, особенно холодного, требуется значительное усилие, которое по мере раскрутки коленчатого вала уменьшается.

По устройству стартер, как указывалось выше, весьма сходен с автомобильным генератором. Он состоит из корпуса с полюсами и обмотками возбуждения, якоря с коллектором и щёток с соответствующей проводкой.

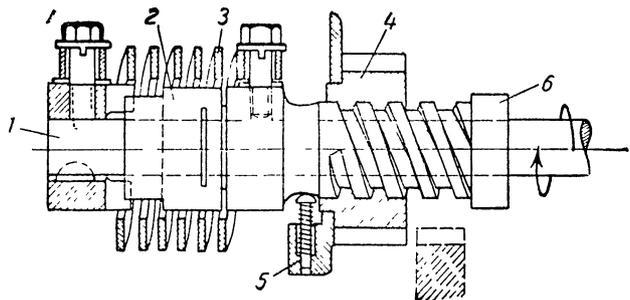
В связи с большой силой тока, проходящего через обмотки стартера, провод обмоток имеет значительно большее сечение, чем у генератора; в некоторых случаях обмотка стартера выполняется из нескольких параллельных проводов. По той же причине пластины коллектора делаются толще, чем у генератора, а медно-графитовые щётки выполняются из материала с большим содержанием меди.

Так как время работы стартера мало, якорь монтируется чаще всего не на шариковых подшипниках, а на подшипниках скольжения — бронзовых или бронзово-графитовых втулках. Последние пропитываются маслом и не требуют дополнительной смазки в процессе эксплуатации.

Особенностью конструкции стартера является наличие привода со сцепляющим механизмом, служащим для соединения на период пуска вала стартера с маховиком двигателя.

### § 3. ПРИВОД ОТ СТАРТЕРА И СЦЕПЛЯЮЩИЙ МЕХАНИЗМ

Привод от стартера к коленчатому валу двигателя осуществляется при помощи шестерёнчатой передачи, состоящей из малой шестерни, соединённой с валом якоря стартера, и зубчатого венца на маховике двигателя. Передаточное число выбирается таким, чтобы крутящий момент, передаваемый к валу двигателя, был достаточен для проворачива-



Фиг. 365. Схема привода Бендикс.

ния вала и в то же время чтобы число оборотов коленчатого вала было достаточным для запуска двигателя. На практике указанное передаточное число колеблется в пределах 10—15.

Включение привода, т. е. введение в зацепление шестерни стартера с зубчатым венцом маховика, должно производиться только на период пуска двигателя. После того как двигатель завёлся, стартер должен быть выключен; в противном случае при возросших оборотах двигателя якорь стартера получит столь высокие обороты (при 1000 оборотов вала стартер будет иметь 10 000 — 15 000 об/мин), что центробежные силы, возникающие при этом, вызовут механические повреждения стартера и

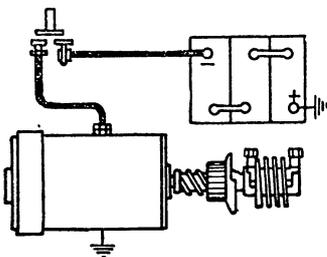
в первую очередь «вспучивание» обмоток якоря со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Включение привода стартера на период пуска и выключение его, после того как двигатель завёлся, производится посредством специального сцепляющего механизма. Включение последнего может быть принудительным механическим (например нажатием ноги водителя на специальную педаль) либо автоматическим. Выключение стартера, после того как двигатель завёлся, всегда происходит автоматически.

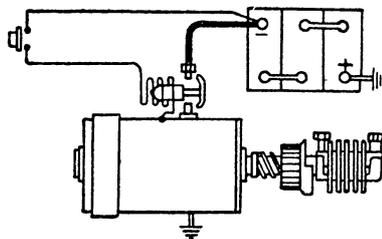
Среди автоматических приводов наибольшее распространение получил инерционный привод Бендикса, схема которого представлена на фиг. 366.

На хвостовике вала якоря стартера 1 посажена втулка, связанная с валом посредством пружины 3. На втулке выполнена винтовая нарезка, на которой посажена шестерня стартера 4.

При включении стартера его вал вместе с втулкой начинает вращаться; шестерня же 4, удерживаясь от вращения противовесом 5, нач-



Фиг. 367. Схема непосредственного управления стартером.



Фиг. 368. Схема дистанционного управления стартером.

нёт при этом перемещаться по резьбе вдоль втулки и войдёт в зацепление с зубчатым венцом маховика. После того как шестерня 4 дойдёт до упора 6, имеющегося на втулке, она станет вращаться вместе с последней, а следовательно, и вместе с валом стартера, передавая, таким образом, вращение маховику двигателя. Как только двигатель заведётся, окружная скорость зубьев венца маховика станет больше окружной скорости зубьев шестерни стартера, и последняя будет вращаться с угловой скоростью большей, чем угловая скорость втулки. Благодаря этому шестерня станет перемещаться по резьбе вдоль втулки в обратном направлении до тех пор, пока не выйдет из зацепления с венцом маховика. Таким образом произойдёт автоматическое выключение привода стартера.

Пружина, связывающая втулку с валом стартера, предохраняет стартер и шестерни привода от ударной нагрузки при включении последних, а также при возможных обратных вспышках двигателя в период его заводки. Под пружиной установлена втулка 2, ограничивающая возможное скручивание пружины.

Управление стартером может быть непосредственным или дистанционным. Схема непосредственного управления приведена на фиг. 367. Нажатием на педаль стартера водитель непосредственно соединяет стартер с батареей, и вал стартера начинает вращаться. При дистанционном управлении (фиг. 368) водитель, нажимая на кнопку, расположенную обычно на приборном щитке, включает пусковое реле, сердечник которого производит включение стартера. При дистанционном управлении имеется возможность сократить длину проводов в цепи стартер — батарея, рассчитываемых на большую силу тока, заме-

нив их тонкими проводами, соединяющими кнопку с пусковым рэле, что важно в том случае, когда аккумуляторная батарея, стартер и включающее устройство находятся на большом расстоянии друг от друга. Кроме того, при дистанционном управлении имеется возможность подключить кнопку стартера через дополнительный выключатель, объединённый с замком выключения зажигания; таким образом включить стартер можно только после включения зажигания. При непосредственном управлении в связи с большой силой тока, проходящего по цепи, это потребовало бы слишком громоздких включающих устройств, которые было бы весьма затруднительно объединить с замком выключения зажигания.

Введение принципа дистанционного управления позволило также осуществить специальные дополнительные пусковые устройства, автоматически включающие стартер при включении зажигания, что упрощает процесс пуска двигателя.

Принцип действия и схема одного из таких устройств — «Стартикс» описаны ниже, в конце этого параграфа.

Наконец, при расположении двигателя сзади автомобиля, что имеет место на некоторых типах легковых автомобилей (Мерседес, Татра и др.) и на ряде моделей автобусов, применение дистанционного управления является единственно целесообразным; применение непосредственного управления стартером вызвало бы помимо значительного расхода проводов уменьшение мощности стартера благодаря большому падению напряжения в цепи аккумуляторная батарея — стартер.

Указанные преимущества обуславливают растущее применение дистанционного управления стартером, особенно на автомобилях высокого класса, главным образом легковых.

Значительное распространение дистанционное управление получило на европейских легковых автомобилях.

В Америке дистанционное управление стартером применяется на легковых автомобилях Паккард, Кадиллак, Крайслер, Гудзон, Линкольн, Нэш и некоторых других.

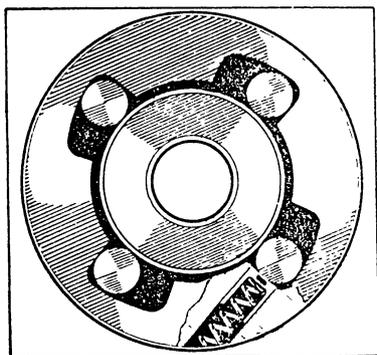
Для того чтобы после заводки двигателя вал стартера перестал вращаться, водитель прекращает подачу тока к нему, прекращая нажатие на педаль (при системе непосредственного включения) или на кнопку стартера (при дистанционном включении). При инерционном включении привода стартера, как только двигатель завёлся, необходимо немедленно прекратить подачу тока к стартеру, так как в противном случае шестерня стартера будет ударяться о вращающийся с большой скоростью зубчатый венец маховика, что может привести к быстрому износу торцов зубьев.

В стартерах с механическим неавтоматическим включением привода шестерня перемещается по шлицам вала стартера и входит при этом в зацепление с зубчатым венцом маховика. Рычаг, перемещающий шестерню, после того как она вошла в зацепление с зубчатым венцом маховика, замыкает цепь стартера. Между шестернёй привода и валом стартера вводится муфта свободного хода, устроенная таким образом, что вращение может передаваться только от вала стартера к шестерне и далее к маховику. Если же маховик начнёт вращать шестерню с угловой скоростью, большей угловой скорости вала стартера, то муфта отключит от вала шестерню, и последняя будет вращаться вхолостую.

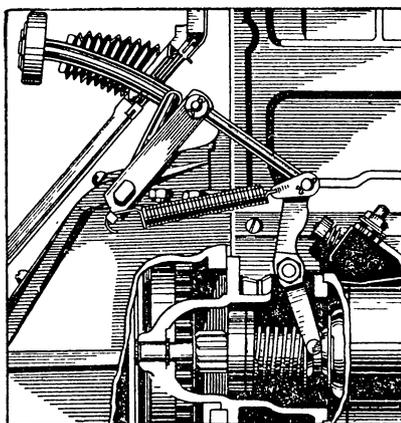
Чтобы смягчить удар в момент включения шестерни, между внутренней обоймой муфты свободного хода и кольцом отводки, на которую воздействует вилка рычага включения, установлена пружина.

Обычно применяется муфта свободного хода роликового типа, состоящая из внутренней обоймы, связанной с валом стартера, и наружной обоймы, выполненной в одно целое с шестернёй привода. В клиновых ка-

навах наружной обоймы (фиг. 369) расположены ролики, отжимаемые пружинами в сторону меньшей высоты канавок (против часовой стрелки). Если при движении внутренней и наружной обойм (а следовательно, вала стартера и шестерни привода, связанной с маховиком) против часовой стрелки скорость внутренней обоймы больше скорости внешней, то ролики заклинятся в канавках наружной обоймы (чему способствуют пружины), и последняя станет вращаться с валом стартера, как одно целое, передавая крутящий момент. Когда скорость шестерни и наружной обоймы станет больше, чем внутренней обоймы (что будет иметь



Фиг. 369. Муфта свободного хода стартера Шевроле.



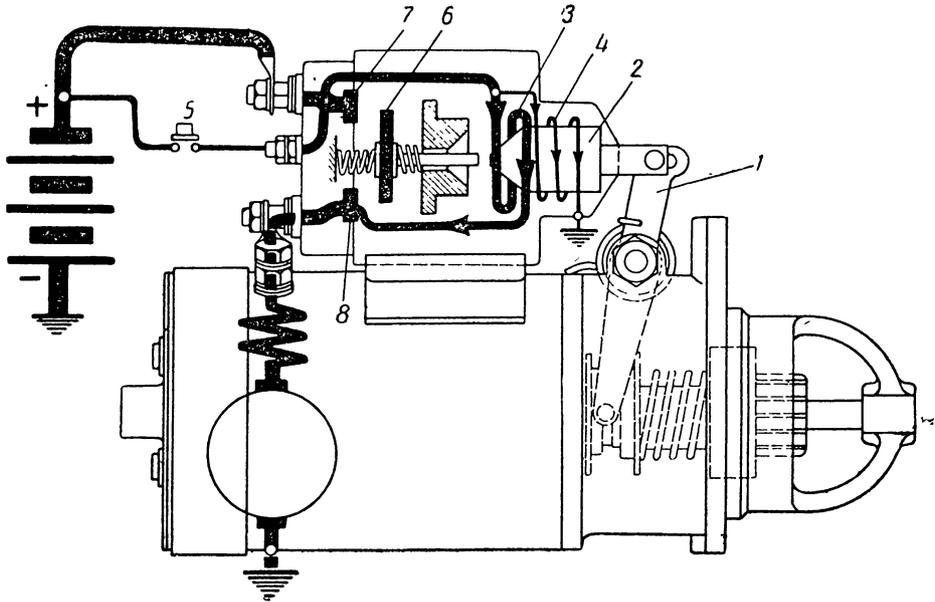
Фиг. 370. Привод стартера Шевроле.

место после того, как двигатель завёлся), то ролики силой трения, преодолев сопротивление пружин, будут отведены в более высокую часть канавки, и наружная обойма станет свободно вращаться относительно внутренней.

При системе механического включения привода управление также может быть непосредственным и дистанционным. На фиг. 370 показана система непосредственного управления стартером грузового автомобиля Шевроле при помощи педали и рычажного механизма. При нажатии на педаль шестерня привода вводится в зацепление с венцом маховика, после чего рычаг нажимает на кнопку выключателя стартера, соединяя его с аккумуляторной батареей. Если зубья шестерни стартера в момент включения окажутся против зубьев венца маховика и шестерня не сможет войти в зацепление, то цилиндрическая пружина, находящаяся между кольцом отводки и шестернёй, сожмётся и даст возможность рычагу включения замкнуть цепь стартера. Как только стартер начнёт вращаться, шестерня привода под действием сжатой пружины быстро войдёт в зацепление с венцом на полную длину зуба.

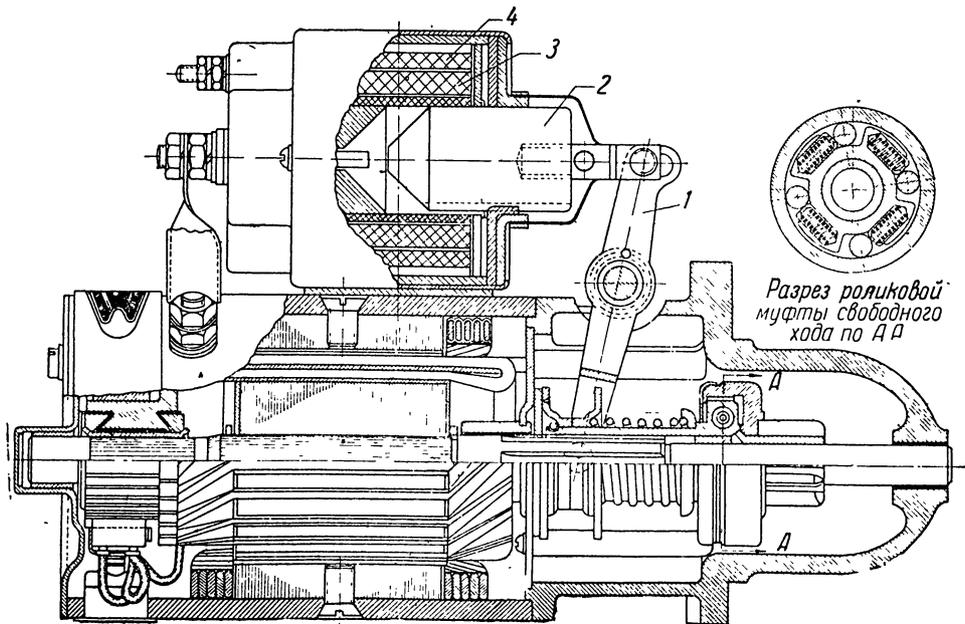
Стартеры с принудительным включением привода могут выполняться также и с дистанционным электромагнитным управлением. В этом случае пусковое реле, устанавливаемое на стартере, должно быть достаточно мощным, чтобы не только замкнуть цепь стартера, но и произвести перемещение шестерни привода и ввести её в зацепление с венцом маховика. Примером стартера с принудительным включением привода и электромагнитным управлением может служить стартер автомобиля ЗИС-101 (тип СЛ-23). Схема его приведена на фиг. 371, а устройство показано на фиг. 372. Рычаг включения 1, перемещающий шестерню привода, связан с якорьком 2 пускового реле, имеющего на своём сер-

дечнике серию обмотку 3 и шунтовую обмотку 4. При замыкании выключателя 5 (кнопка на щитке водителя) ток из аккумулятора поступает к обмоткам реле, якорь, втягиваясь в электромагнит, поворачивает



Фиг. 371. Схема стартера автомобиля ЗИС-101.

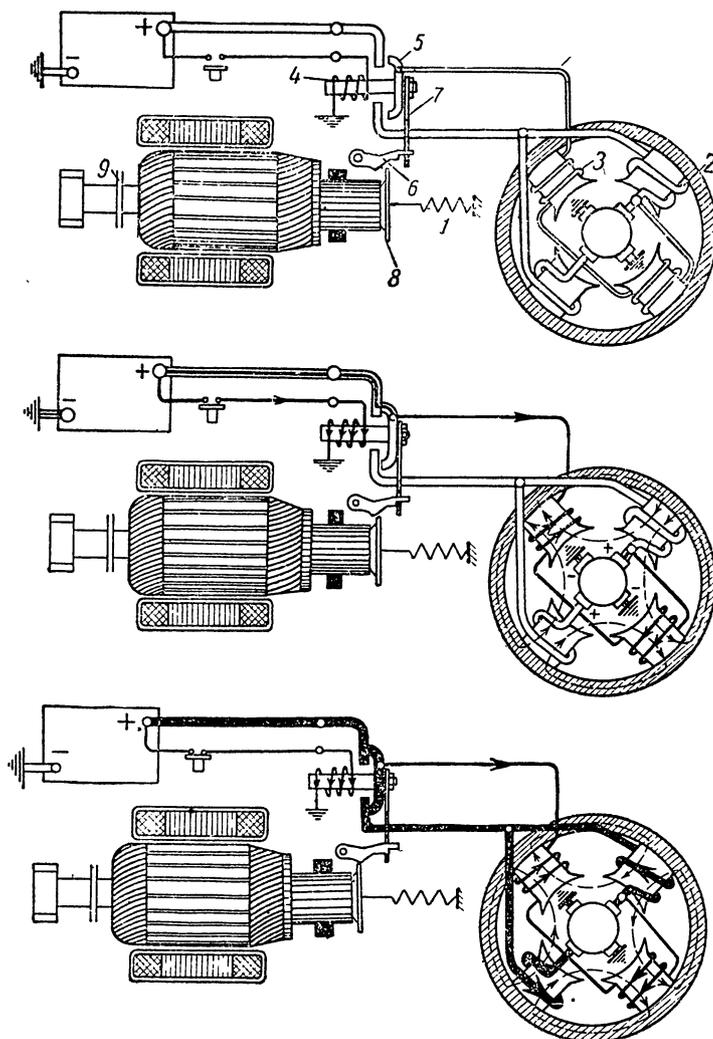
рычаг включения 1, который вводит в зацепление с венцом маховика шестерню привода. Когда шестерня войдет в зацепление больше чем на половину длины зуба, сердечник прижмет пластину 6 к контактам 7 и 8 и замкнет таким образом цепь стартера. Одновременно будет закор-



Фиг. 372. Разрез стартера.

чена серпесная обмотка 3 электромагнита, и якорёк 2 будет удерживаться во втянутом состоянии только действием магнитного поля шунтовой обмотки 4.

Чтобы обеспечить возможность выключения стартера при случайном заедании шестерни привода между зубьями венца маховика, отверстие, при помощи которого соединяется рычаг включения с поводком якорька, выполнено удлиненным. Это даёт возможность контактной



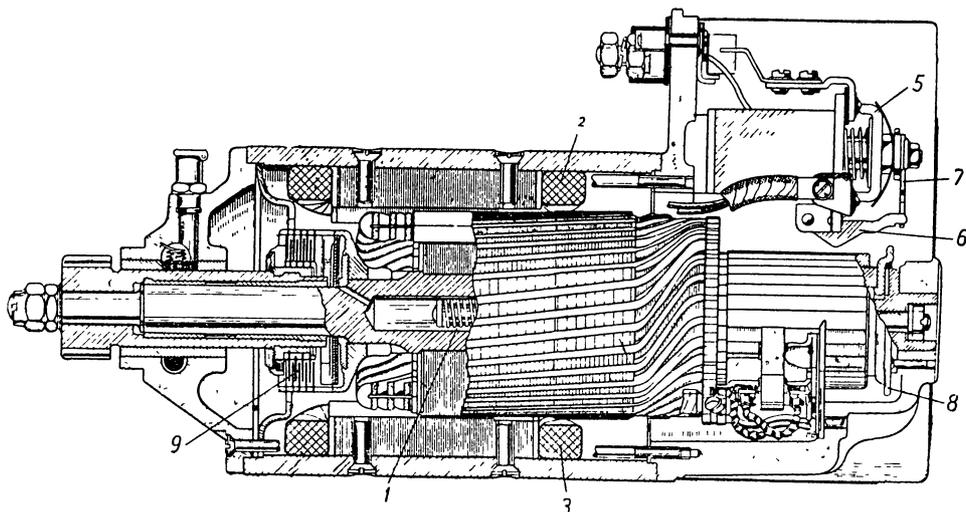
Фиг. 373. Схема действия стартера с перемещающимся якорем.

пластине 6 с якорьком под действием пружины, имеющейся у пластины, отойти назад и разомкнуть цепь стартера.

Для предохранения якоря стартера от разноса между шестернёй привода и валом стартера установлена муфта свободного хода.

Как инерционное, так и принудительное устройства включения привода могут быть применены к стартеру любого типа. Специфическую конструкцию и схему имеют стартеры с электромагнитным включением и подвижным якорем; такие стартеры, выпускаемые рядом фирм и, в частности, фирмой Бош, имеют значительное распространение на ряде европейских автомобилей.

Принцип действия стартеров с электромагнитным включением и подвижным якорем состоит в том, что в выключенном состоянии якорь смещён в осевом направлении относительно обмоток возбуждения (полюсов). Когда в обмотки полюсов поступает ток, они втягивают якорь, причём шестерня привода, сидящая на валу якоря, входит в зацепление с венцом маховика. На фиг. 373 сверху представлена схема стартера в выключенном положении; здесь якорь смещён относительно полюсов и удерживается в таком положении пружиной 1. В системе возбуждения имеются две обмотки — вспомогательная 2 и основная 3. На средней схеме кнопка стартера нажата и ток из аккумулятора поступает к обмотке пускового реле 4. Сердечник реле, втягиваясь между обмотками, прижмёт верхнюю, более длинную лапку контактного мостика 5 к клемме провода, идущего от аккумулятора. Дальнейшее перемещение сердечника реле ограничено собачкой 6, в которую упирается планка 7 с прорезью, связанная с сердечником. При данном положении контактного



Фиг. 374. Разрез стартера с перемещающимся якорем.

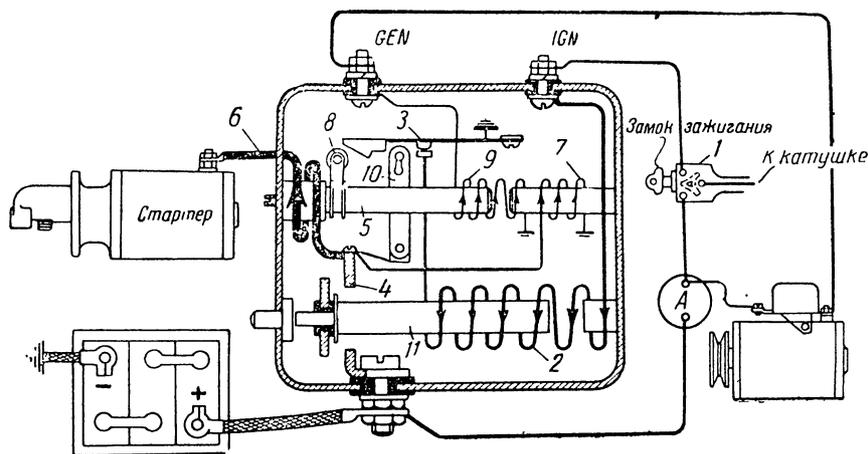
мостика ток будет поступать во вспомогательную обмотку полюсов, имеющую большое количество витков. Благодаря этому якорь станет интенсивно втягиваться между полюсами, одновременно вращаясь с малым усилием, так как вследствие большого числа витков обмотки её сопротивление велико и сила тока мала. Долевое перемещение якоря, совмещённое со слабым вращением, обеспечивает мягкое введение в зацепление с венцом маховика шестерни привода, сидящей на валу якоря. Когда якорь с шестернёй переместится на требуемое расстояние, диск 8 отведёт собачку 6 (см. нижнюю схему фиг. 373), и контактный мостик замкнёт цепь основной обмотки возбуждения; якорь, развивая полный крутящий момент, начнёт вращаться, проворачивая маховик двигателя.

После того как двигатель завёлся, нагрузка стартера резко падает, а число оборотов возрастает. Сила тока, поступающего в обмотки, снижается, и пружина 1, преодолев магнитное действие обмоток, возвратит якорь в исходное положение, одновременно выведя шестерню привода из зацепления с зубчатым венцом маховика.

Для того чтобы стартер в случае несвоевременного вывода шестерни привода из зацепления с зубчатым венцом маховика после заводки двигателя не пошёл вразнос, между шестернёй привода и валом стартера вводится храповое устройство того или другого типа. В стартерах Бош

это устройство выполнено в виде многодисковой фрикционной муфты 9; ведомая втулка муфты с упорным фланцем сидит на винтовой части хвостовика шестерни привода таким образом, что когда вал стартера ведёт шестерню привода, а следовательно, и маховик, диски муфты зажаты, и она передаёт вращение. Когда ведёт маховик, втулка с упорным фланцем отходит в сторону, диски освобождаются, и муфта вращения не передаёт. Для предохранения от ударов при обратных вспышках в двигателе в муфте предусмотрены амортизирующие пружинные шайбы. Разрез стартера, выполненного по подобной схеме, приведён на фиг. 374.

Обычно для пуска двигателя необходимо предварительно включить зажигание, после чего следует нажать на педаль или кнопку стартера. В последнее время разработаны устройства, имеющие целью упростить пуск двигателя таким образом, чтобы при включении зажигания стартер включался автоматически. Примером такого устройства может служить приспособление «Стартикс». Указанное приспособление представляет



Фиг. 375. Схема «Стартикса».

собой электромагнитный автомат, включающий стартер при включении зажигания. Когда двигатель завёлся, стартер автоматически выключается, если же при включённом зажигании двигатель заглох, то «Стартикс» вновь будет включать стартер. Схема «Стартикса» приведена на фиг. 375. Когда при помощи замка 1 включается зажигание, то одновременно ток из аккумулятора поступает в обмотку основного пускового реле 2 и попадает на массу, проходя через контакты 3. Сердечник будет втягиваться электромагнитом и, замыкая пластинчатый контакт 4, включает стартер; последний начнёт вращаться и заведёт двигатель. Одновременно ток подводится к обмоткам выключающего реле 5: серийной обмотке 6 и шунтовой обмотке 7. Действие витков указанных обмоток таково, что обмотка 6 стремится переместить сердечник влево, а обмотка 7 вправо. У сердечников обоих реле расположены лёгкие пружинки, не показанные на схеме, удерживающие их при неработающем устройстве в крайнем левом положении. Пока двигатель проворачивается стартером, по обмотке 6 проходит большой ток, и она действует на сердечник с большей силой, чем обмотка 7. Как только двигатель завёлся и нагрузка стартера упала, ток, проходящий по обмотке 6 снизится настолько, что действие обмотки 7 начнёт преобладать, и она втянет сердечник; при этом отводка 8, имеющаяся на сердечнике, разомкнёт контакты 3, цепь пускового реле разорвётся и стартер

выключится. Выключающее реле имеет ещё одну дополнительную шунтовую обмотку 9, соединённую с генератором. При работающем двигателе ток, поступающий в эту обмотку из генератора, не даёт возможности сердечнику реле переместиться влево и включить контакты 3, а следовательно, и основное пусковое реле. Если же двигатель заглохнет и ток из генератора перестанет поступать в обмотку 9, то стартер мог бы быть вновь включён. Чтобы этого включения не произошло тогда, когда перед остановкой вал двигателя по инерции делает ещё значительное число оборотов, на подвижном контакте имеется грузик, который, после того как отводка 8 отойдет от него, вызывает вибрацию контактов, препятствуя замыканию в течение нескольких секунд, что является достаточным для остановки двигателя. В системе предусмотрен термостат 10, периодически размыкающий контакты 3 в том случае, если стартер при включённом зажигании не может провернуть двигатель. Контакты 4, нагреваясь под действием большого разрядного тока батареи, вызывают нагрев и удлинение термостата, который размыкает контакты 3 (с частотой 1—2 раза в минуту), разрывая цепь пускового реле 2. Это предохраняет аккумулятор от разрядки и сигнализирует водителю характерным звуком при размыкании и замыкании контактов об имеющейся неисправности. Для возможности проворачивания двигателя стартером при невключённом зажигании служит кнопка, перемещающая непосредственно сердечник 11 пускового реле.

Помимо «Стартикса» имеется ещё ряд систем автоматизации пуска двигателя, в которых включение стартера производится объединённо с какой-либо другой операцией, связанной с пуском двигателя или троганием машины, например с нажатием на педаль акселератора. После того как двигатель завёлся, вакуумное устройство, соединённое с всасывающим трубопроводом двигателя, выключает привод от педали акселератора к пусковому органу стартера.

#### § 4. УХОД ЗА СТАРТЕРОМ

Уход за современными автомобильными стартерами сводится в основном к удалению с них пыли и грязи, проверке плотности присоединения проводов, смазке подшипников и чистке коллектора.

Смазка подшипников в процессе эксплуатации производится через имеющиеся маслёнки 8—10 каплями масла через каждые 5000—8000 км пробега автомобиля. Излишняя смазка вредна, так как масло, попадая на коллектор, может вызвать отказ в работе стартера. Для смазки стартера должно применяться лёгкое масло типа «кастроль», турбинного и т. п. В тех случаях, когда для смазки двигателя используется высококачественное масло, можно производить смазку стартера моторным маслом, что и рекомендуется инструкциями ряда американских автомобилей.

Если на стартере не предусмотрены маслёнки, то смазка подшипников производится при разборке стартера, приуроченной к ремонту или чистке. Трущиеся части механизма привода стартера также должны смазываться лёгким маслом. Применение густой смазки, особенно в холодную погоду, создаёт возможность прихватаивания подвижной части привода и отказа в работе сцепляющего устройства.

Чистка коллектора стартера производится так же, как и чистка коллектора генератора. Большое значение для безотказной работы стартера имеет надлежащее нажатие щёток на коллектор. Чрезмерное нажатие щёток вызывает ускоренный износ как коллектора, так и самих щёток; с другой стороны, при слишком слабом нажатии может происходить искрение и, как следствие, быстрое обгорание пластин коллектора.

Часто наблюдающейся неисправностью стартера является обгорание, а иногда и сваривание контактов включателя стартера. В этом случае производится разборка включателя и тщательная зачистка контактов.

Большинство конструкций стартеров эксплуатационных регулировок не требует.

Как видно из приведённого выше, объём работ по уходу за стартером незначителен. Отказы в работе стартера чаще всего вызываются нарушением плотности соединения проводов или разрядкой аккумулятора. Последнее зависит в весьма большой степени от того, как пользуется стартером водитель. Следует помнить, что наибольший ток потребляется стартером в момент начала проворачивания двигателя. В силу этого не следует рекомендовать при пуске кратковременное и многократное нажатие на педаль или кнопку стартера; целесообразней держать стартер включённым в течение 3—4 сек. (но не больше), до тех пор пока двигатель не заведётся. При пуске в холодную погоду необходимо предварительно несколько раз провернуть двигатель вручную, с тем чтобы нарушить плёнку застывшего масла между стенками цилиндра и поршнями. Рекомендуется также при заводке в холодную погоду сцепления держать выключенным, чтобы разгрузить стартер от проворачивания шестерён коробки перемены передачи в застывшей густой смазке. В некоторых конструкциях это автоматически обеспечивается тем, что включатель стартера расположен под педалью сцепления и приводится в действие в конце её хода.

## Глава VI

### ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ И ОБЩАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

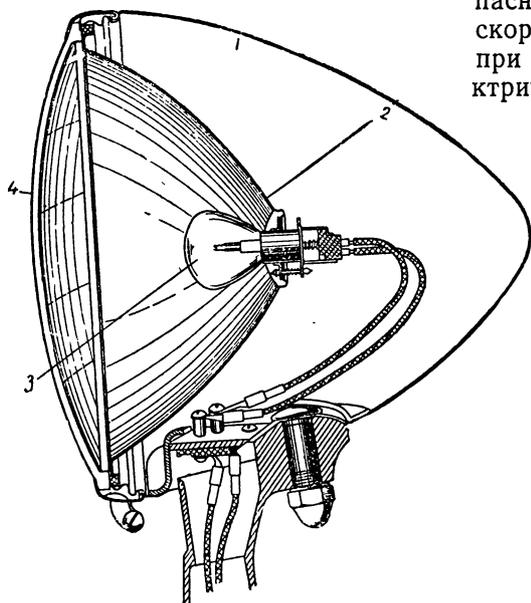
#### § 1. ОСВЕЩЕНИЕ

Приборы освещения, устанавливаемые на автомобиле, могут быть разбиты на три группы: приборы наружного освещения, приборы внутреннего освещения и сигнальные и габаритные фонари.

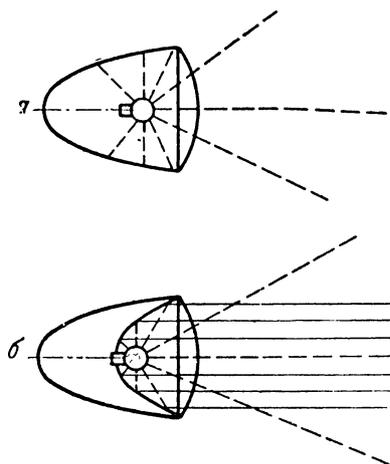
Основное наружное освещение осуществляется двумя фарами, устанавливаемыми обычно на передних крыльях и имеющих назначением освещать дорогу перед автомобилем.

Фара (фиг. 376) состоит из корпуса 1, в котором установлены рефлектор 2, лампа 3 и стекло (рассеиватель) 4. Корпус предохраняет основные части фары от попадания воды, грязи и пыли. Обычно корпус изготавливается из листового железа и с наружной стороны окрашивается или хромируется. В рефлекторе устанавливается патрон для лампочки, соединённый внутренними проводами с клеммами, к нижней стороне которых крепятся наружные провода. Назначение рефлектора — собрать и направить узким пучком на дорогу световые лучи лампы. Если бы рефлектора в фаре не было (фиг. 377, а), то значительная часть световых лучей (условно показаны пунктирными прямыми), выходящих из лампы, поглощалась бы внутренней стенкой корпуса, а часть лучей, выходящих из фары, рассеивалась бы таким образом, что освещённость полотна дороги перед автомобилем была бы весьма слабой. Рефлектор, собирая лучи лампы и отражая их пучком параллельных или почти параллельных лучей (фиг. 377, б), даёт возможность направить концентрированный световой поток на полотно дороги в требуемом удалении от автомобиля. Собирая почти все лучи, испускаемые лампой, и концентрируя их в узкий пучок, рефлектор во много раз увеличивает силу света фары; благодаря

этому хорошая освещённость участка дороги, лежащего на расстоянии 100—150 м от автомобиля (необходимое расстояние по условиям безопасности движения ночью с высокой скоростью), может быть достигнута при относительно малой затрате электрической энергии.



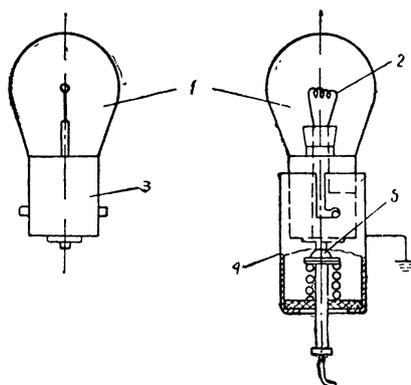
Фиг. 376. Фара М-1.



Фиг. 377. Действие рефлектора фары.

Параллельность отражённых лучей достигается применением рефлектора параболической или близкой к ней формы, с лампой, помещаемой в его фокусе. Рефлекторы изготавливаются из листовой латуни или из листового железа. После штамповки внутренняя поверхность рефлектора подвергается тщательной отделке — шлифовке, полировке, серебрению или хромированию и, наконец, вторичной полировке.

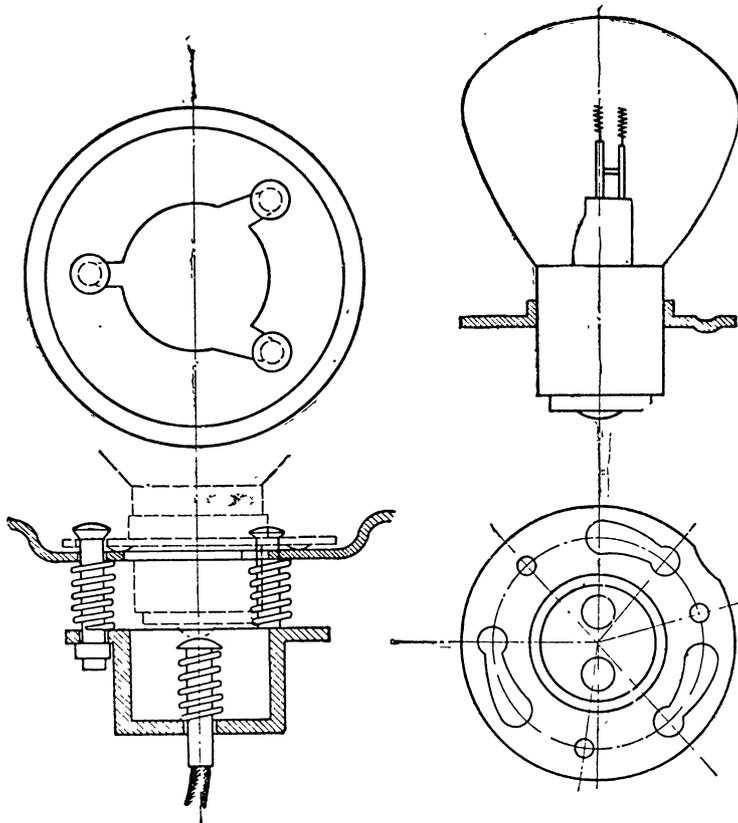
Лампы, применяемые в автомобильных фарах, обычно выполняются газонаполненными, с вольфрамовой нитью. Лампа (фиг. 378) состоит из колбы 1 шаровой или каплеобразной формы, нити накала 2 и цоколя 3. Штифты, имеющие на цоколе лампы, вводятся в прорези патрона 4 и при повороте лампы входят в боковые отводы указанных прорезей; в этом положении цоколь отжимается пружинным контактом 5 патрона, чем и обеспечивается крепление лампы. Один конец нити накала выведен к изолированному контакту на торце цоколя, к которому прижимается также изолированный пружинный контакт патрона, соединённый проводом с внешней осветительной проводкой. Другой конец нити накала выведен на боковую поверхность цоколя и через стенку патрона соединяется с массой. Патрон описанного типа носит название «малый Сван». Будучи достаточно простым по своему устройству, он, однако, не обеспечивает точной установки и фиксации лампы в фокусе рефлектора. Поэтому в настоящее время для ламп, устанавливаемых в фарах, часто применяют



Фиг. 378. Автомобильная лампа с патроном «малый Сван».

цоколь с напаянным фланцем, имеющим три несимметрично расположенных отверстия с прорезями, в которые входят пружинные штифты патрона (фиг. 379). Несимметричность прорезей обеспечивает установку лампы в патроне только в определённом положении, что особенно важно при двухнитевых лампах (см. ниже). Крепление типа «Сван» сохранено, главным образом, в лампах, работающих без оптической системы,— в подфарниках, плафонах и т. д.

В фарах старых конструкций предусматривалась возможность осевого перемещения патрона с лампой для установки последней в фокусе



Фиг. 379. Фланцевое крепление лампы.

рефлектора. В более новых конструкциях в связи с введением фланцевого крепления ламп регулировки положения лампы в процессе эксплуатации не требуется.

В СССР выпускаются автомобильные лампы с номинальной силой света от 3 до 21 свечи, причём в фарах устанавливаются обычно лампы с максимальной силой света; для внутреннего освещения, сигнальных приборов и т. п. применяются меньшие лампы.

Мощность, потребляемая лампой, зависит от её силы света. Большие автомобильные лампы потребляют в среднем 0,7—0,9 W на одну свечу; в малых лампах эти цифры выше и доходят, например, для трёхсвечевой лампы до 1,5 W на свечу.

Рассеиватель представляет собой стекло, внутренняя поверхность которого выполнена рифлёной и является как бы набором преломляющих призм или линз или комбинацией тех и других. Если бы рассеиватель отсутствовал, то пучок лучей, собранных рефлектором и выходящих из

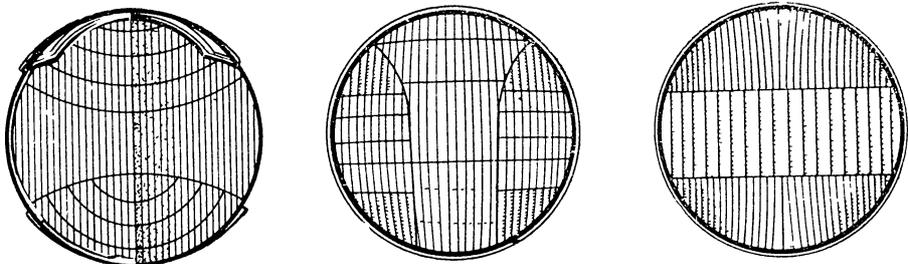
фары, ложился бы на дорогу ограниченным световым пятном; рифлёная поверхность стекла рассеивает эти лучи в требуемых пределах, чем обеспечивается освещённость необходимого участка дороги. На фиг. 380 показаны различные типы рассеивателей, применяемых на американских автомобилях.

В настоящее время в США получила распространение своеобразная система под названием «Sealed Beam» («запаянный луч»), в которой стеклянный рефлектор и рассеиватель наглухо присоединены друг к другу. Во внутренней полости установлена нить накала; таким образом лампа представляет одно целое с рефлектором и рассеивателем.

Видоизменением этого устройства является конструкция фары, в которой обычная лампа закрепляется в рефлекторе, после чего последний наглухо соединяется с рассеивателем, образуя единый комплект.

В обоих случаях при перегорании лампы замене подлежит весь комплект.

При разработке конструкции фар весьма большое внимание уделяется борьбе со слепящим действием фар на водителей встречных авто-



Фиг. 380. Различные типы рассеивателей.

мобилей. Одним из наиболее распространённых мероприятий является применение двухнитевых ламп. Одна из нитей располагается в центре колбы, и следовательно, в фокусе рефлектора и даёт нормальный «дальний» свет. При переключении на вторую нить, расположенную над оптической осью рефлектора, отражённые от верхней части рефлектора лучи падают на близлежащий участок дороги, давая «ближний» свет; при этом пучок света, падающий на дорогу, делается более широким, захватывая более широкую полосу пути. «Ближний» свет применяется также при городском движении с невысокими скоростями. В получившей достаточно широкое распространение двухнитевой лампе «Билюкс» нить ближнего света смещена вверх и вперёд и под ней расположена пластина (экран), препятствующая попаданию лучей на нижнюю поверхность рефлектора, благодаря этому на дорогу попадают только наклонные лучи, отражающиеся от верхней части рефлектора, поэтому ослепляющее действие фары резко снижается (фиг. 381).

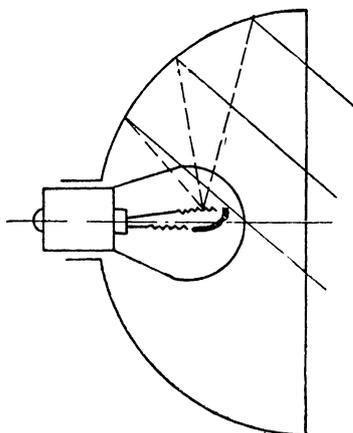
Переключение с дальнего света на ближний производится водителем при помощи центрального или ножного переключателя.

Во многих конструкциях фар для получения ближнего света применяется дополнительная лампа, установленная в верхней части рефлектора (фиг. 382) таким образом, что световой поток направляется в основном вниз на близком расстоянии от автомобиля.

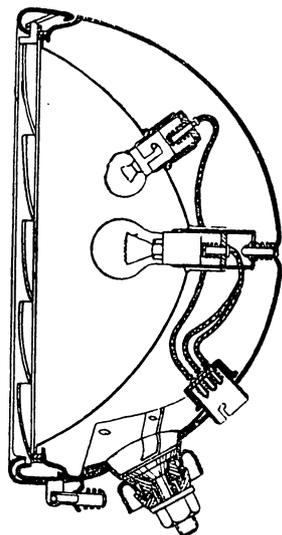
В некоторых типах фар дополнительные лампы служат в качестве стояночного света и включаются при стоянке на неосвещённом проезжем участке.

Подфарники, установленные на крыльях, используются в качестве стояночного габаритного света; при движении по узким проездам они

указывают водителям встречных автомобилей общий габарит автомобиля. Подфарники иногда применяются также в качестве стоячного света; при этом они должны включаться отдельно от главных фар. Подфарники поэтому не рассчитаны для освещения на дальнее расстояние и полной оптической системы они не имеют; последняя ограничивается рифлёным передним стеклом, обычно матовым, рассеивающим свет лампы на близком расстоянии.

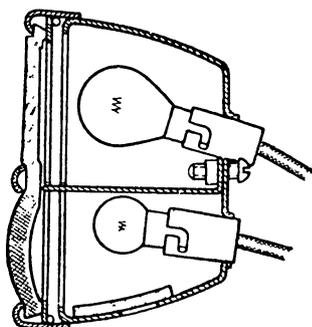


Фиг. 381. Лампа «Билукс».



Фиг. 382. Фара с лампами дальнего и ближнего света.

Внутреннее освещение кузовов закрытых автомобилей производится потолочным плафоном. Последний состоит из корпуса с патроном, лампы и наружного, обычно матового, стекла. К приборам внутреннего освещения следует также отнести плафоны, устанавливаемые в багажниках некоторых легковых автомобилей, и лампочки, служащие для освещения приборов на щитке водителя.



Фиг. 383. Задний фонарь со стоп-сигналом.

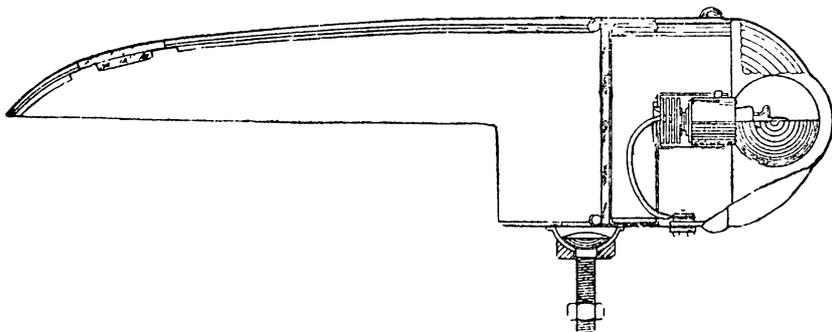
В некоторых автомобилях устанавливается дополнительная лампа под капотом двигателя, дающая возможность производить осмотр и устранение неисправностей двигателя ночью.

Сзади автомобиля, на крыльях, устанавливаются задние сигнальные фонари, обычно с цветными стёклами. Задние фонари снабжаются лампой «стоп-сигнала», автоматически включаемой при торможении машины. Номерной знак освещается через прорезь в одном из габаритных фонарей или специальным фонарём.

На фиг. 383 приведён разрез заднего фонаря, объединённого со «стоп-сигналом» общим корпусом, но имеющего две независимые лампы, разделённые перегородкой. Верхняя лампа служит «стоп-сигналом», нижняя — сигнальным фонарём и одновременно освещает номерной знак. Во многих случаях в заднем фонаре установлена одна двухнитевая лампа. Малая нить, имеющая силу света около трёх свечей, горит постоянно при включении сети наружного освещения; при торможении включается вторая нить, дающая силу света около 21 свечи. Резкое увеличение силы света сигнализирует водителям двигающихся сзади авто-

мобилей о торможении впереди идущего автомобиля. Благодаря наличию цветного рассеивателя (особо благоприятные результаты даёт жёлтое или оранжевое стекло) и сильной лампы свет «стоп-сигнала» заметен на большом расстоянии и днём.

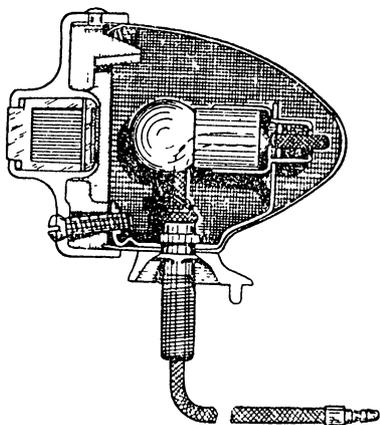
В условиях военного времени, главным образом для предотвращения опасности с воздуха, должна быть применена маскировка приборов наружного освещения. Светомаскировка осуществляется применением маски с узкой щелью для светового луча перед рассеивателем и стёклами



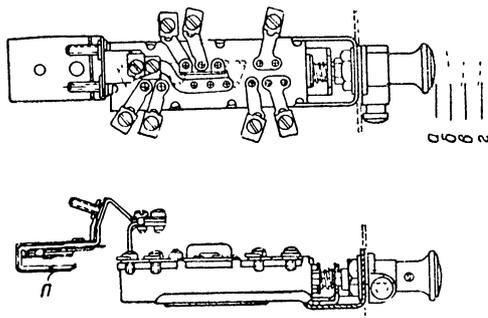
Фиг. 384. Вспомогательная светомаскировочная фара.

обычных осветительных приборов; сверху над щелью устанавливается козырёк. В условиях, требующих полного и надёжного затемнения, щель прикрывается перфорированной пластинкой или металлической сеткой. Подобные устройства, обеспечивая удовлетворительную светомаскировку, освещают дорогу в той степени, в которой это требуется для безопасного движения, не вызывая чрезмерного напряжения зрения водителя.

Лучшие результаты даёт применение специальных маскировочных фар (фиг. 384). В этой фаре



Фиг. 385. Американский светомаскировочный подфарник.



Фиг. 386. Схема стандартного переключателя света.

нижняя часть лампы посеребрена; пучок лучей концентрируется в виде светового пятна на участке дороги вблизи машины. Вспомогательная фара устанавливается обычно на переднем буфере на небольшой высоте от дороги. Фары подобного типа были выпущены в Германии задолго до второй мировой войны и рекламировались как вспомогательные неслепящие фары, фары для движения в тумане и т. п. Действительное их назначение — чисто военное.

На американских военных автомобилях во время второй мировой войны получили распространение дополнительные светомаскировочные

подфарники с поляризующим стеклом (точнее с прозрачной пластмассой «Люсайт», «Кристалайт» и т. п.), дающим узкий горизонтально направленный луч света, не различимый с высоты более 150 м. Дополнительная пластинка с косыми прорезями осуществляет дальнейшее ограничение светового потока.

Подфарник такого типа изображён на фиг. 385.

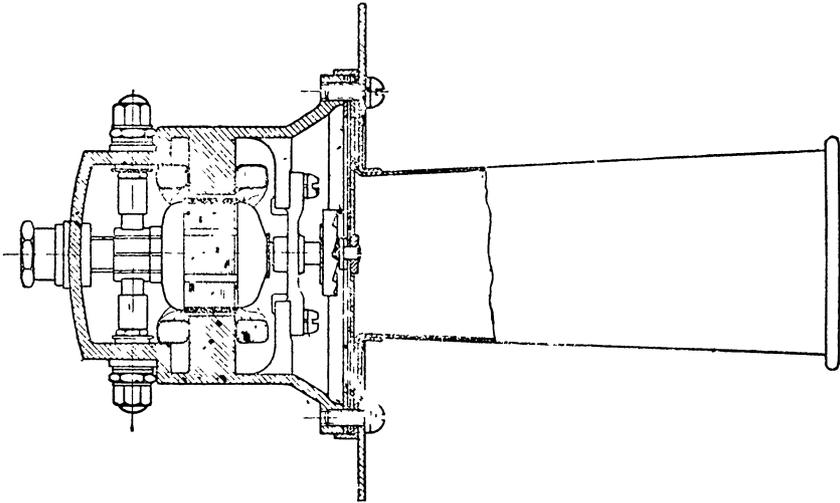
Включение различных световых точек, кроме плафонов внутреннего освещения, имеющих отдельные выключатели, производится центральным переключателем, расположенным обычно на приборном щитке водителя. Стандартный переключатель света американских автомобилей, имеющих, кроме обычного света, светомаскировочные осветительные приборы, приведён на фиг. 386. Когда кнопка находится в положении *a*, все световые точки выключены; в положении *b* включены светомаскировочные приборы освещения; в положении *в* включены все приборы освещения нормального света, и, наконец, в положении *г* включён стоп-сигнал при выключенных остальных световых точках (при движении днём). Переход от затемнённого света к нормальному, т. е. к положениям *в* и *г*, может быть произведён только после того, как нажата предохранительная пружинная защёлка, имеющаяся сбоку на выключателе.

## § 2. ЗВУКОВЫЕ СИГНАЛЫ

На современных автомобилях применяются почти исключительно электрические сигналы; на отдельных моделях автомобилей встречаются также электропневматические и пневматические сигналы; однако распространение их весьма незначительно.

Электрические сигналы, устанавливаемые на автомобилях, встречаются двух типов: моторные и вибрационные.

Электромоторный сигнал типа Клаксон представлен в разрезе на фиг. 387 и состоит из серийного моторчика, на конце вала которого за-



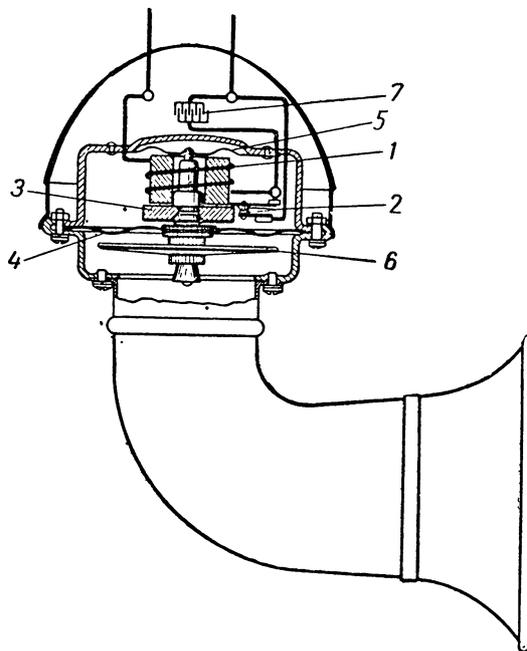
Фиг. 387. Сигнал типа Клаксон.

креплена храповая шестерня. Между зубьями указанной шестерни входит штифт, укрепленный на мембране. Вращение якоря вызывает быстрые колебания мембраны и возникновение соответствующих звуковых волн. Электромоторные сигналы имеют ряд недостатков: наличие

коллектора и щёток требует постоянного наблюдения за ними и ухода, звук таких сигналов резок; кроме того, они потребляют ток большой силы — до 12—15 А. В силу этого электромоторные сигналы вышли из употребления и заменены электровибрационными. Схематический разрез электровибрационного сигнала приведён на фиг. 388. Электромагнит имеет обмотку 1, которая может соединяться с внешней цепью через выключатель (кнопка сигнала), не показанный на фигуре. Цепь обмотки может размыкаться при помощи прерывателя 2, причём верхний его контакт, смонтированный на пружине, подвижный. В электромагнит входит стержень, на котором сидит диск (якорёк) 3, этот же стержень жёстко соединён с мембраной 4. Когда через обмотку электромагнита пропускается ток, якорёк притягивается к электромагниту; мембрана при этом прогибается кверху. Одновременно при ходе вверх якорёк размыкает контакты и разрывает тем самым цепь обмотки. Мембрана под действием пружины 5, в которую упирается конец стержня, а также под действием собственной упругости отклонится вниз, якорёк, отойдя от электромагнита, даст возможность контактам замкнуться, ток снова пойдёт по цепи обмотки и процесс вновь будет повторяться. При быстром чередовании замыкания и размыкания контактов мембрана будет вибрировать, причём эта вибрация сопровождается соответствующим звуком, усиливаемым и направляемым рупором.

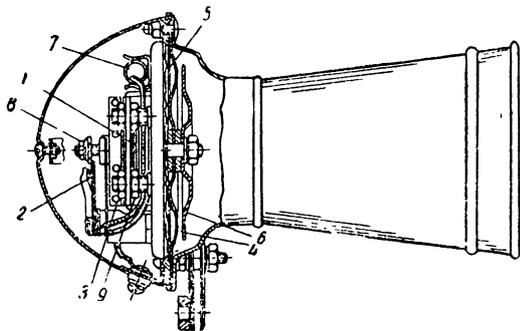
С мембраной жёстко соединён обертональный диск 6, дающий при вибрации звук более высокого тона (обертон), чем основная мембрана. Колебания мембраны и обертонального диска, суммируясь, дают достаточно сильный и в то же время музыкальный звук. Для уменьшения искрения между контактами параллельно им установлен конденсатор 7.

Принципиально тождественный, но отличающийся по своему конструктивному выполнению электровибрационный сигнал фирмы Делько-Реми, применяемый на ряде американских автомобилей (в частности на грузовом автомобиле «Интернационал», модель М-5-6), представлен на фиг. 389 (нумерация основных деталей сохранена та же, что и на фиг. 388). Особенность этого сигнала состоит в том, что размыкание контактов производится стержнем якорька при помощи гайки 8, имеющейся на его конце. Указанной гайкой регулируется сила звука. Электромагнит укреплен при помощи гаек 9 на стойках, ввёрнутых в корпус. Перемещая электромагнит и меняя тем самым зазор между ним и якорьком, можно производить дополнительную регулировку тона сигнала; величина зазора должна лежать в пределах 0,70—0,85 мм. Сигнал потребляет ток силой 7—9 А при напряжении 6 В. В ряде электровибрационных сигналов при-

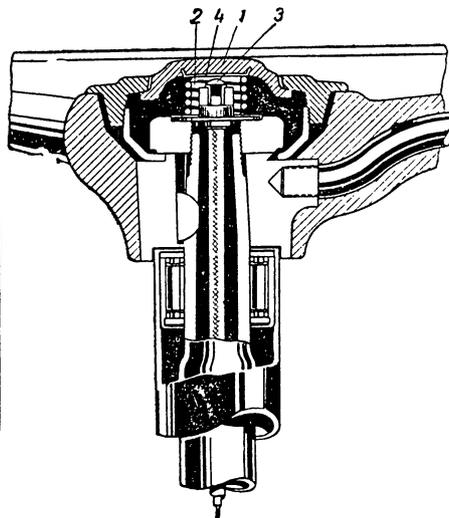


Фиг. 388. Сигнал типа Бош.

менена спиральная камера, через которую проходят звуковые волны от мембраны к рупору. Наличие этой камеры, служащей акустическим резонатором, обеспечивает получение сильного и наряду с этим музыкального звука, в связи с чем надобность в обертональном диске отпадает. Примером такой конструкции может служить сигнал завода АТЭ, устанавливаемый на автомобилях ГАЗ и ЗИС. Сигнал этого типа отличается от ранее описанных также и тем, что вместо конденсатора здесь применено искрогасящее сопротивление. Действие его основано на том, что при размыкании контактов ток в обмотке якоря полностью не исчезает, а, поступая в обмотку через сопротивление, уменьшается, благодаря чему работа тока на контактах уменьшается, снижая тем самым искрение. Величина сопротивления должна быть подобрана так, чтобы, после того как контакты разомкнулись, сила тока уменьшилась до такой степени, чтобы электромагнит не мог препятствовать отходу якорька.



Фиг. 389. Электровибрационный сигнал Делько-Реми.



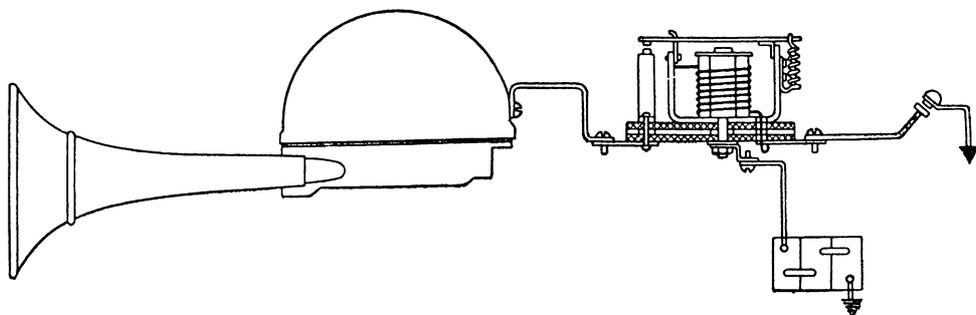
Фиг. 390. Кнопка сигнала.

Звуковые сигналы включаются при помощи кнопочного устройства, обычно вмонтированного в центре рулевого штурвала. При этом провод, идущий к сигналу (или к реле выключения сигнала) и изолированный от массы, проходит внутри рулевой колонки. Кнопочное устройство показано на фиг. 390. В свободном состоянии кнопка 1 отжата кверху пружиной 2 и не касается наконечника провода 3. Пружина упирается непосредственно в кнопку, выполненную из токопроводящей пластмассы, а в латунную шайбу 4. При нажатии кнопки шайба упирается в наконечник провода, и через пружину и детали крепления цепь замыкается на массу. Следует отметить, что благодаря расположению кнопки в центре рулевого штурвала при любом повороте последнего контакт осуществляется без скручивания провода.

Для того чтобы водитель мог включить сигнал, не снимая руки с обода штурвала, на некоторых европейских автомобилях кнопочное устройство устанавливается на спице возле обода штурвала. При таком расположении необходимо наличие скользящего контакта в виде токоподводящей пружинки, прижимающейся к кольцу, закреплённому неподвижно на рулевой колонке; к этому кольцу присоединён изолированный провод, идущий к сигналу. Очевидно, что такое устройство более сложно и менее надёжно, чем предыдущее, в связи с чем оно постепенно выходит из употребления.

На многих легковых автомобилях для получения приятного музыкального звука часто применяется установка двух сигналов, дающих

звук различного тона. В сигналах, имеющих спиральные резонаторные камеры, это осуществляется тем, что длина камер делается различной. Точная совместная настройка парных сигналов производится обычно в терцию или сексту. Парные сигналы потребляют ток силой до 15—18 А. Чтобы при этом не происходило обгорания контактов кнопочного устройства, парные сигналы включают обычно при помощи специального реле — реле сигналов. Схема такого включения показана на фиг. 391. При нажатии кнопки относительно слабый ток поступает



Фиг. 391. Включение сигнала при помощи реле.

в обмотку электромагнита реле; сердечник последнего притягивает якорёк и замыкает контакты, через которые ток проходит к сигналу. При прекращении нажатия на кнопку пружина оттягивает якорёк реле от сердечника, контакты размыкаются, и сигнал перестает работать.

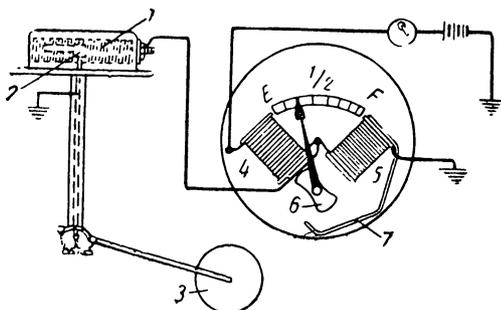
### § 3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Помимо рассмотренных выше приборов и аппаратов системы электрооборудования, наличие которых на автомобиле необходимо, имеется также ряд вспомогательных приборов, повышающих комфортабельность и безопасность движения, облегчающих вождение и обслуживание автомобиля. Число таких приборов весьма велико и номенклатура их разнообразна. Ниже даётся описание нескольких типов наиболее распространённых вспомогательных приборов системы электрооборудования современного автомобиля.

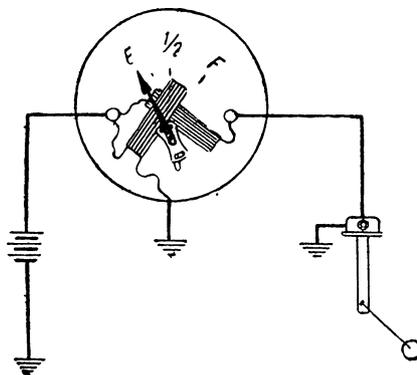
**Указатель уровня бензина (бензоуказатель).** Назначение бензоуказателя — показывать водителю количество бензина в баке. Шкала бензоуказателя располагается обычно на приборном щитке.

Бензобак на современных автомобилях устанавливается либо под сиденьем водителя, либо в задней части автомобиля, либо, наконец, под рамой за кабиной водителя; последнее является типичным для грузовых машин. Поэтому бензоуказатели на современных автомобилях должны быть дистанционного типа. Чаще всего применяются дистанционные электрические бензоуказатели, выполняемые различными фирмами и заводами по разным схемам. Весьма широкое распространение на ряде американских автомобилей получили бензоуказатели фирмы Эй Си (А. С.). Эти бензоуказатели устанавливаются, в частности, на всех автомобилях, выпускаемых концерном Дженерал Моторс. Такого же типа, но с некоторыми изменениями выполняются бензоуказатели автомобилей советских марок. Схема бензоуказателя А. С. приведена на фиг. 392. Прибор состоит из двух элементов: один из них — датчик — монтируется на бензобаке и состоит из реостата, по обмотке которого скользит конец

ползуна 2. Положение ползуна определяется положением связанного с ним поплавка 3, а следовательно, зависит от уровня бензина в баке. Второй элемент — у к а з а т е л ь — монтируется на приборном щитке водителя и состоит из двух катушек 4 и 5 и якорька 6. На оси последнего закреплена стрелка, которая перемещается по шкале, показывающей приближённо уровень бензина в баке. Шкала градуируется обычно в долях полного объёма бака. На американских автомобилях по концам шкалы ставятся буквы *E* (Empty — пустой) и *F* (Full — полный). Обмотка катушки 4 включена в цепь батарея — реостат последовательно, а обмотка катушки 5 — параллельно реостату. Витки обеих обмоток направлены так, что одноимённые полюсы обеих катушек расположены соответственно вверху и внизу. Полусная пластина 7 служит для усиления магнитного поля катушки 5. Якорёк 6 находится в зоне действия маг-



Фиг. 392. Бензоуказатель А. С.



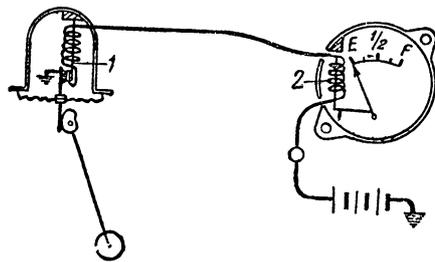
Фиг. 393. Бензоуказатель Стюарт-Уорнер.

нитных полей обеих катушек и занимает то или другое положение в зависимости от соотношения указанных полей. Прибор работает только при включённом зажигании. Когда бак пустой и поплавков опущен вниз, ползун реостата находится в крайнем правом положении. При этом весь ток проходит через катушку 4, якорёк 6 поворачивается к этой катушке, и стрелка даёт соответствующее показание на шкале. Если бензин в баке имеется, то в зависимости от положения поплавка часть реостата будет включена в цепь и сила тока в обмотке катушки 4 соответственно уменьшится; в то же время часть тока пойдёт по обмотке катушки 5. Это вызовет изменение положения якорька 6, которое определится совместным действием токов обеих катушек. Таким образом положение стрелки указателя зависит только от соотношения токов, проходящих по обеим катушкам; благодаря этому изменение напряжения батареи, например при её частичной разрядке, а также температурные изменения не сказываются на показаниях прибора. У поплавка имеется фрикционный тормозок, который гасит случайные колебания поплавка, вызванные колебаниями уровня бензина при движении автомобиля. Демпфер у якорька 6 препятствует колебанию стрелки указателя при движении автомобиля по неровной дороге.

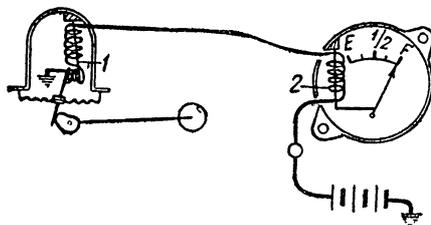
Неисправности бензоуказателя связаны обычно либо с загрязнением или неплотностью контактов в местах присоединения проводов, либо с замыканием на массу или обрывом какого-либо из проводов. Если стрелка при включённом зажигании показывает полный бак независимо от действительного уровня горючего, то причиной этого может быть обмотка реостата, сгоревшая вследствие замыкания катушки 4. Тот же дефект в показаниях будет иметь место при нарушении соединения с массой ползуна реостата или при обрыве провода, идущего к реостату.

Если стрелка указателя показывает, что бак пустой, вне зависимости от действительного уровня бензина, то либо нарушено соединение на массу обмотки катушки 5, либо, наоборот, соединился с массой провод, идущий к реостату. Наконец, если при включении зажигания стрелка неподвижна, то это указывает на нарушение контакта или обрыв провода, идущего от замка зажигания к указателю.

На том же принципе взаимодействия магнитных полей двух катушек основана работа бензоуказателя фирмы Стюарт-Уорнер, устанавливаемого на автомобилях Студебеккер, Виллис, Паккард и ряде других. Упрощённая схема этого бензоуказателя приведена на фиг. 393. Когда бак полон, поплавков, поднимаясь, выводит сопротивление реостата. При этом по обеим катушкам проходит примерно одинаковый ток. Взаимное расположение и обмоточные данные катушек таковы, что якорёк, несущий стрелку указателя, станет в положение, при котором стрелка показывает метку *F*. По мере расходования бензина и опускания поплавка в цепь обмотки правой катушки вводится сопротивление реостата, и ток в ней будет падать; в то же время ток в левой катушке остаётся неизменным, что вызовет перемещение влево якорька со стрелкой указателя. Здесь также положение стрелки определяется соотношением токов в обеих катушках, а не их абсолютными значениями. Благодаря этому изменение напряжения батареи не сказывается на показаниях прибора.



Известное распространение получают в настоящее время термоэлектрические бензоуказатели, работающие по принципу, совершенно отличному от описанного выше. Представителем этого типа может служить бензоуказатель фирмы Кинг Сили (King Seely), устанавливаемый на автомобилях Форд, Линкольн и некоторых других. Схема этого бензоуказателя приведена на фиг. 394.

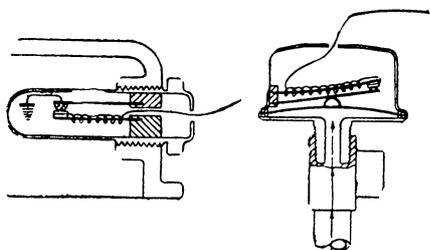


Фиг. 394. Бензоуказатель Кинг-Сили.

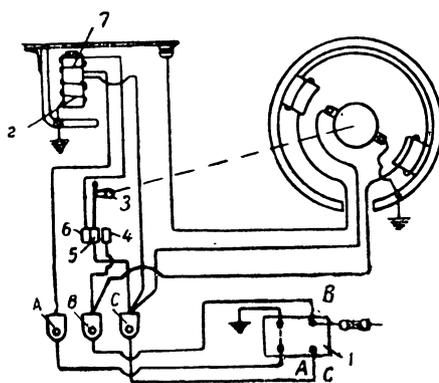
Прибор состоит из двух элементов, один из которых монтируется на баке, а другой — на щитке водителя. В каждом из них закреплена биметаллическая пластина (сталь—латунь), причём пластина 1 имеет на конце контакт, а пластина 2 — рычажок, связывающий её со стрелкой указателя. Вокруг обеих пластин помещены обмотки. Когда зажигание включено, ток проходит по обеим обмоткам и замкнутым контактам на массу. Нагрев обмоток вызывает изгиб биметаллических пластин. Если бак пустой (верхняя схема фиг. 394), то пластина 1, изгнувшись, разомкнёт контакты и разорвёт тем самым цепь. Как только пластина 1 несколько охладится, она выпрямится и снова замкнёт контакты. Этот процесс повторяется с частотой примерно одно размыкание в 1 сек. Ток, проходящий при этом через обмотку пластины 2, нагревает её настолько, что она, изгибаясь, подводит стрелку указателя к нулевой отметке шкалы *E*. Если бензин в баке имеется (нижняя схема фиг. 394), то поплавок при помощи кулачка наклонит контакт, смонтированный на эластичной мембране, и вызовет предварительный изгиб биметаллической пластины 1. При этом для размыкания контактов потребуется больший ток, который и вызовет больший изгиб пластины 2 и соответствующее перемещение стрелки указателя.

Изменение напряжения батареи здесь также не сказывается на показаниях прибора, однако при большом напряжении стрелка быстрее реагирует на изменение уровня бензина.

На описанном принципе основано устройство и других дистанционных контрольных приборов, где требуется достаточно точный замер (температуры, давления и т. п.). В этих случаях указатель, подобный тому, какой имеется в описанном выше бензоуказателе, но с соответственно изменённой градуировкой, монтируется на приборном щитке водителя, а измеряющий элемент (датчик) устанавливается в месте замера. Схема датчиков температуры воды и давления масла приведена на фиг. 395. Здесь, так же как и в бензоуказателе, в зависимости от абсолютного значения измеряемой величины, происходит предварительный изгиб биметаллической пластины датчика, затрудняющий размыкание контактов и увеличивающий тем самым ток, идущий к обмотке биметаллической пластины указателя.



Фиг. 395. Датчики замера температуры воды (слева) и давления масла (справа).



Фиг. 396. Электрический стеклоочиститель Ауто-Лайт.

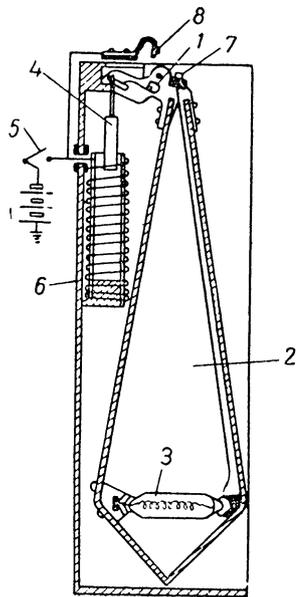
Стеклоочистители. Для надёжного вождения автомобиля в любую погоду требуются автоматические приборы для очистки переднего ветрового стекла от атмосферных осадков (дождя, снега). Стекло очищается щёткой, набранной из отдельных тонких полос резины, заложенных в металлический держатель. Щётке сообщается возвратно-поступательное или маятниковое колебательное перемещение по стеклу; в настоящее время применяют стеклоочистители, главным образом, с маятниковым движением щётки.

Привод щётки может осуществляться либо от руки, что создаёт очевидные неудобства, либо от специального вакуумного аппарата, соединённого с всасывающей трубой двигателя, либо от маленького электромотора (электрический стеклоочиститель). Преимуществом электрического стеклоочистителя является постоянство колебаний щётки вне зависимости от режима работы двигателя. Схема и частичный разрез электрического стеклоочистителя фирмы Ауто-Лайт, применяемого на ряде американских автомобилей, приведены на фиг. 396. Стеклоочиститель состоит из электромотора, реле, размыкающего цепь обмотки возбуждения, контактного устройства, привод к которому осуществлён от вала мотора, и выключателя. Выключатель 1 имеет три клеммы А, В и С, соединённые с одноимёнными клеммами прибора. При включённом положении замкнуты контакты В и С; при выключенном контакт А соединён с массой. Контактное устройство состоит из контактов 4, 5 и 6, постоянно прижимаемых друг к другу. Ток от аккумуляторной батареи через предохранитель подходит к клемме В выключателя и при включённом положении выключателя подходит к клемме С, откуда поступает

в якорь двухполюсного шунтового мотора и от той же клеммы — к шунтовой обмотке реле 2, в результате чего контакты реле замыкают цепь обмотки возбуждения, к которой ток поступает от клеммы В; якорь мотора начинает вращаться. На валу якоря сидит червяк (не показан на схеме), находящийся в зацеплении с червячным колесом, на котором укреплен кривошип, соединенный штоком и рычагами с осями щеток. При вращении кривошипа щетка получает маятниковое движение.

При выключении прибора благодаря замкнутому состоянию указанных контактов ток от клеммы В будет поступать не только в цепь возбуждения, но и в обмотку якоря и в шунтовую обмотку реле. Так как в выключенном положении выключателя 1 клемма А оказывается соединенной с массой, ток от клеммы В через контакты 4, 5 и 6 пойдет в серийную обмотку 7 реле.

Мотор при этом будет продолжать работать, пока связанная с ним щетка стеклоочистителя не дойдет до крайнего положения, мешающего наблюдению водителя, при котором мотор останавливается. Это достигается тем, что указанному положению щетки соответствует показанное на схеме положение кулачка 3, соединенного с валом якоря, при котором кулачок размыкает контакты 4 и 5, благодаря чему обе щетки мотора оказываются соединенными через контакты 5 и 6 и серийную обмотку 7 с массой, а шунтовая обмотка 2 реле выключенной. Несмотря на выключение шунтовой обмотки реле, его контакты вследствие действия серийной обмотки, в которую вступает ток, индуктируемый в якоре, некоторый малый промежуток времени остаются замкнутыми; благодаря этому цепь обмотки возбуждения остается замкнутой, а созданное ею магнитное поле, препятствуя вращению якоря, вызывает его быструю остановку. При этом действие серийной обмотки прекращается и контакты реле размыкаются, разрывая цепь обмоток возбуждения.



Фиг. 397. Указатель поворота.

Стеклоочиститель устанавливается либо вверху, либо внизу стекла. При нижнем расположении стеклоочистителя обеспечивается лучшая очистка стекла, так как капли воды, собранные щеткой, не могут стекать на очищенную поверхность.

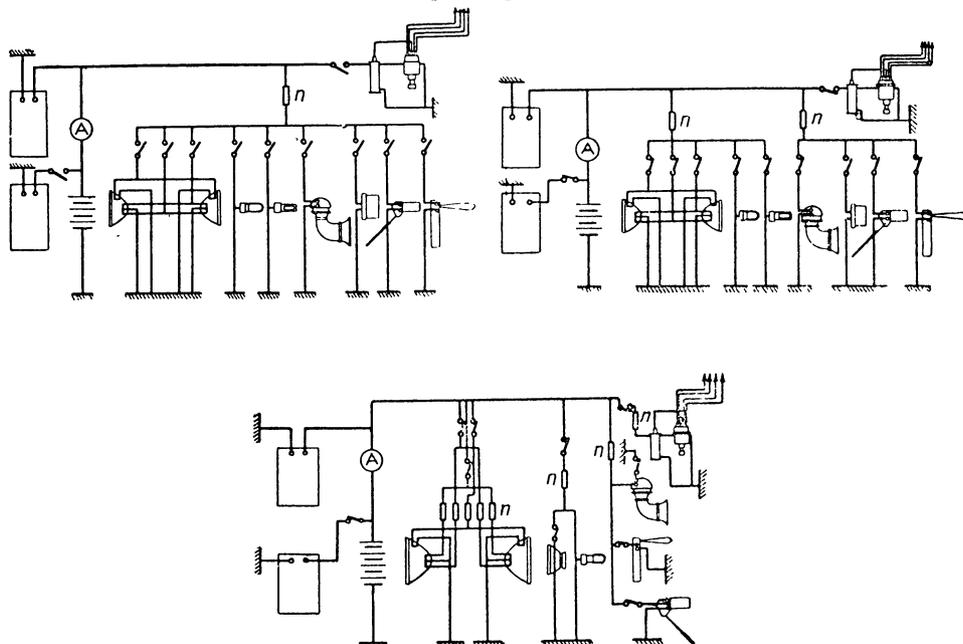
При установке двух стеклоочистителей привод второго осуществляется обычно при помощи тяги от основного стеклоочистителя.

Сигналы поворота. Чтобы предупредить водителя автомобиля, идущего сзади, о предстоящем повороте автомобиля, идущего впереди, что имеет особенно большое значение ночью, на автомобилях часто устанавливают сигналы поворота большей частью семафорного типа; схематическое устройство такого сигнала показано на фиг. 397. Обычно устанавливают два сигнала, один — слева, другой — справа, управляемые общим выключателем. Сигнал состоит из металлического корпуса, внутри которого на оси 1 подвешена стрелка 2. С обеих сторон стрелка закрыта цветным (красным или оранжевым) целлулоидом, а внутри неё установлена лампочка 3. Рычаг подвеса стрелки соединен с якорем 4. При включении при помощи выключателя 5 тока в цепь соленоида 6 последний будет втягивать якорь, благодаря чему стрелка повер-

нётся и займёт горизонтальное положение. При этом войдут в соприкосновение контакты 7 и 8, и лампочка 3 загорится.

Автоматизировать процесс включения, связав выключатель с рулевым штурвалом, нельзя, так как сигнал должен заблаговременно предупредить о готовящемся повороте автомобиля. Поэтому управление сигналами — левым и правым — осуществляется поворотом в соответствующую сторону головки выключателя, монтируемого обычно на щитке водителя. В некоторых конструкциях сигнал выключается автоматически при помощи упрощённого часового механизма, срабатывающего после включения через небольшой промежуток времени, достаточный для совершения поворота.

Помимо описанных, имеется ещё много разнообразных вспомогательных приборов системы электрооборудования. Часто по желанию по-



Фиг. 398. Схема расположения предохранителей.

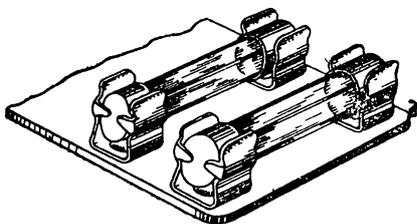
требителя устанавливают отопительные приборы, вентилятор, обогреватели переднего стекла, так называемые дефростеры, закуриватели и т. п.

**Предохранители.** Для защиты проводов и приборов электрооборудования от коротких замыканий в систему электропроводки в большинстве современных автомобилей включают предохранители: плавкие, тепловые или выполненные по схеме максимального реле.

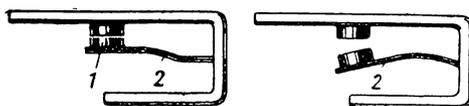
Число и расположение предохранителей может быть различным (фиг. 398). В простейшем случае может быть установлен один предохранитель, защищающий всех потребителей (обычно кроме приборов зажигания). Недостатком такой системы является необходимость проверки всех проводов, идущих за предохранителем, при его перегорании. Поэтому часто предохранители устанавливают по группам потребителей, например по группе освещения и группе сигнализации отдельно.

Большое число предохранителей усложняет систему, но имеет то преимущество, что при перегорании или выключении одного предохранителя, связанного с одним из приборов электрооборудования, не нарушается работа других приборов; это особенно важно для приборов освещения, включаемых при движении ночью.

Плавкие предохранители выполняются обычно в виде стеклянной трубки с металлическими наконечниками, которые соединяются тонкой проволокой (волоском), проходящей внутри трубки и рассчитанной на соответствующую силу тока. Предохранитель вставляется в пружинящие контакты, к которым присоединяются провода. При наличии нескольких предохранителей они монтируются обычно рядом, на общей пластине (фиг. 399), или в специальной коробке. Здесь же обычно располагаются один или два запасных предохранителя. Иногда плавкие предохранители выполняются открытыми в виде изолированной пластины с двумя контактными лапками, соединёнными волоском.



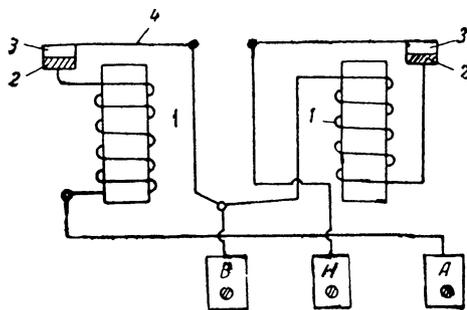
Фиг. 399. Монтаж предохранителей на общей пластине.



Фиг. 400. Тепловой предохранитель системы освещения автомобиля.

Примером теплового предохранителя может служить предохранитель системы освещения, устанавливаемый на ряде американских грузовых автомобилей. Этот предохранитель П (фиг. 386) монтируется непосредственно в переключателе освещения и состоит из двух контактов, через которые поступает ток к переключателю. Принцип действия предохранителя поясняется схемой фиг. 400: подвижный контакт 1 закрепляется на биметаллической пластине 2. Когда при коротком замыкании через контакты начинает идти слишком большой ток, биметаллическая пластина, нагреваясь, деформируется и размыкает контакты. Быстро охлаждаясь, пластина вновь замыкает контакты и затем снова, под влиянием нагрева, их размыкает. Этот процесс сопровождается миганием света и характерным звуком, указывающим водителю на необходимость выключить освещение и устранить короткое замыкание.

Схема предохранителя, выполненного в виде реле-ограничителя (называемого иногда максимальным автоматом), приведена на фиг. 401 (автомобиль Форд 2G8T). Здесь спарены два предохранителя: один из них (клемма Н) защищает основную систему освещения (фары), а другой (клемма А) — остальную. Ток от аккумуляторной батареи подходит к клемме В, проходит через обмотки электромагнитов 1 и подводится при замкнутых контактах 2—3 к соответствующей группе потребителей. Подвижные контакты 3 смонтированы на якорьках 4, выполненных в виде биметаллических пластинок. Если ток в какой-либо группе потребителей превзойдёт допустимую величину, то биметаллическая пластинка, служащая якорьком, деформируясь, изгибается и, преодолев притягивающее действие электромагнита, разомкнёт контакты: цепь, в которой произошло короткое замыкание, будет разорвана. После осты-



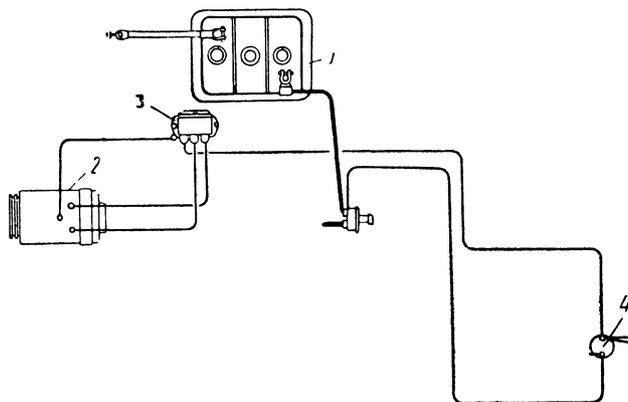
Фиг. 401. Схема реле ограничителя (максимальный автомат).

вания биметаллической пластинки контакты вновь замкнутся, и процесс будет повторяться до тех пор, пока водитель не заметит неисправности по характерному шуму или миганию света и не устранил повреждения.

#### § 4. ОБЩАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Большое количество различных электрических приборов, аппаратов и приспособлений настолько усложняет общую схему электрооборудования современного автомобиля, что по ней довольно трудно разобраться в их работе и способе включения.

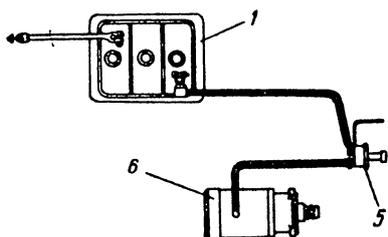
Выделение из общей схемы отдельных её элементов, например источников света, системы зажигания, системы освещения и др., упро-



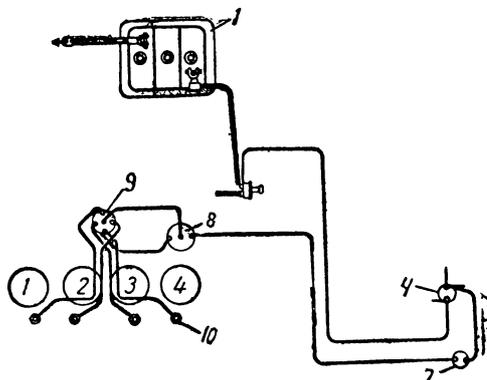
Фиг. 402. Схема соединения источников тока:  
1—аккумулятор; 2—генератор; 3—реле-регулятор; 4—амперметр.

щая схему, облегчает её чтение и помогает решению поставленной задачи.

Вместе с тем элементы общей схемы в настоящее время настолько общи и типичны для разных автомобилей, что знание этих элементов и их места в общей схеме в значительной мере облегчит возможность разобраться в электрооборудовании любого автомобиля.



Фиг. 403. Схема включения стартера:  
1—аккумулятор; 5—выключатель стартера; 6—стартер.

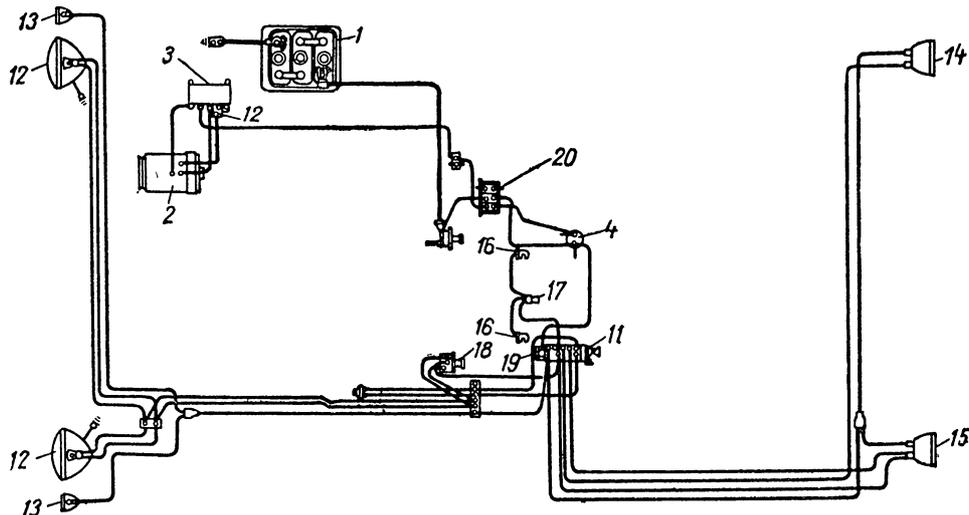


Фиг. 404. Схема зажигания:  
1—аккумулятор; 4—амперметр; 7—выключатель зажигания; 8—индукционная катушка; 9—прерыватель-распределитель; 10—свечи.

Ниже приводится ряд частных схем отдельных групп электрооборудования, образующих в совокупности общую схему системы электрооборудования автомобиля. В качестве примера рассматриваются схемы

электрооборудования автомобиля Форд-Виллис. На фиг. 402—407 приведены частные схемы источников тока, системы пуска, системы зажигания, системы освещения и бензоуказателя.

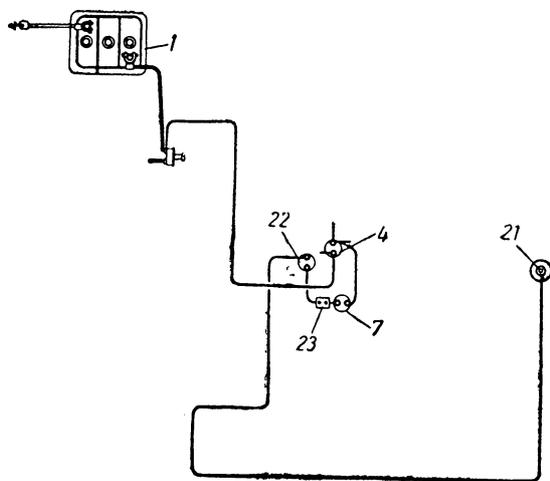
На фиг. 408 приведена общая схема электрооборудования. На всех схемах нумерация одинаковых элементов сохранена.



Фиг. 405. Схема системы освещения:

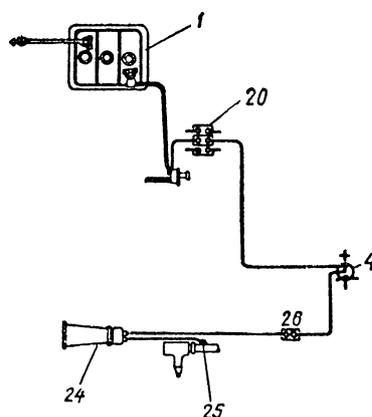
1—аккумулятор; 2—генератор; 3—реле-регулятор; 4—амперметр; 11—центральный переключатель; 12—фары; 13—светомаскировочные подфарники; 14—фонарь заднего света; 15—фонарь заднего света и стоп-сигнал; 16—лампы щитка приборов; 17—выключатель ламп щитка; 18—ножной переключатель света; 19—тепловой предохранитель; 20—фильтр для борьбы с радиопомехами.

В ряде современных автомобилей схема электрооборудования усложняется введением ряда дополнительных устройств, не связанных непосредственно с работой системы электрооборудования; эти устройства имеют целью уменьшить помехи в работе передающих и приёмных радиостановок, монтируемых на автомобиле, вызываемые работой системы электрооборудования.



Фиг. 406. Схема включения бензоуказателя:

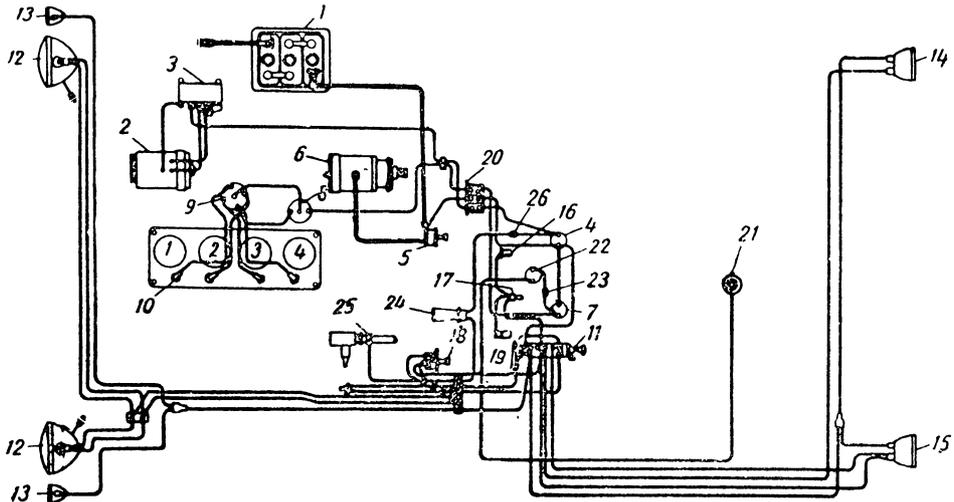
1—аккумулятор; 2—амперметр; 7—выключатель зажигания; 21—датчик; 22—указатель; 23—тепловой предохранитель.



Фиг. 407. Схема включения сигнала:

1—аккумулятор; 4—амперметр; 20—фильтр; 24—сигнал; 25—скользящий контакт сигнала; 26—тепловой предохранитель.

Работа системы электрооборудования сопровождается излучением электромагнитных волн, воздействующих на радиоустановки и проявляющихся в виде посторонних шумов, тресков, мешающих приёму и передаче. Источниками помех являются: искрение контактов, щёток, изменение магнитных полей как отдельных приборов, так и всей системы в целом и т. д.



Фиг. 408. Общая схема электрооборудования:

1—аккумулятор; 2—генератор; 3—реле-регулятор; 4—амперметр; 5—выключатель стартера; 6—стартер; 7—выключатель зажигания; 8—индукционная катушка; 9—прерыватель-распределитель; 10—свечи; 11—центральный переключатель; 12—фары; 13—светомаскировочные подфарники; 14—фонарь заднего света; 15—фонарь заднего света и стоп-сигнал; 16—лампы щитка приборов; 17—выключатель ламп щитка; 18—ножной переключатель света фар; 19—тепловой предохранитель; 20—фильтр для борьбы с радиопомехами; 21—датчик уровня бензина; 22—указатель уровня бензина; 23—тепловой предохранитель; 24—сигнал; 25—скользящий контакт сигнала; 26—тепловой предохранитель.

Для уменьшения помех, создаваемых указанными источниками, в их цепи включаются различного типа сопротивления как ёмкостные (конденсаторы), так и индуктивные (дроссели), объединяемые иногда в общие «фильтры».

Действие этих устройств рассматривается в курсах радиотехники.

РАЗДЕЛ IV  
СИЛОВАЯ ПЕРЕДАЧА АВТОМОБИЛЯ

---

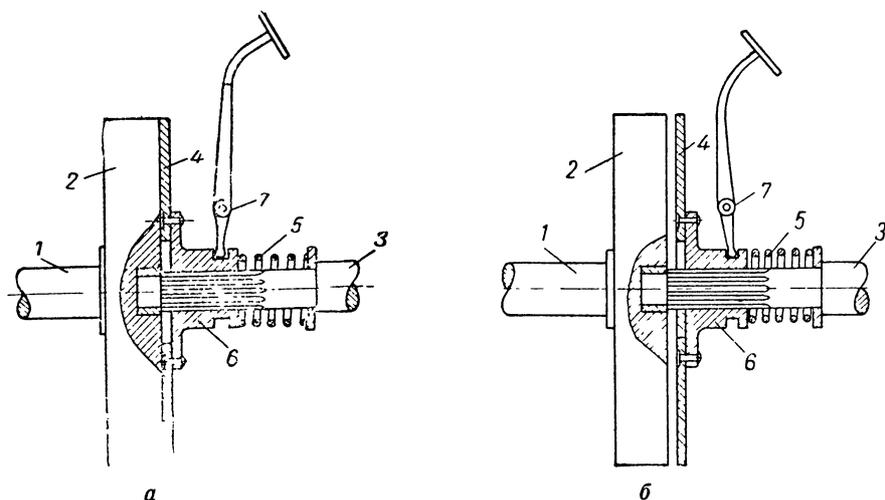
Глава I  
СЦЕПЛЕНИЕ

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И СХЕМА СЦЕПЛЕНИЯ

Общая схема расположения механизмов силовой передачи нормального двухосного автомобиля была приведена на фиг. 5.

Крутящий момент от двигателя к ведущим колёсам автомобиля последовательно передаётся через следующие механизмы силовой передачи: сцепление, коробку передач, карданную передачу, главную передачу, дифференциал и полуоси.

Сцепление устанавливается у маховика двигателя и представляет собой фрикционную муфту, через которую усилие от двигателя при помощи сил трения передаётся к коробке передач. Сцепление предназна-



Фиг. 409. Упрощённая схема сцепления.

чается для временного разобщения двигателя от трансмиссии при переключении шестерён в коробке передач с целью ослабить удар между их зубьями и обеспечить последующее плавное соединение двигателя с трансмиссией. Таким образом сцепление является вспомогательным механизмом в системе двигатель — коробка передач.

Упрощённая схема, поясняющая действие сцепления, дана на фиг. 409, *a*. На конце коленчатого вала двигателя 1 укреплен маховик 2; к его торцу пружиной 5 прижимается диск 4; ступица диска 6 сидит на шлицах вала 3, идущего к коробке передач, благодаря чему диск может перемещаться вдоль вала. В таком положении окружное усилие от маховика благодаря возникающей силе трения будет передаваться через

диск 4 к валу 3 и далее через остальные механизмы трансмиссии — к ведущим колёсам.

Посредством специального рычажного привода 7 диск можно отвести от маховика (сцепление выключено, фиг. 409, б), при этом окружное усилие от маховика на диск 4, а следовательно, на вал 3 и далее к ведущим колёсам передаваться не будет. Если сцепление включать плавно, то под действием пружины диск войдёт в соприкосновение с маховиком и увлекаемый им начнёт вращаться благодаря постепенному возрастанию сил трения.

Если сила, прижимающая диск к маховику, мала, то диск будет отставать от маховика (пробуксовка сцепления) и, как следствие этого, усилие, передаваемое от маховика к диску, будет мало. Чем больше сила, прижимающая диск к маховику, тем больше сила трения между ними, а следовательно, и окружное усилие, передаваемое от маховика на вал 3. При полном включении сцепления сила трения возрастает настолько, что крутящий момент двигателя полностью передаётся на вал 3 через диск 4, и маховик будет вращаться вместе с диском как одно целое, т. е. с одинаковым числом оборотов.

Выше была рассмотрена простейшая схема действия и устройства сцепления. Сцепления, устанавливаемые на современных автомобилях, значительно сложнее и по своей конструкции весьма разнообразны. Однако независимо от типа и сложности конструкции подавляющее большинство всех автомобильных сцеплений состоит из четырёх основных частей: ведущей части, ведомой части, силового элемента и механизма выключения. К ведущей части относятся все детали сцепления, постоянно связанные с коленчатым валом двигателя, а к ведомой — детали, постоянно связанные с валом, идущим к коробке передач. Силовым элементом сцепления являются пружины (одна или несколько), прижимающие ведомую часть сцепления к ведущей и обеспечивающие этим передачу усилия от ведущей части к ведомой.

В соответствии с назначением сцепления к его устройству предъявляются следующие требования:

- 1) чистота (полнота) выключения;
- 2) мягкость включения;
- 3) минимальный момент инерции ведомой части сцепления;
- 4) хороший отвод тепла от трущихся поверхностей.

## § 2. КЛАССИФИКАЦИЯ СЦЕПЛЕНИЙ И ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Все современные автомобильные сцепления могут быть разбиты на следующие основные группы:

- 1) однодисковые сцепления,
- 2) двухдисковые сцепления,
- 3) многодисковые сцепления,
- 4) особые типы сцеплений.

Широко применявшиеся в прошлом конусные сцепления в связи с существенными недостатками в их работе на современных автомобилях не устанавливаются.

Все современные дисковые сцепления работают с сухими дисками; масляные сцепления, т. е. такие, у которых диски при работе погружены в масло, в настоящее время также не употребляются.

**Однодисковое сцепление.** Наиболее распространённым типом сцепления как в легковых, так и в грузовых автомобилях является однодисковое сцепление, т. е. такое, в котором передача крутящего момента от маховика двигателя на вал, идущий к коробке передач, осуществляется при помощи одного ведомого диска.

Пример устройства однодискового сцепления приведён на фиг. 410. Маховик двигателя 1 и нажимной диск 2 представляют собой ведущую часть сцепления. Диск 2 установлен на шести шипах 3 квадратного сечения, укреплённых в кожухе сцепления 4, привёрнутом болтами к маховику; поэтому диск 2 вращается как одно целое с маховиком двигателя, имея возможность перемещаться на шипах 3 в осевом направлении.

Тонкий стальной ведомый диск 5 приклепан к ступице, посаженной на шлицах вала 6—первичного вала коробки передач. Последний смон-

тирован в двух шариковых подшипниках, из которых один расположен в маховике двигателя, а другой — в передней стенке коробки передач. В целях увеличения коэффициента трения к ведомому диску с обеих сторон приклепаны кольцевые накладки 7 из фрикционного материала. В качестве материала для изготовления накладок в современных сцеплениях наиболее часто применяется райбестос (асбестовая пластмасса), ферродо (медно-асбестовая плетёнка) и др.

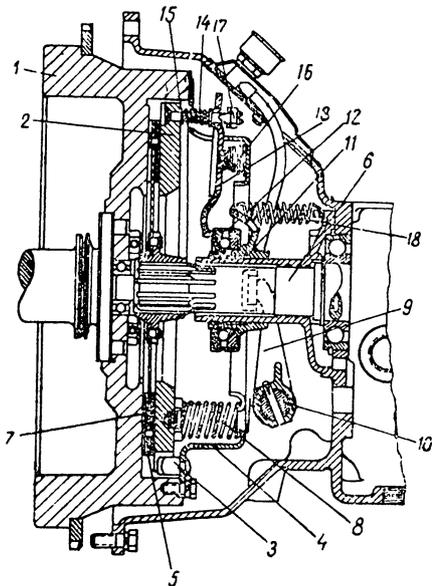
Фрикционные накладки крепятся к ведомому диску при помощи специальных заклёпок. Отверстия в накладках рассверливаются так, что головки заклёпок оказываются утопленными и не выступают над трущейся поверхностью накладок.

Ведомый диск сцепления помещается между маховиком и нажимным диском 2. Между кожухом и нажимным диском — по окружности — расположены двенадцать пружин 8, усилием которых ведомый диск прижимается к маховику и вращается с ним как одно целое, передавая при этом крутящий момент двигателя на первичный вал коробки передач. Общее давление пружин описываемого сцепления автомобиля ГАЗ М-1 составляет 480 кг.

Под пружины 8 со стороны нажимного диска подложены теплоизоляционные прокладки для предохранения пружин от нагрева и отпуска при сильном нагревании нажимного диска.

Для лучшего отвода тепла от трущихся поверхностей нажимный диск во всех сцеплениях делается массивным. Ведомый же диск всегда выполняется тонким с целью уменьшения массы (момента инерции) ведомой части сцепления, а следовательно, и уменьшения удара зубьев шестерён коробки передач в момент их переключения.

При нажатии ноги водителя на педаль сцепления тяга, идущая от педали, поворачивает валик 10, на котором укреплен вилка 9, перемещающая выжимную муфту 11 с упорным шарикоподшипником 12, в сторону маховика. Подшипник, нажимая на внутренние концы шести рычажков 13, поворачивает их относительно опоры в кожухе сцепления. При этом наружные концы рычажков при помощи шпилек 14 от-

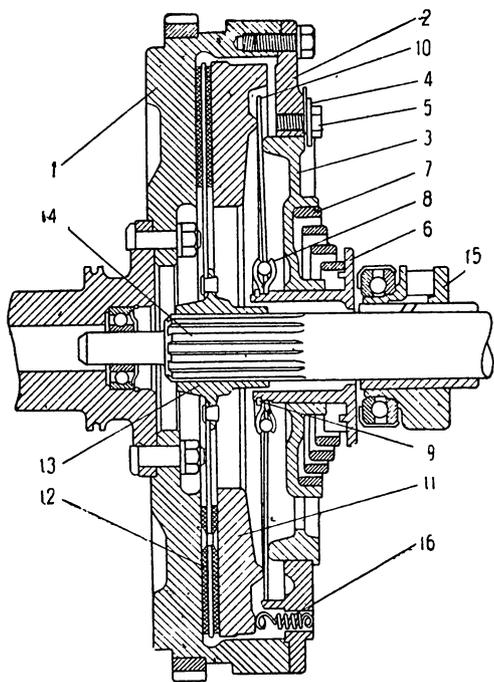


Фиг. 410. Однодисковое сцепление; —автомобиля М-1:

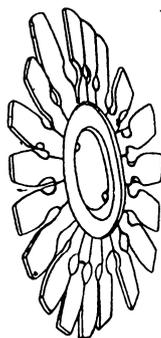
1—маховик; 2—нажимный диск; 3—шипы квадратного сечения; 4—кожух сцепления; 5—ведомый диск; 6—первичный вал коробки передач; 7—фрикционные накладки ведомого диска; 8—пружины; 9—вилка выключения; 10—валик вилки выключения; 11—выжимная муфта; 12—упорный шариковый подшипник; 13—рычажки выключения; 14—шпильки; 15 и 16—пружины; 17—регулирующие гайки; 18—возвратная пружина выжимной муфты.

водят нажимный диск 2 от ведомого диска 5, вследствие чего прекращается передача крутящегося момента от двигателя к коробке передач. Рычажки 13 удерживаются в определённом положении пружинами 15 и 16. Пружины 15 одновременно служат для предохранения регулировочных гаек 17 от самоотворачивания.

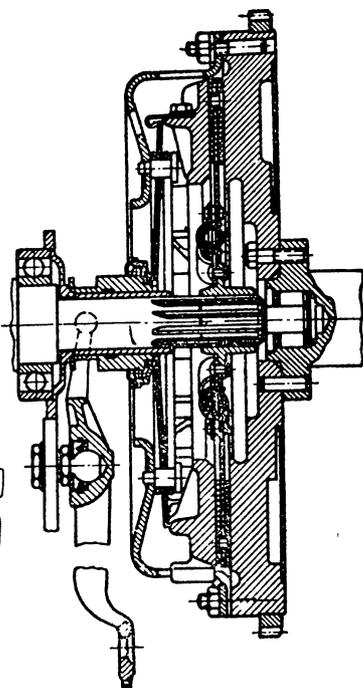
Для включения сцепления следует плавно отпустить педаль; при этом нажимный диск под давлением пружин переместится в сторону маховика двигателя, вновь прижмёт ведомый диск к маховику. При включённом сцеплении пружина 18 оттягивает муфту 11 в крайнее положение, обеспечивающее зазор между подшипником выжимной муфты и рычаж-



Фиг. 411. Однодисковое сцепление автомобиля Студебеккер US6.



Фиг. 412. Рычажки сцепления автомобиля «Студебеккер US6 в сборе



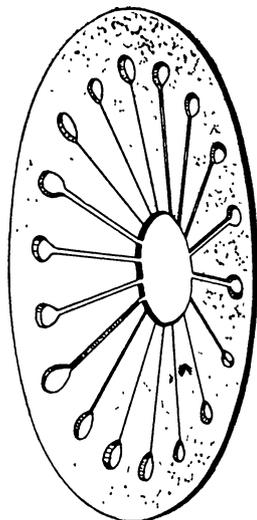
Фиг. 413. Однодисковое сцепление автомобиля Шевроле, модель G-7107.

ками выключения. Благодаря этому зазору возможно полное включение сцепления при частичном износе фрикционных накладок. Указанному зазору соответствует определённая величина свободного хода педали при выключении сцепления. Свободный ход педали необходим также, чтобы избежать пробуксовки сцепления при случайном воздействии водителя на педаль выключения сцепления. Величина зазора между подшипником выжимной муфты и рычажками выключения в разных конструкциях сцеплений устанавливается в пределах от 1,5 до 4 мм, а свободный ход педали — от 20 до 50 мм. Рабочий ход педали составляет 60—100 мм.

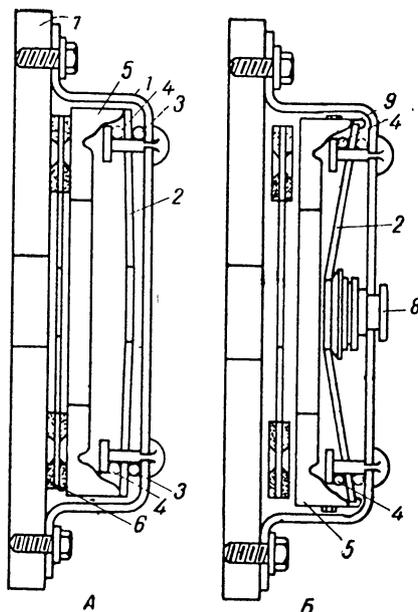
На фиг. 411 показано однодисковое сцепление, в котором нажимное усилие создаётся при помощи одной центральной пружины. К маховику двигателя 1 крепится опорный диск 2, в центральное отверстие которого вставлена фасонная тарелка 3. Её положение определяется количеством прокладок 4, устанавливаемых под головки болтов 5 опорного диска. Между фасонной тарелкой и фланцем подвижной втулки 6 установлена

спиральная конусная пружина 7. На внутреннем конце подвижной втулки сидит обойма 8, состоящая из двух фигурных колец, удерживаемых на втулке разрезным пружинным кольцом 9. В обойме 8 установлено девятнадцать пластинчатых упругих рычажков 10. В отверстии на внутреннем конце каждого рычажка помещён шарик, служащий осью качания рычажка и удерживающий его в обойме. Наружные концы рычажков опираются одной стороной на ребро фасонной тарелки 3, а другой — на буртик нажимного диска 11. Рычажки в сборе показаны на фиг. 412.

Нажимной диск связан с опорным диском 2, а следовательно, и с маховиком четырьмя прямоугольными шипами, выступающими с



Фиг. 414. Диафрагменная пружина.



Фиг. 415. Схема работы сцепления с пружиной диафрагменного типа.

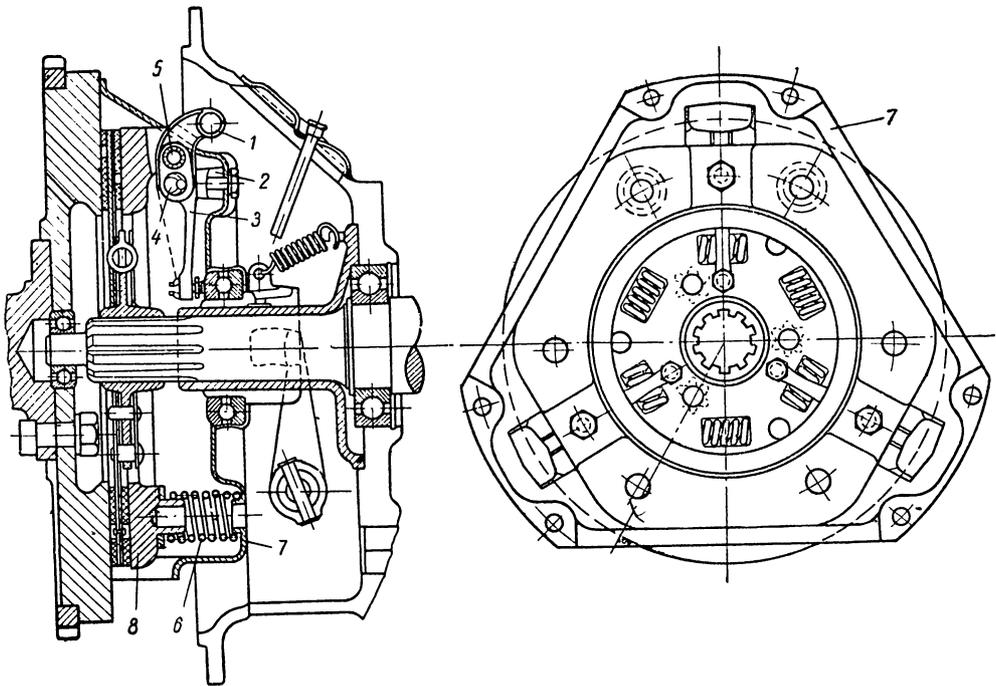
задней стороны и входящими в соответствующие прямоугольные прорезы на внутреннем буртике опорного диска; эти шипы служат направляющими при поступательном перемещении нажимного диска при выключении сцепления. Ведомый диск 12 имеет фрикционные накладки и приклепан к ступице 13, сидящей на шлицеванном конце первичного вала 14 коробки передач.

Сцепление работает следующим образом. Пружина 7, поджатая при сборке, опираясь на фасонную тарелку 3, отжимает вправо подвижную втулку 6 с обоймой 8. Рычажки 10, имея точкой опоры ребро фасонной тарелки, нажимают наружными концами на нажимной диск 11, а последний прижимает ведомый диск 12 к маховику двигателя. Для выключения сцепления служит выжимная муфта 15. При движении муфты влево она через подшипник нажимает на подвижную втулку 6 и отводит рычажки 10, прекращая их действие на нажимной диск.

Полное включение сцепления обеспечивается наличием зазора 3—4 мм между подшипником выжимной муфты и фланцем подвижной втулки 6.

В некоторых конструкциях современных сцеплений (фиг. 413) применяются пружины диафрагменного типа, представляющие собой упругий стальной диск, прорезанный в радиальном направлении на ряд секторов (фиг. 414). Диск имеет небольшую выпуклость, направленную в сторону, противоположную нажимному диску сцепления.

Схема работы сцепления с диафрагменной пружиной показана на фиг. 415. В кожухе 1 сцепления по окружности имеется ряд болтов, на которых свободно установлены два опорных кольца 3 и 4. Между этими кольцами помещается диафрагменная пружина 2. Нажимной диск 5 имеет несколько выступов, которыми он входит в соответствующие пазы, выполненные в кожухе сцепления. Благодаря этому нажимной диск, имея возможность осевого перемещения, всегда вращается вместе с кожухом сцепления и маховиком двигателя. При включённом сцеплении диафрагменная пружина, опираясь на наружное опорное кольцо 3, в силу своей



Фиг. 416. Полуцентробежное сцепление Лонг.

упругости нажимает на нажимной диск и зажимает, таким образом, между ним и маховиком 7 ведомый диск 6 (схема А).

Для выключения сцепления выжимная муфта 8 (схема Б) передвигается в сторону нажимного диска и нажимает на внутренние концы секторов диафрагменной пружины; при этом наружный край пружины, опираясь на опорное кольцо 4, отходит в противоположную сторону и отводит в том же направлении нажимной диск 5, снабжённый специальными скобами 9, освобождая тем самым ведомый диск сцепления.

Преимущество сцепления с пружиной диафрагменного типа состоит в том, что благодаря упругости пружины повышается плавность включения сцепления и получается более равномерное давление на нажимной диск. Сцепление с диафрагменной пружиной устанавливается на многих американских автомобилях.

На фиг. 416 показано полуцентробежное однодисковое сцепление типа Лонг, устанавливаемое на многих моделях легковых и грузовых автомобилей. Особенность этого сцепления заключается в том, что в нём нажимное усилие создаётся пружинами 6, установленными между кожухом 7 и нажимным диском 8, а также центробежными силами грузиков 1, размещённых на наружных концах рычажков 3 выключения. Указанные

рычажки установлены на осях 4, укрепленных в стойках 2, привёрнутых болтами к кожуху сцепления, и при помощи осей 5 и игольчатых подшипников связаны с нажимным диском. Ввиду того что при повороте рычажков 3 расстояние между осями 4 и 5 меняется, то между осью 4 и рычажком 3 свободно установлен ролик, допускающий возможность изменить указанное расстояние в нужных пределах.

При небольших числах оборотов двигателя центробежные силы грузов весьма малы, поэтому давление на нажимной диск создаётся практически только пружинами. По мере увеличения числа оборотов двигателя центробежные силы грузов возрастают, благодаря чему рычажки стремятся повернуться на своих осях и увеличивают этим силу нажатия на нажимной диск. Таким образом в полуцентробежном сцеплении суммарное давление на нажимной диск не остаётся постоянным, а увеличивается с повышением числа оборотов двигателя.

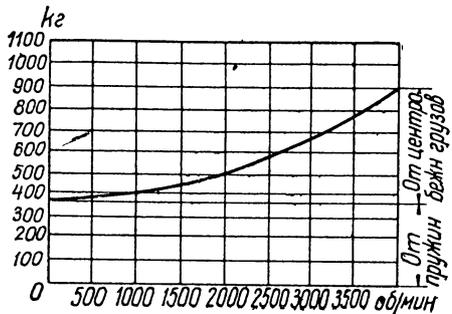
Диаграмма давлений на нажимной диск в зависимости от силы нажатия пружин и центробежных сил грузов приведена на фиг. 417.

Из диаграммы видно, что давление на нажимной диск от центробежных сил грузов примерно до 1000 об/мин составляет весьма незначительную величину. При 4000 об/мин двигателя давление на нажимной диск от центробежных сил грузов получается большим, чем от нажимных пружин.

Выключение полуцентробежного сцепления производится при помощи обычного педального привода. Наличие центробежных грузов в данном случае даёт возможность установить более слабые пружины, чем в нормальном сцеплении. Это обеспечивает большую плавность включения (что происходит обычно при небольших числах оборотов двигателя) и уменьшает усилие водителя при выключении сцепления. В то же время на эксплуатационных режимах обеспечивается надлежащий «запас» сцепления, необходимый для надёжного действия механизма.

**Двухдисковое сцепление.** Максимальный крутящий момент, передаваемый сцеплением, зависит от силы нажатия пружин, размеров дисков и числа трущихся поверхностей. Чем больше указанные величины, тем больший крутящий момент может быть передан через сцепление. Возможность увеличения диаметров дисков ограничивается размерами маховика, а давление пружин можно увеличить лишь в определённых пределах, чтобы не вызвать значительного утяжеления управления сцеплением. Поэтому для возможности увеличения передаваемого момента применяют двухдисковое сцепление, в котором число трущихся поверхностей в два раза больше, чем в однодисковом.

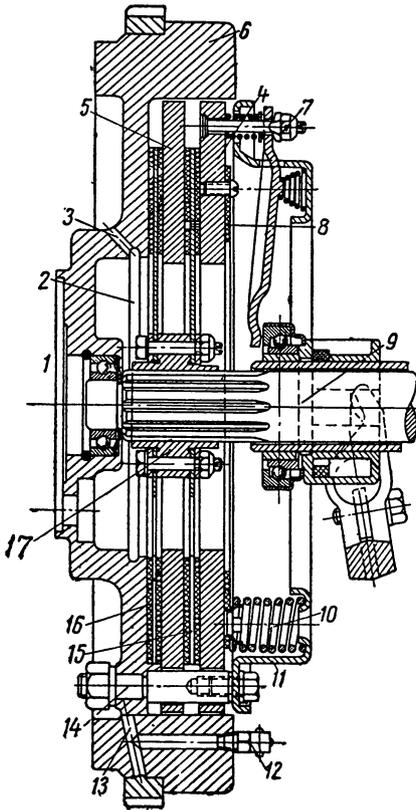
На фиг. 418 показано двухдисковое сцепление автомобиля ЗИС-5<sup>1</sup>. Оно имеет два ведомых диска и три ведущих. При этом в качестве одной из ведущих поверхностей, так же как и в однодисковом сцеплении, используется поверхность маховика.



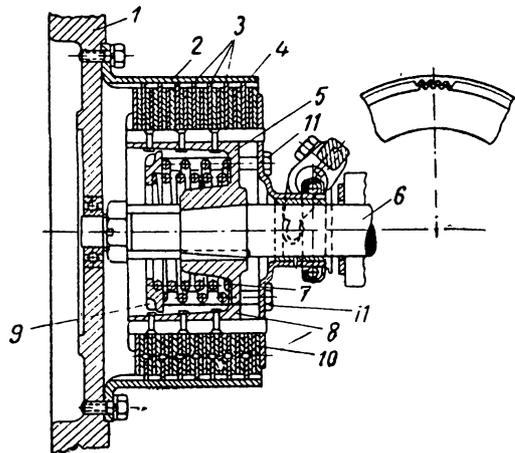
Фиг. 417. Диаграмма давлений на нажимной диск сцепления Лонг от пружин и центробежных грузов.

<sup>1</sup> Это же сцепление устанавливается на автомобилях ЗИС-6, ЗИС-8, ЯГ-6, ЯГ-3 и др.

В маховик 6 впрессованы и закреплены гайками шесть пальцев 14, на которых свободно сидят и могут перемещаться в осевом направлении два ведущих диска 4 и 5. На этих же пальцах укреплен кожух 11. Таким образом два ведущих диска 4 и 5 и кожух 11 сцепления вращаются с маховиком как одно целое. По обе стороны ведущего диска 4 установлены два тонких стальных ведомых диска 15 и 16, которые болтами привёрнуты к общей ступице 17 и имеют фрикционные накладки. Ступица ведомых дисков посажена на шлицах первичного вала 9 коробки передач.



Фиг. 418. Двухдисковое сцепление автомобиля ЗИС-5.



Фиг. 419. Многодисковое сцепление Брайн-Лайн.

10, под действием которых ведомые диски зажимаются между ведущими. Для предохранения пружин от нагрева они упираются в ведущий диск 4 не непосредственно, а через асбестовую кольцевую прокладку 8.

На ободе маховика установлена маслѐнка 12 для смазки шарикового подшипника 1, являющегося передней опорой первичного вала коробки передач. Масло поступает к подшипнику по каналу 3, просверленному в маховике. Для предохранения трущихся поверхностей от замасливания при случайном попадании в сцепление масла в маховике проточена кольцевая канавка 2. Во время работы масло под влиянием центробежной силы сосредоточивается в указанной канавке и через отверстие 3 выбрасывается в картер маховика.

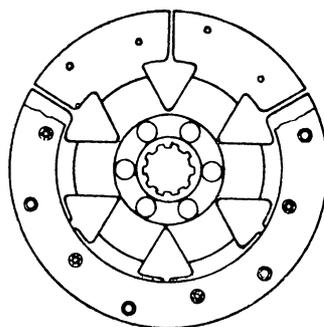
**Многодисковое сцепление.** Многодисковым сцеплением называется сцепление, в котором число ведомых дисков более двух. Применение большого количества дисков позволяет передавать большой крутящий момент и выполнить сцепление сравнительно небольших размеров. Многодисковое сцепление имеет небольшое распространение и применяются, главным образом, в тяжѐлых грузовиках. Ограниченное применение многодискового сцепления обусловлено большим моментом инерции его ведомой части и недостаточной чистотой выключения.

В качестве примера на фиг. 419 показано многодисковое сцепление фирмы Браун—Лайп (Braun—Lipe)<sup>1</sup>. Сцепление устроено следующим образом: к маховику 1 болтами привёрнут ведущий барабан 2, на внутренней поверхности которого имеется ряд пазов, в которые своими выступами входят семь ведущих стальных дисков 3, снабжённых фрикционными накладками. Между ведущими дисками 3 помещены стальные ведомые диски 4, сидящие на шпонках ведомого барабана 5, который в свою очередь жёстко закреплён на первичном валу 6 коробки передач. Необходимая сила трения между дисками получается при помощи двух пружин 7 и 8, установленных внутри ведомого барабана. Справа эти пружины упираются в днище барабана, а слева — во фланец 9. Через этот фланец и болты 11 усилие пружин передаётся нажимному диску 10 и далее дискам 3 и 4, прижимаемым к буртику, имеющемуся в передней части барабана 5.

### § 3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПЛАВНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ И ЧИСТОГО ВЫКЛЮЧЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ

Одним из основных требований к механизму сцепления является плавность его включения, обеспечивающая безударное соединение двигателя с трансмиссией. Наилучшими в этом отношении являются многодисковые сцепления, при включении которых сила трения передаётся постепенно от одного диска к другому, в соответствии с чем период уравнивания числа оборотов ведомых и ведущих элементов сцепления увеличивается. В сцеплениях с малым числом дисков, в частности в однодисковых сцеплениях, включение получается более жёстким, нежели в многодисковых. Поэтому в сцеплениях такого типа для увеличения плавности включения обычно предусматриваются специальные приспособления, позволяющие устранить указанный недостаток и сделать однодисковое сцепление по плавности включения почти равноценным многодисковому. Последнее и обуславливает то, что однодисковые сцепления, являющиеся с точки зрения удовлетворения остальных требований (чистота выключения и минимальный момент инерции ведомых частей механизма) наилучшими, получили на современных автомобилях преимущественное распространение.

Один из простейших способов увеличения плавности включения однодискового сцепления заключается в том, что ведомый диск сцепления делается разрезным, состоящим из нескольких секторов (фиг. 420). Все секторы диска слегка изогнуты, так что диск является не плоским, а имеющим небольшой конус. Благодаря этому при включении сцепления трение возникает не сразу по всей поверхности фрикционных накладок; сначала приходят в соприкосновение с маховиком двигателя и нажимным диском сцепления с одной стороны внутренние, а с другой — наружные края фрикционных накладок. Затем, по мере увеличения давления, ведомый диск выпрямляется и прижимается к маховику двигателя всей своей поверхностью. Благодаря этому достигается постепенное нараста-

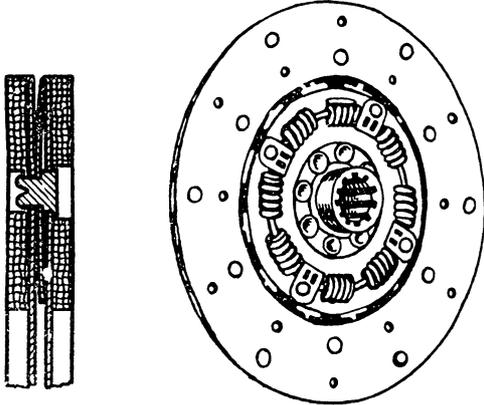


Фиг. 420. Ведомый диск сцепления Лонг, имеющий прорезы и выгнутый на конус в целях повышения плавности включения сцепления.

<sup>1</sup> Такое сцепление устанавливалось в свое время на пятитонных грузовиках производства Ярославского автомобильного завода.

ние крутящего момента, передаваемого от двигателя к коробке передач. Примерно такой же результат получается в том случае, если диск выполняется разрезным, а отдельные его секторы изгибаются в разные стороны. Ведомый диск такой конструкции применяется в сцеплениях автомобилей ГАЗ-АА и ГАЗ М-1.

В некоторых сцеплениях для повышения плавности включения между фрикционными накладками и диском закладываются пластинчатые пружинки. Каждая из пружинки одним концом приклепывается к диску, а другим — отжимает накладку от диска; благодаря этому при включении сцепления вначале с



Фиг. 421. Ведомый диск сцепления Ньютон.

Фиг. 422. Ведомый диск сцепления с демпфирующими пружинами.

маховиком и нажимным диском приходят в соприкосновение выступающие места накладок; затем под давлением нажимных пружин фрикционные накладки выпрямляются и плотно прилегают к диску, сжимая при этом пластинчатые пружинки. Таким образом благодаря указанным пружинкам достигается тот же результат, что и при выполнении ведомого диска с небольшой конусностью.

На фиг. 421 показан ведомый диск сцепления, состоящий из двух стальных

дисков, обшитых снаружи фрикционным материалом. Указанные диски изнутри раздвигаются шестью слегка выпуклыми пластинчатыми пружинами, сидящими на специальных заклёпках, ограничивающих раздвижение дисков при выключении сцепления. Благодаря указанной конструкции диска достигается высокая плавность включения сцепления.

Другим способом увеличения плавности включения в большинстве современных однодисковых сцеплений является применение специальных демпфирующих пружин (фиг. 422), устанавливаемых между ведомым диском и его ступицей, сидящей на первичном валу коробки передач. Поэтому ведомый диск, не будучи жёстко связан со ступицей, имеет возможность при включении сцепления повернуться на некоторый угол относительно ступицы, благодаря чему и обеспечивается плавное соединение двигателя с трансмиссией автомобиля.

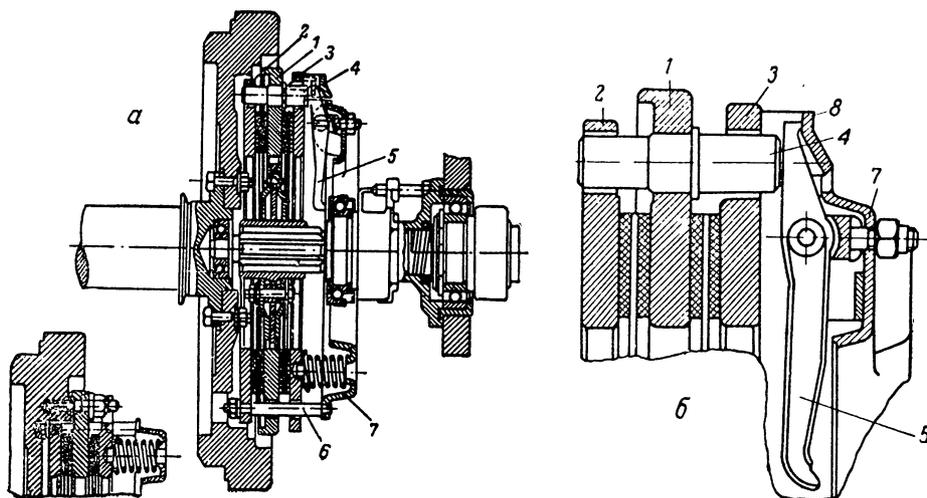
Для повышения плавности включения сцепления иногда вместо трёх или шести жёстких рычажков выключения применяют большое количество тонких пластинчатых упругих рычажков. Примером такой конструкции может служить сцепление, показанное на фиг. 411, в котором рычажки 10 при включённом сцеплении одновременно служат для передачи усилия пружины 7 к нажимному диску сцепления.

Не менее существенным требованием к механизму сцепления является чистота его выключения, т. е. возможность полного отсоединения ведомых дисков от ведущих. Если это требование не выполнено, то и после того, как педаль выключения сцепления будет выжата, первичный вал коробки передач будет получать вращение от маховика (сцепление «ведёт»), вследствие чего переключение передач становится затруднительным и сопровождается характерным шумом переключаемых шестерён.

В однодисковых сцеплениях, в подавляющем большинстве которых нажимные диски отводятся от ведомых дисков принудительно, обеспечивается вполне удовлетворительная чистота выключения. В тех же конструкциях однодисковых сцеплений, в которых нажимные диски не отводятся принудительно, а также в большинстве конструкций двухдисковых сцеплений для обеспечения чистоты выключения применяются дополнительные приспособления.

В однодисковом сцеплении грузового автомобиля Студебеккер US6, приведённом на фиг. 411, в качестве такого приспособления установлены пружины 16, оттягивающие при выключении сцепления нажимной диск от ведомого.

В двухдисковом сцеплении, представленном на фиг. 418, чистота выключения достигается благодаря тому, что задний диск 4 отводится при-



Фиг. 423. Двухдисковое сцепление автомобиля ЗИС-101 с принудительным раздвижением ведущих дисков.

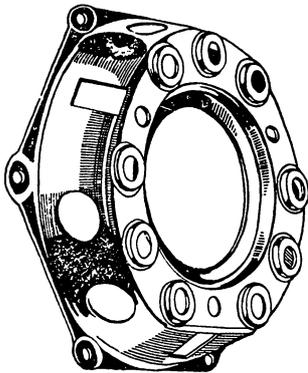
нудительно, средний ведущий диск 5 при выключении сцепления отодвигается тремя спиральными пружинами 19, установленными между ним и маховиком двигателя. Для того чтобы задний ведомый диск не оказался при этом зажатым между обоими ведущими дисками, имеются три упорных винта 18, ввёрнутых в кожух сцепления. Эти винты, проходя через отверстия в заднем ведущем диске сцепления, ограничивают отход среднего ведущего диска.

Одним из способов, обеспечивающих чистоту выключения двухдискового сцепления, является принудительное раздвижение ведущих дисков. Примером такой конструкции может служить сцепление автомобиля ЗИС-101 (фиг. 423). В этом сцеплении средний ведущий диск 1 (схема а) болтами привёрнут к маховику двигателя, а наружные ведущие диски 2 и 3 установлены свободно на пальцах 4, впрессованных в средний ведущий диск и одновременно являющихся опорами рычажков включения 5. Передний ведущий диск 2 при помощи болтов 6 соединён с кожухом сцепления 7. При нажатии на педаль сцепления рычажки выключения упираясь в пальцы 4, поворачиваются, перемещая кожух сцепления вперёд, который, в свою очередь, через болты 6 отводит передний ведущий диск 2 от среднего. Наружные концы рычажков выключения, упираясь в скобы 8, привёрнутые к заднему ведущему диску 3, отводят его назад. Таким образом оба ведомых диска полностью освобождаются.

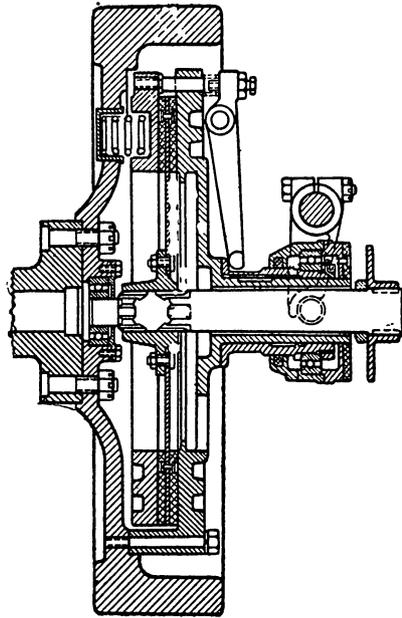
#### § 4. ВЕНТИЛЯЦИЯ СЦЕПЛЕНИЯ

При включении сцепления имеет место пробуксовывание ведущих дисков относительно ведомых, сопровождаемое выделением значительного количества тепла и повышением температуры деталей сцепления. Большая часть тепла от трущихся поверхностей отводится через маховик и нажимной диск сцепления, который обычно изготавливается более массивным, чем это требуется по условиям его механической прочности.

Для улучшения охлаждения деталей сцепления кожух сцепления придают специальную конфигурацию. В сцеплении, показанном на фиг. 416, фланец кожуха 7 имеет три среза, благодаря которым между маховиком и кожухом получаются большие окна, через которые обеспечивается вентиляция сцепления.



Фиг. 424. Кожух сцепления с отверстиями для вентиляции сцепления.



Фиг. 425. Сцепление автомобиля Фоден.

На фиг. 424 показан кожух, имеющий ряд отверстий, через которые во время работы происходит непрерывная циркуляция воздуха, обеспечивающая хорошее охлаждение механизма сцепления.

На фиг. 425 показано сцепление, в котором в целях хорошего охлаждения нажимной диск и диск, привертнутый болтами к маховику, имеют по две кольцевые канавки, увеличивающие площадь отвода тепла. В силу специфики конструкции кожух сцепления отсутствует.

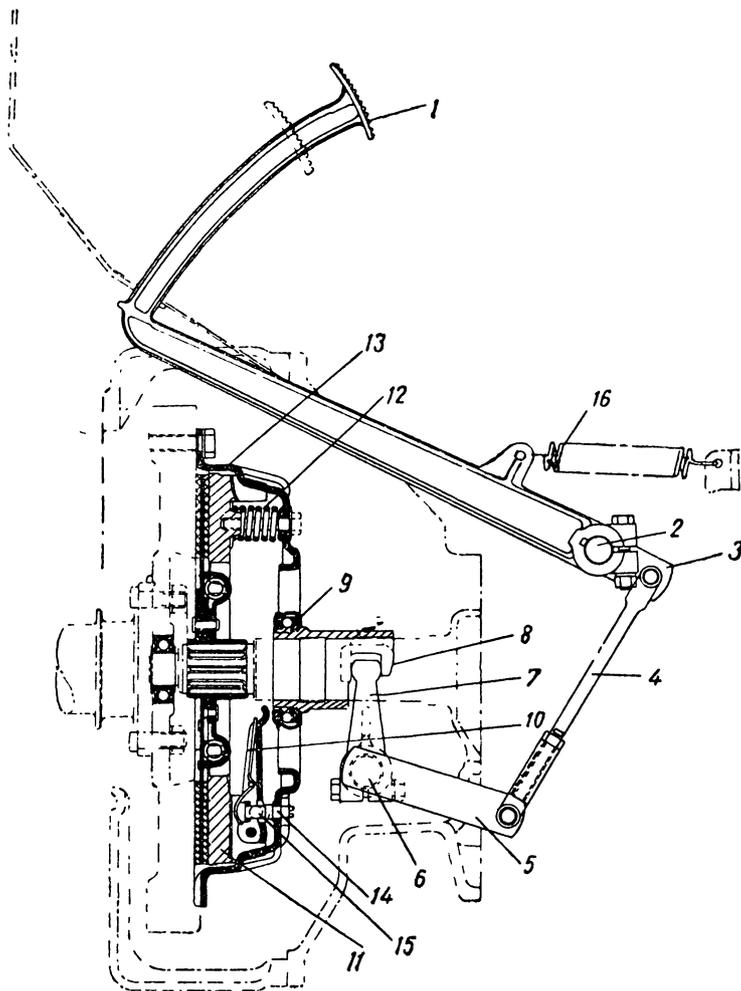
#### § 5. МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЕМ

Все сцепления в зависимости от устройства механизма управления могут быть подразделены на три основные группы: к первой группе относятся сцепления, управление которыми производится посредством механического привода исключительно за счёт усилия водителя, прилагаемого к педали сцепления; ко второй группе относятся такие сцепления, управление которыми при определённых условиях производится автоматически, без участия водителя, и, наконец, третью группу составляют сцепления с обычным механическим приводом, но снабжённые дополнительным устройством, уменьшающим усилие водителя, потребное для выключения сцепления.

Сцепления с автоматическим выключением в большинстве случаев могут также выключаться при помощи нажатия ногой на педаль, т. е.

так же, как и в нормальном сцеплении с педальным приводом выключения.

На фиг. 426 показан механизм управления сцеплением с механическим приводом. Педаль 1 укреплена на валике 2, на котором также укреплен рычаг 3, связанный при помощи тяги 4 с рычагом 5, сидящим на ва-



Фиг. 426. Механизм выключения сцепления автомобиля «Интернационал» М-5-6.

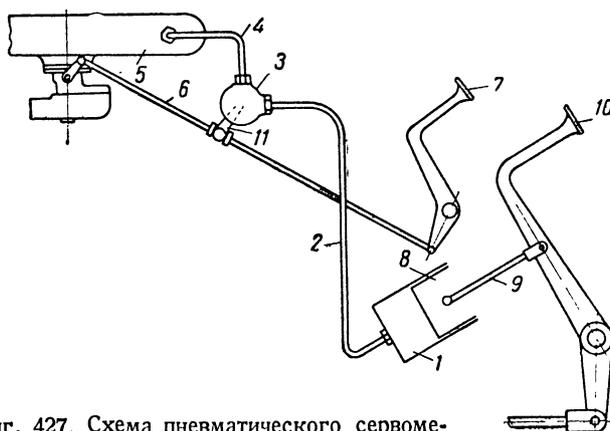
лике 6. На этом же валике посажена вилка 7, входящая в фигурные вырезы выжимной муфты 8. При нажатии ноги на педаль вилка 7 поворачивается и давит на выжимную муфту 8, которая через упорный шариковый подшипник 9 нажимает на внутренние концы рычажков 10. Наружные концы рычажков, будучи соединены при помощи пальцев с нажимным диском 11, отводят его, преодолевая при этом усилие нажимных пружин 12 и освобождая ведомый диск сцепления.

Опорой рычажков выключения служат установленные в кожухе сцепления 13 болты 14. Для уменьшения работы трения в опорах между рычажками выключения и головками болтов установлены ролики 15.

Включение сцепления производится плавным отпусканием педали; при этом нажимная муфта возвращается назад, освобождая рычажки выключения, а нажимной диск под действием нажимных пружин прижимает ведомый диск к маховику двигателя. Педаль при включённом сцеплении пружиной 16 оттягивается назад в крайнее положение, благодаря чему устанавливается зазор между рычажками выключения и подшипником выжимной муфты.

Сервомеханизмы для выключения сцепления. Для облегчения работы водителя, а в некоторых случаях и полной автоматизации управления сцеплением на некоторых автомобилях применяются сервомеханизмы. Последние бывают трёх типов: пневматические, механические, гидравлические. Наибольшее применение имеют пневматические сервомеханизмы.

Схема устройства пневматического сервомеханизма показана на фиг. 427. Цилиндр 1 при помощи трубопровода 2 соединён с клапаном 3;



Фиг. 427. Схема пневматического сервомеханизма для выключения сцепления.

последний в свою очередь соединён трубопроводом 4 с всасывающей трубой 5 двигателя. При помощи клапана 3 внутренняя полость цилиндра 1 может быть соединена с атмосферой или же с всасывающей трубой двигателя. Управление клапаном 3 осуществляется при помощи рычага 11 и тяги 6, связанной с педалью акселератора 7.

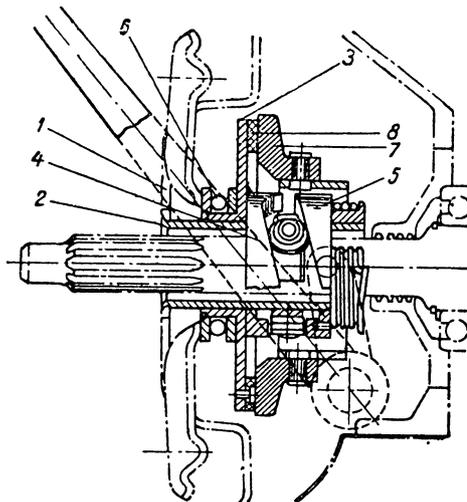
Внутри цилиндра помещён поршень 8, который при помощи тяги 9 связан с педалью сцепления 10. Если педаль 7 нажата, то клапан 3 соединяет цилиндр 1 с атмосферой, поршень при этом занимает верхнее крайнее положение и сцепление находится во включённом состоянии. При выключении сцепления водитель прежде всего сбрасывает газ, поэтому педаль 7, отходя назад, при помощи тяги 6 переводит клапан 3 в положение, при котором цилиндр 1 оказывается соединённым с всасывающей трубой двигателя. Под влиянием разрежения, получающегося в цилиндре, поршень стремится передвинуться вниз и переместить в том же направлении педаль 10.

Сцепления, автоматически выключающиеся при помощи пневматического сервомеханизма, необходимо снабжать дополнительным приспособлением, позволяющим выключать сервомеханизм в тех случаях, когда при движении автомобиля с прикрытым дросселем требуется иметь сцепление включённым. В частности, такая необходимость возникает при движении автомобиля под уклон, когда двигатель используется для торможения автомобиля. Идея указанного приспособления состоит в том, что

в нужном случае цилиндр сервомеханизма соединяется с атмосферой при всех положениях дросселя карбюратора, благодаря чему и достигается полное прекращение действия сервомеханизма.

На фиг. 428 показан механизм для облегчения работы водителя при выключении сцепления, предложенный фирмой Итон. Особенность указанного механизма состоит в том, что для облегчения выключения сцепления используется крутящий момент двигателя. Простота устройства механизма и возможность установки его к любому существующему сцеплению позволяют широко использовать его, в особенности для грузовиков и автобусов.

Устройство механизма заключается в следующем: в кожухе сцепления 1 закреплена длинная втулка 2, на которой свободно сидит диск 3 с приваренной к нему кулачковой шайбой 4. Вторая кулачковая шайба 5, сидящая на втулке 2, соединена с ней спиральной пружиной 7, при этом один конец пружины закреплён в шайбе, а другой—на втулке. Между обоймами на втулке свободно установлена обойма с роликами. Так как втулка 2 связана с кожухом сцепления, то вся система вращается вместе со сцеплением.



Фиг. 428. Сервомеханизм Итон для облегчения выключения сцепления.

На рычагах, связанных с педалью сцепления, сидит диск 7, который не вращается; но может иметь осевое перемещение. При нажатии на педаль сцепления диск 7 перемещается влево и, прижимаясь к диску 3, имеющему фрикционную накладку 8, задерживает вращение последнего. Благодаря этому кулачковая шайба 5 обгоняет шайбу 4 и через ролики отодвигает её и диск 3 влево. Последний, в свою очередь, через упорный подшипник 6 нажимает на рычажки выключения сцепления. Усилие водителя, необходимое для выключения сцепления, при этом получается весьма незначительным.

## § 6. НЕИСПРАВНОСТИ И РЕГУЛИРОВКА СЦЕПЛЕНИЯ

В работе сцепления могут иметь место следующие основные неисправности:

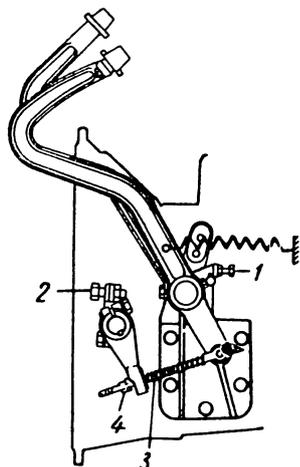
Сцепление полностью не включается (пробуксовывает); причинами неполного включения сцепления могут служить отсутствие свободного хода педали и износ фрикционных накладок ведомого диска.

При неполном включении сцепления диски проскальзывают один относительно другого, что приводит к повышенному износу фрикционных накладок ведомого диска и сильному нагреву деталей механизма.

Сцепление полностью включается, но не передаёт всего крутящего момента двигателя. Последнее, так же как и в первом случае, когда сцепление полностью не включается, сопровождается пробуксовкой сцепления. Причинами указанной неисправности могут быть замазывание дисков, ослабление и поломка нажимных пружин.

Сцепление не полностью выключается (ведёт). Причинами неполного выключения сцепления могут быть большой свободный ход педали, перекос рычажков выключения, заедание и коробление дисков. При неполном выключении сцепления двигатель не отъединяется от трансмиссии, поэтому переключение шестерён в коробке передач производится с большим трудом и сопровождается шумом.

В процессе эксплуатации неисправности сцепления чаще всего возникают вследствие нарушения правильной регулировки его. У большинства современных автомобилей, например ГАЗ-АА, М-1, ЗИС-101, Форд-Г8Т, «Интернационал» М-5-6 и др., механизм сцепления имеет две регулировки: 1) свободного хода педали; 2) рычажков выключения.



Фиг. 429. Педаль сцепления автомобиля ЗИС-5.

В некоторых сцеплениях число регулировок бывает более двух. В частности, в сцеплении автомобиля ЗИС-5 (фиг. 418) помимо указанных предусмотрены регулировки общего хода педали и положения среднего ведущего диска.

Кроме того, в зависимости от роста водителя в целях более удобного положения ноги на педали имеется возможность также изменять верхнее и нижнее крайние положения педали при сохранении установленного общего хода педали. При помощи болта 1 (фиг. 429) педаль устанавливается в удобное для водителя крайнее верхнее положение, а при помощи болта 2 — в крайнее нижнее положение, при котором общий ход педали получается

равным 105 мм. Регулировочный болт 2 при выключении сцепления упирается в прилив, имеющийся на картере сцепления; благодаря чему устраняется возможность перегрузки рычажков выключения в случае приложения водителем чрезмерно большого усилия к педали сцепления.

Регулировка свободного хода педали обычно производится изменением длины тяги, идущей от педали к механизму выключения. В сцеплении автомобиля ЗИС-5 (фиг. 429) регулировка свободного хода педали осуществляется изменением длины тяги 3 при помощи барашка 4; для увеличения свободного хода педали барашек следует отвернуть, а для уменьшения — завернуть.

Свободный ход педали устанавливается в пределах 20—25 мм, которому соответствует зазор между рычажками выключения и подшипником выжимной муфты 1,5—2 мм.

Для правильной работы сцепления необходимо, чтобы внутренние концы всех рычажков выключения лежали в одной плоскости, т. е. зазоры между всеми рычажками и подшипником выжимной муфты были одинаковыми. В сцеплении ЗИС-5 регулировка положения рычажков выключения производится вращением гаек 17 (фиг. 418). Такой же способ регулировки рычажков выключения применяется в сцеплениях автомобилей ГАЗ-АА и ГАЗ-М-1.

В сцеплениях ряда автомобилей, как, например, ЗИС-101 (фиг. 423), «Интернационал» (фиг. 426), Додж Т-203-В, положение рычажков меняется при помощи регулировочных гаек, позволяющих перемещать ось, относительно которой поворачиваются рычажки выключения.

Регулировка положения среднего ведущего диска в сцеплении автомобиля ЗИС-5 имеет целью ограничить отход этого диска назад при вы-

ключении сцепления и тем самым устранить возможность зажатия заднего ведомого диска. Для этой цели служат три регулировочных винта 18 (фиг. 418). Регулировка среднего ведущего диска производится следующим образом: при неработающем двигателе и включённом сцеплении указанные винты ввёртываются доотказа, т. е. до упора их в средней ведущий диск; затем все винты нужно отвернуть на одинаковую величину — на  $1/2$ — $2/3$  оборота, что соответствует 3—4 щелчкам замочной шайбы. После этого следует завести двигатель и проверить правильность регулировки сцепления путём переключения передач. Если сцепление отрегулировано правильно, то оно будет выключаться полностью, и переключение передач будет происходить бесшумно. Если же при полностью выжатой педали сцепление продолжает вести, то необходимо указанные винты отвернуть или завернуть на один щелчок или более, добившись при этом полного выключения сцепления.

Уход за сцеплением. Уход за сцеплением сводится, главным образом, к смазке сцепления и регулировке свободного хода педали. В механизме сцепления подлежат смазке следующие места:

1) подшипник первичного вала коробки передач в маховике двигателя;

2) втулка и подшипник выжимной муфты;

3) втулки педали сцепления и вилки выжимной муфты.

В большинстве сцеплений подшипник, помещающийся в маховике двигателя, смазывается при заводской сборке и ремонте сцепления. В некоторых сцеплениях, как, например, в сцеплении автомобиля ЗИС-5 (фиг. 418), указанный подшипник смазывается через маслёнку 12, установленную на ободу маховика. Для смазки указанного подшипника чаще всего применяется солидол.

Упорный подшипник выжимной муфты смазывают через каждые 900—1600 км пробега автомобиля. В качестве смазки применяют автол или солидол.

Втулки педали сцепления и вилки выключения смазывают обычно солидолом.

Сроки смазки в различных сцеплениях колеблются от 300 до 1600 км пробега автомобиля. Поэтому в отношении сортов масел и периодичности смазки не только сцепления, но и всех других механизмов силовой передачи автомобиля нужно руководствоваться инструкцией по уходу за данным автомобилем.

В заключение следует отметить, что долговечность работы сцепления в значительной мере зависит от правильного и умелого пользования им. Основные правила пользования сцеплением заключаются в следующем: 1) выключать сцепление нужно быстро, выжимая педаль доотказа; 2) включать сцепление следует плавно; 3) при работающем двигателе не держать сцепление длительное время выключенным.

## § 7. ОСОБЫЕ ТИПЫ СЦЕПЛЕНИЯ

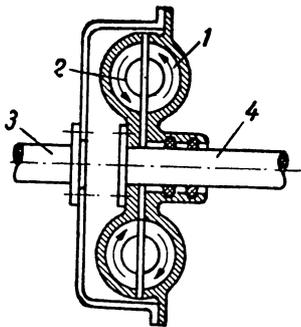
Помимо дисковых сцеплений имеется ряд других типов сцепления: ленточные, колодочные, электромагнитные, гидравлические, центробежные и др. Однако из всех указанных сцеплений практическое распространение получили гидравлические сцепления и отчасти центробежные.

Гидравлическое сцепление. Схема устройства гидравлического сцепления показана на фиг. 430. К фланцу коленчатого вала 3 прикреплён кожух, к которому в свою очередь прикреплён лопаточный венец 1, называемый в дальнейшем насосом. С ведомым валом 4 соединён второй лопаточный венец 2, именуемый в дальнейшем турби-

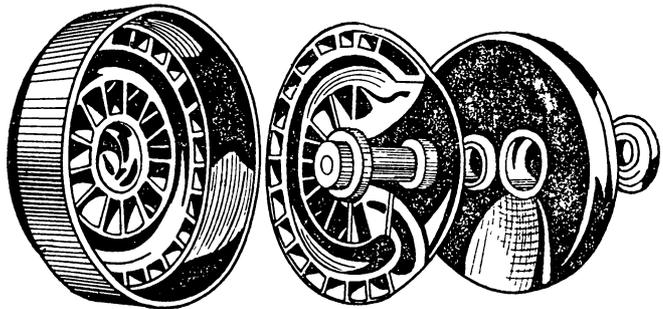
ной. Вся система заполняется маслом<sup>1</sup>. Детали сцепления, выполненного по указанной схеме, показаны отдельно на фиг. 431.

Процесс работы гидравлического сцепления заключается в следующем: если при неподвижном ведомом вале 4 ведущий вал 3 начнёт вращаться, то вместе с ним будет вращаться и насос 1, жидкость, заполняющая сцепление, будет перемещаться под влиянием центробежной силы к наружному краю лопаток, увеличивая при этом свою скорость. Попадая на лопатки турбины 2, жидкость, наоборот, по мере движения от края лопаток к центру будет терять свою скорость, выделяя накопленную кинетическую энергию. Затем жидкость снова попадает на лопатки насоса, благодаря чему и достигается постоянная циркуляция жидкости в системе.

В своём движении жидкость будет то накапливать энергию, то отдавать её, передавая, таким образом, мощность от насоса к турбине. При увеличении числа оборотов двигателя передаваемая мощность будет



Фиг. 430. Схема устройства гидравлического сцепления.



Фиг. 431. Детали гидравлического сцепления.

увеличиваться, и, когда она станет достаточной для того, чтобы автомобиль тронулся с места, ведомый вал с турбиной начнёт вращаться.

В первые моменты движения будет значительное отставание по оборотам турбины от насоса или так называемое проскальзывание. По мере увеличения числа оборотов передаваемая мощность увеличивается, а проскальзывание уменьшается (фиг. 432) и доходит до 2—3%; в соответствии с этим к. п. д. гидравлического сцепления на больших оборотах достигает величины 0,98.

Введение гидравлического сцепления в трансмиссию автомобиля обеспечивает плавную передачу крутящего момента, а также уменьшает возможность появления крутильных колебаний коленчатого вала, так как гидравлическое сцепление служит одновременно и демпфером — гасителем указанных колебаний. Кроме того, при гидравлическом сцеплении возможно снижение скорости движения автомобиля вплоть до его полной остановки; двигатель при этом не может быть заглушен, так как турбина может вращаться при неподвижном насосе на холостом ходу, имея 100% проскальзывания.

Гидравлическое сцепление одновременно является маховиком двигателя и устанавливается обычно на автомобилях, снабжённых коробками передач, не требующих выключения сцепления при переходе с одной передачи на другую.

<sup>1</sup> Для возможности расширения масла при нагревании сцепление должно быть заполнено маслом примерно на 0,9 от полного объема.

В автомобилях, имеющих нормальную коробку передач с подвижными каретками, за гидравлическим сцеплением устанавливается также и фрикционное сцепление, которое используется для отъединения двигателя от трансмиссии при переключении шестерён в коробке передач. Это необходимо потому, что масса ведомой части гидравлического сцепления весьма велика, что вызывает ударную нагрузку на зубья переключаемых шестерён. Необходимость установки фрикционного сцепления объясняется также тем, что даже при малых оборотах насоса на вал турбины передаётся крутящий момент. Хотя величина этого момента незначительна, он всё же может вызвать вращение вала турбины, связанного с первичным валом коробки передач, что затрудняет включение передачи при неподвижно стоящем автомобиле. Кроме того, при переключении с одной передачи на другую указанный момент обуславливает нажатие зубьев одной шестерни на зубья другой, что затрудняет вывод их из зацепления.

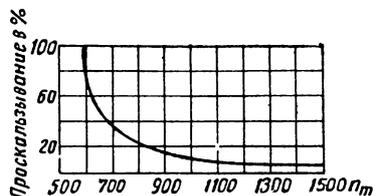
Гидравлическое и фрикционное сцепления, как правило, монтируются в одном общем картере, крепящемся к картеру двигателя. Для спуска и заливки масла в кожухе гидравлического сцепления имеются отверстия, закрываемые пробками.

**Центробежное сцепление.** На фиг. 433 показано однодисковое сцепление с автоматическим выключением центробежного типа. Автоматическое действие сцепления достигается благодаря следующему устройству: между маховиком 1 и ведущим диском 2 помещён ведомый диск 3 специальной конструкции. Слева от ведущего диска находится нажимное кольцо 4, которое передаёт усилие к ведущему диску 2 при помощи шести пружин 5. Между нажимным кольцом 4 и маховиком установлено несколько пружин 6, которые отодвигают назад нажимное кольцо 4 и ведущий диск 2 и тем самым выключают сцепление.

В кожухе сцепления на осях 9 установлены три фигурных рычага 8, снабжённых грузиками 10. При неработающем двигателе, а также при малом числе оборотов рычаги 8 занимают положение, указанное пунктиром, и сцепление под действием пружин 6 находится в выключенном состоянии. По мере увеличения числа оборотов двигателя под действием центробежных сил грузиков рычаги 8 поворачиваются относительно осей 9 и своими короткими концами давят на нажимное кольцо 4. Последнее, преодолевая усилие пружин 5 и 6, передвигается вправо и зажимает ведомый диск 3 между маховиком и ведущим диском.

Величина массы грузиков 10, а также расположение её относительно осей поворота рычагов определяют те обороты двигателя, при которых под действием центробежных сил сцепление начинает включаться. Включение рассматриваемого сцепления начинается примерно при 500 об/мин двигателя и полностью заканчивается при 1400 об/мин, после чего грузики упираются в обод маховика, и при дальнейшем увеличении числа оборотов двигателя сила нажатия рычагов 8 остаётся постоянной.

По мере уменьшения числа оборотов двигателя центробежная сила грузиков постепенно уменьшается и при снижении оборотов двигателя до 500 в минуту центробежная сила настолько мала, что пружины 6 преодолевают давление рычагов 8 и отодвигают нажимное кольцо влево. При этом нажимное кольцо упирается в шайбы болтов 11 и при помощи

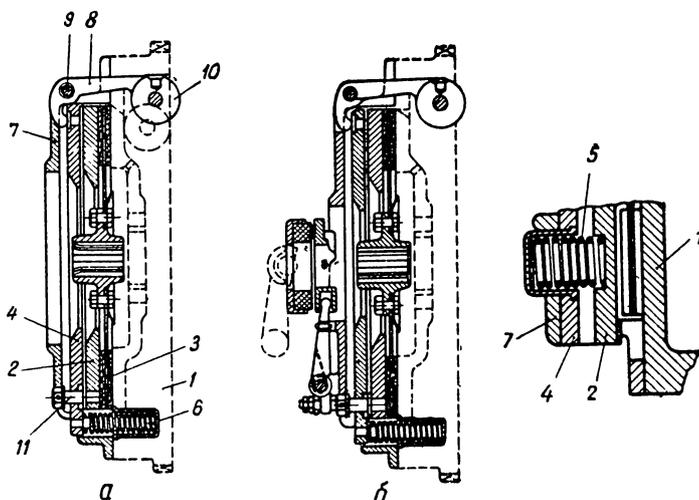


Фиг. 432. Кривая зависимости проскальзывания диска турбины относительно насоса в процентах при различных числах оборотов двигателя.

их, преодолевая усилие пружины 5, отводит ведущий диск 2 влево, после чего наступает полное выключение сцепления.

Пружины 5 служат не только для отвода нажимного кольца и ведущего диска при выключении сцепления, но и для повышения плавности включения сцепления при резком увеличении числа оборотов двигателя. Благодаря пружинам 6 автоматически выбирается износ трущихся поверхностей, а также увеличивается плавность включения сцепления.

Сцепление снабжено также нормальным педальным механизмом выключения (фиг. 433, б). Величина усилия, необходимого для выключе-



Фиг. 433. Центробежное сцепление Ньютон;

ния сцепления, зависит от числа оборотов двигателя. Чем больше обороты двигателя, тем больше центробежная сила грузиков и как следствие этого потребуются большее усилие для выключения сцепления. Однако последнее является справедливым лишь в пределах до 1400 об/мин. При более высоких оборотах двигателя усилие, необходимое для принудительного выключения сцепления, остаётся постоянным и определяется силой пружин 5 и 6.

## Глава II

### КОРОБКА ПЕРЕДАЧ

#### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

Сопротивление движению автомобиля в различных условиях эксплуатации изменяется в весьма широких пределах; соответственно этому должно изменяться и тяговое усилие, подводимое от двигателя к ведущим колёсам. При движении автомобиля с малыми скоростями, по горизонтальной дороге, имеющей хорошее асфальтовое покрытие, тяговое усилие на ведущих колёсах, необходимое для преодоления сопротивления движению, составляет всего лишь 2—2,5% от полного веса автомобиля. В этих условиях крутящий момент, развиваемый двигателем, не должен быть значителен, в связи с чем степень открытия дроссельной заслонки невелика. При повышении крутящего момента двигателя за счёт большего открытия дроссельной заслонки, скорость движения при неиз-

менном качестве дороги будет возрастать и, когда дроссельная заслонка будет открыта полностью, достигнет своей максимальной величины. Если теперь представить, что дорога стала более тяжёлой, например при движении на подъёме, то скорость автомобиля, а следовательно, и число оборотов его двигателя начнут падать; это будет сопровождаться (см. график фиг. 24) некоторым возрастанием (на 10—15%) крутящего момента двигателя и соответственно тягового усилия на ведущих колёсах, что и будет в некоторых пределах компенсировать увеличение сопротивления движению.

В заданных условиях (сниженная скорость, полностью открытая дроссельная заслонка) тяговое усилие на ведущих колёсах автомобиля может достигать до 10—15% от полного веса автомобиля, что обеспечивает при хорошем качестве дорожного покрытия преодоление подъёмов до 4—6°.

Рассмотренный случай практически относится к движению автомобиля на «прямой передаче», когда вал, идущий от двигателя (первичный вал коробки передач), непосредственно связан с валом, идущим к главной передаче автомобиля (карданным валом).

В действительности автомобиль должен иметь возможность движения при значительно больших сопротивлениях (плохая дорога с песчаным или глинистым грунтом, подъёмы до 25—30° и т. п.); требуемое для этого тяговое усилие может достигать до 50% от полного веса автомобиля. Для получения столь значительных тяговых усилий в систему трансмиссии между двигателем и ведущими колёсами вводится передача, включение которой, при неизменных крутящем моменте и числе оборотов двигателя, обуславливает пропорциональное уменьшение числа оборотов и увеличение крутящего момента (а следовательно, и тягового усилия), подводимых к ведущим колёсам.

Так как при движении по различным дорогам требуемая величина предельного тягового усилия может быть различной, таких передач (ступеней) должно быть несколько, что даёт возможность включать именно ту передачу, которая в данных условиях движения обеспечит требуемую степень увеличения тягового усилия.

Все указанные передачи вместе с устройствами для их переключения объединяются в одном механизме, который называется коробкой передач.

Таким образом назначением коробки передач является увеличение тягового усилия на ведущих колёсах автомобиля, требуемое при движении по дорогам с повышенными сопротивлениями движению, а также при трогании с места и разгоне автомобиля. Кроме этого, коробка передач обеспечивает, при включении специальной дополнительной передачи, возможность движения автомобиля задним ходом, а при выключении передач полное отсоединение ведущих колёс от двигателя. Последнее необходимо при запуске двигателя, а также в тех случаях, когда двигатель должен работать при остановке автомобиля.

## § 2. ТИПЫ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Коробки передач бывают ступенчатые и прогрессивные.

Ступенчатая коробка передач представляет собой механизм, состоящий из набора нескольких пар шестерён, которые в зависимости от условий движения могут вводиться в зацепление на ходу автомобиля в различных сочетаниях. Благодаря этому при одном и том же крутящем моменте на коленчатом валу двигателя можно получать различные величины момента на ведущих колёсах.

По числу ступеней (передат) коробки разделяются на трёхступенчатые, четырёхступенчатые, пятиступенчатые и т. д.

По способу переключения передач различают:

- 1) коробки передач с подвижными каретками<sup>1</sup>;
- 2) планетарные коробки передач.

В первом случае переключение передач осуществляется передвижением шестерён, а если последние находятся в постоянном зацеплении, то при помощи зубчатых муфт; во втором случае — за счёт торможения одной из планетарных систем.

Переключение передач ступенчатой коробки может производиться вручную или автоматически, причём последнее осуществляется специальным механизмом (без участия водителя), в зависимости от скорости или сопротивления движению автомобиля. До настоящего времени основное распространение имеют ступенчатые коробки передач с переключением передач вручную.

Прогрессивная коробка передач представляет собой такой механизм, в котором в определённом диапазоне имеется бесконечное число ступеней, причём каждая ступень устанавливается автоматически в зависимости от сопротивления движению автомобиля.

### § 3. КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ С ПОДВИЖНЫМИ КАРЕТКАМИ

Схема трёхступенчатой коробки передач с подвижными каретками показана на фиг. 434. Коробка передач имеет три вала: первичный вал 1, связанный при помощи сцепления с коленчатым валом двигателя, вторичный вал 2, соединённый с карданным валом автомобиля, и промежуточный вал 3. Шестерня 4 выполнена заодно целое с первичным валом. На шлицевой части вторичного вала насажены подвижные шестерни, так называемые каретки 5 и 6, которые имеют возможность перемещаться вдоль вторичного вала 2 по шлицам. На промежуточном валу жёстко закреплены шестерни 7, 8, 9 и 10. При помощи постоянно включённой передачи (шестерни 4 и 7) промежуточный вал получает вращение от первичного. Передаточное число постоянной передачи или, другими словами, передаточное число между первичным и промежуточным валами, представляющее собой отношение числа оборотов ведущего вала 1 к числу оборотов ведомого вала 3, а следовательно, и отношение крутящего момента на ведомом валу к крутящему моменту на ведущем валу определяется отношением числа зубьев ведомой и ведущей шестерён:

$$i \text{ пост. передачи} = \frac{z_7}{z_4},$$

где  $z$  с соответствующими индексами представляет собой числа зубьев рассматриваемых шестерён.

Каретки представлены на схеме *a* (фиг. 434) в нейтральном положении, хотя промежуточный вал при работе двигателя будет также вращаться, но вращение ко вторичному валу, а следовательно, и к ведущим колёсам автомобиля передаваться не будет.

Если же ввести в зацепление какую-либо из кареток вторичного вала с соответствующей ей шестернёй промежуточного вала, то крутящий момент от первичного вала будет передаваться через промежуточный на вторичный и далее через карданный вал к ведущим колёсам.

---

<sup>1</sup> Для характеристики коробок передач с подвижными каретками применялась так же классификация по числу «ходов», т. е., другими словами, по числу переключаемых кареток.

Передаточное отношение между промежуточным и вторичным валами определится соотношением чисел зубьев ведущей шестерни промежуточного вала. Так, при зацеплении шестерён 6 и 9 передаточное число между указанными валами будет равно:

$$i = \frac{z_6}{z_9}.$$

Общее передаточное число коробки передач, или, другими словами, передаточное число между первичным и вторичным валами, представляет произведение двух указанных выше передаточных чисел. Чем выше это передаточное число, тем больше будет при одном и том же крутящем моменте двигателя крутящий момент, передаваемый к ведущим колёсам.

При зацеплении шестерён 6 и 9 (схема б фиг. 434) получают первую передачу, при которой к ведущим колёсам подводится наибольший крутящий момент.

Передаточное число коробки передач на первой передаче:

$$i_1 = \left( \frac{z_7}{z_4} \right) \cdot \left( \frac{z_6}{z_9} \right).$$

На указанной передаче в большинстве случаев производится трогание автомобиля с места и первоначальный разгон, а также движение в особо трудных дорожных условиях. Передаточное число коробки передач на первой передаче составляет у легковых автомобилей 3—4; у грузовых 6—8.

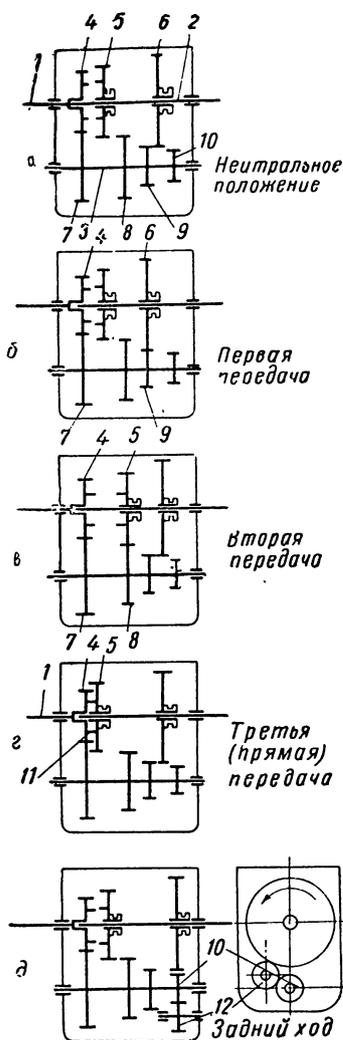
Вторая передача (схема в, фиг. 434) — при соединении шестерён 5 и 8 — даёт передаточное число коробки передач:

$$i_{II} = \left( \frac{z_7}{z_4} \right) \cdot \left( \frac{z_5}{z_8} \right).$$

На второй передаче обычно производятся продолжение разгона, а также движение при повышенных дорожных сопротивлениях.

Третья передача (в данном случае прямая) получается непосредственным соединением валов 1 и 2 (схема г на фиг. 434) при помощи кулачковой (или зубчатой) муфты 11, образуемой кулачками (или зубьями), выполненными на торцах шестерён 4 и 5. Промежуточный вал при этом вращается вхолостую.

Работа на прямой передаче производится во всех тех случаях, когда по условиям движения не требуется значительного увеличения тягового усилия на ведущих колёсах. Передаточное число коробки передач на пря-



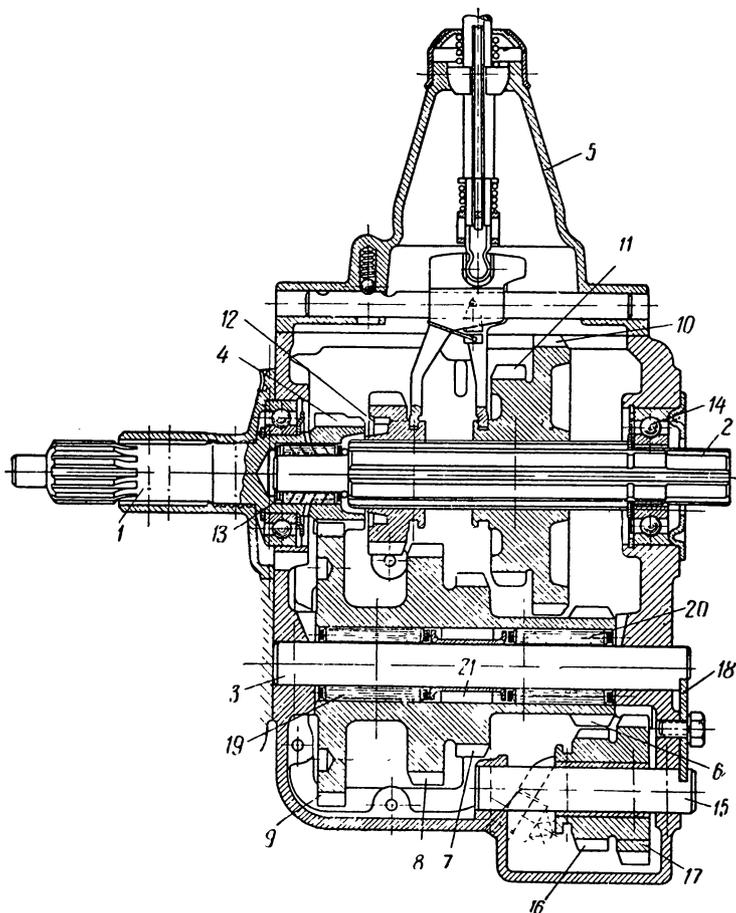
Фиг. 434. Схема устройства и работы коробки передач:

1 — первичный вал; 2 — вторичный вал; 3 — промежуточный вал; 4 — шестерня первичного вала; 5 — каретка включения второй и третьей передач; 6 — каретка включения первой передачи и заднего хода; 7 — шестерня постоянного зацепления промежуточного вала; 8 — шестерня второй передачи промежуточного вала; 9 — шестерня первой передачи промежуточного вала; 10 — шестерня заднего хода; 11 — зубчатые венцы шестерни 4 первичного вала и шестерни 5; 12 — разлитная шестерня.

мой передаче равно единице, т. е. числа оборотов и крутящие моменты на первичном и вторичном валах одинаковы.

Задний ход автомобиля (схема *д* на фиг. 434) получается соединением шестерни *б* с паразитной шестернёй *12*, свободно сидящей на оси <sup>1</sup> и находящейся одновременно в постоянном зацеплении с шестернёй *10*.

Все детали коробки передач размещаются в картере, в стенках которого на подшипниках монтируются валы. Картер также служит резервуаром, в который заливается масло для смазки деталей коробки передач.



Фиг. 435. Коробка передач автомобиля ГАЗ-АА.

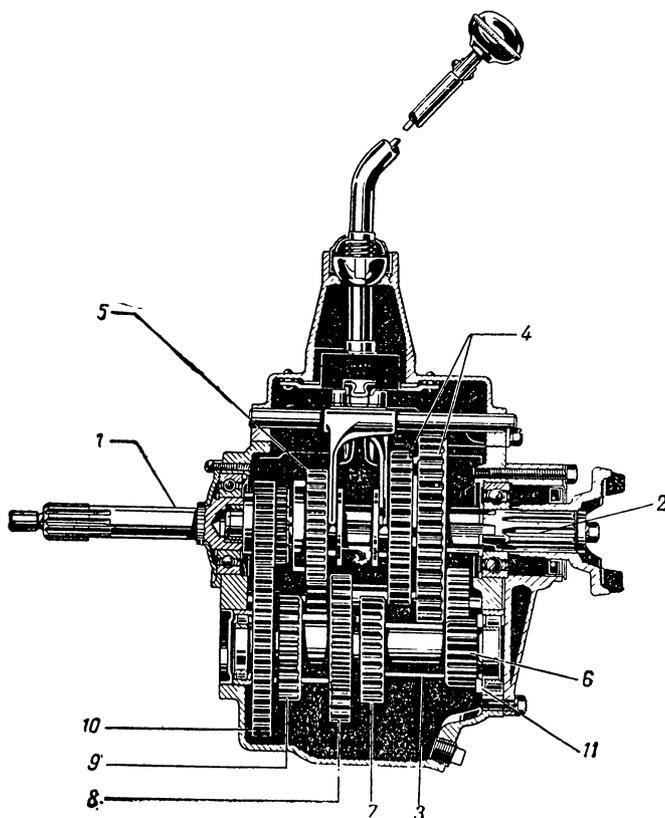
В качестве примера конструктивного выполнения коробки передач с подвижными каретками на фиг. 435 показана четырёхступенчатая коробка передач автомобиля ГАЗ-АА. Коробки передач аналогичной конструкции устанавливаются на грузовых автомобилях Форд 2G8T и Додж Т-203-В.

Первичный вал *1*, заодно целое с которым выполнена шестерня *4*, установлен в передней стенке картера на шариковом подшипнике. Передним концом первичный вал опирается на шариковый подшипник, запрессованный в маховике двигателя. Концы зубьев шестерни *4* срезаны по высоте, образуя зубчатый венец муфты прямой передачи. Шестерня

<sup>1</sup> Ось паразитной шестерни *12* на левой схеме условно смещена вниз; в действительности она расположена сбоку, как это видно из правой схемы.

10 первой передачи и шестерня 11 второй передачи выполнены в виде общей каретки. Каретка 12 служит для включения третьей и четвёртой (прямой) передач и, кроме наружных зубьев, имеет еще внутренние (образующие ведомую часть муфты прямой передачи), при помощи которых она вводится в зацепление с венцом шестерни первичного вала.

Вторичный вал 2 с каретками в сборе установлен на двух подшипниках: роликовом цилиндрическом подшипнике 13, смонтированном в



Фиг. 436. Коробка передач грузового автомобиля Шевроле G-7107.

гнезде, расточенном внутри первичного вала, и шариковом 14, установленном в задней стенке картера коробки передач.

Промежуточный вал представляет собой общий блок из четырёх шестерён 6, 7, 8 и 9 и вращается в двух роликовых цилиндрических подшипниках 19 и 20, установленных на неподвижной оси 3. Между подшипниками 19 и 20 установлена распорная втулка 21. С левой стороны по ходу машин, немного выше промежуточного вала на неподвижной оси 15 на бронзовой втулке установлена каретка заднего хода, состоящая из двух шестерён 16 и 17<sup>1</sup>. Оси промежуточного вала и каретки заднего хода закреплены в картере при помощи замочной планки 18, входящей в вырезы ссей и привёрнутой болтом к картеру.

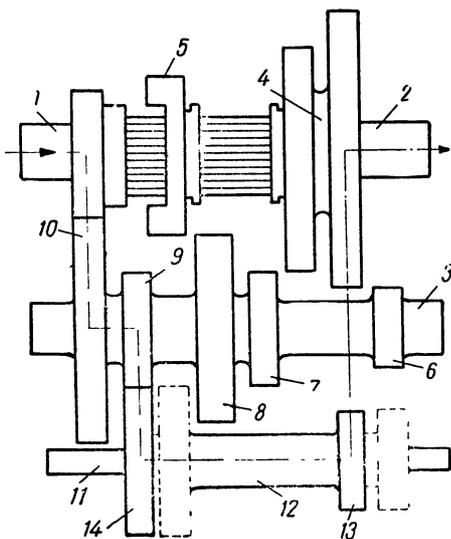
Сверху картер коробки передач закрывается крышкой 5, где смонтирован механизм переключения. На фиг. 435 показано нейтральное положение шестерён, при котором усилие с первичного вала на вторичный

<sup>1</sup> Ось 15 с кареткой заднего хода на фиг. 435 условно смещена вниз.

не передаётся и все шестерни промежуточного вала вращаются вхолостую. Ниже указаны все шестерни, через которые при включении различных передач крутящий момент с первичного вала передаётся на вторичный вал, и соответствующие передаточные числа.

Передача	Номера шестерён, работающих при включении передач	Передаточное число
Первая . . . . .	4, 9, 6, 10	6,4
Вторая . . . . .	4, 9, 7, 11	3,09
Третья . . . . .	4, 9, 8, 12	1,69
Четвёртая . . . . .	4, 12	1,00
Задний ход . . . . .	4, 9, 6, 17, 16, 10	7,82

На фиг. 436 показана четырёхступенчатая коробка передач грузового автомобиля Шевроле, модель G-7107. В отличие от коробки передач автомобиля ГАЗ-АА в данной коробке промежуточный вал 3 вращается в двух цилиндрических роликовых подшипниках, установленных в картере коробки. Шестерня первой передачи 6 изготовлена заодно целое с промежуточным валом, а шестерни 7, 9 и 10 установлены на промежуточном валу на четырёх цилиндрических шпонках.



Фиг. 437. Схема включения заднего хода в коробке передач автомобиля Шевроле G-7107:

Нумерация деталей та же, что и на фиг. 436; 12—каретка включения заднего хода; 13—малая шестерня каретки заднего хода; 14—большая шестерня каретки заднего хода.

Каретка заднего хода 12 (фиг. 437) представляет собой блок шестерён 13 и 14, установленный на двух бронзовых втулках на неподвижной оси 11, расположенной в нижней части картера справа, немного выше промежуточного вала. Для получения заднего хода необходимо каретку 12 передвинуть влево, тогда малая шестерня 13 каретки 12 войдёт в зацепление с большой шестернёй каретки 4, а большая шестерня каретки 12 войдёт в зацепление с шестернёй 9 промежуточного вала. Положение шестерён каретки 12 в коробке, соответствующее включению заднего хода, показано сплошными линиями, а при нейтральном положении — пунктиром.

Для облегчения включения шестерён в коробках передач с подвижными каретками концы зубьев шестерён округляются и с торца имеют небольшой скос (см. фиг. 435 и 436).

#### § 4. КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ С ПОСТОЯННЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ ШЕСТЕРЕН

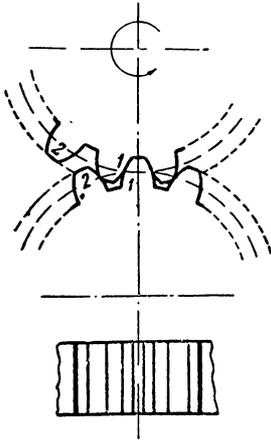
Одним из основных требований, предъявляемых к коробке передач, является бесшумность в работе. Это требование в современных коробках передач обеспечивается применением косозубчатых шестерён, находящихся в постоянном зацеплении.

Работа любой зубчатой пары сопровождается шумом, зависящим от числа и профиля зубьев обеих шестерён, от их размеров, от совершенства обработки поверхности зубьев и ряда других факторов.

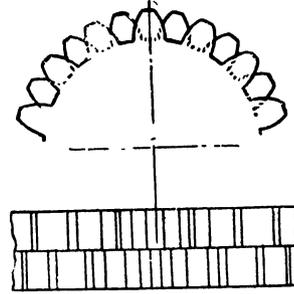
При работе пары шестерён с прямым зубом (фиг. 438) передача усилия от верхней ведущей шестерни к нижней ведомой производится че-

рез одну пару зубьев 1—1. Когда шестерня повернётся на некоторый угол, то зубья 1—1 выйдут из зацепления и в зацепление войдут зубья 2—2, что неизбежно сопровождается ударом. Непрерывное и частое повторение эти ударов в основном обуславливает характерный шум при работе коробки передач.

Увеличением числа зубьев и уменьшением их размеров при заданном диаметре шестерён можно добиться того, чтобы ещё до выхода из зацепления первой пары зубьев уже входила в зацепление вторая пара. Однако и в этом случае передача крутящего момента будет происходить не вполне плавно и некоторый шум при работе неизбежен.



Фиг. 438. Схема зацепления цилиндрических шестерён с прямым зубом.



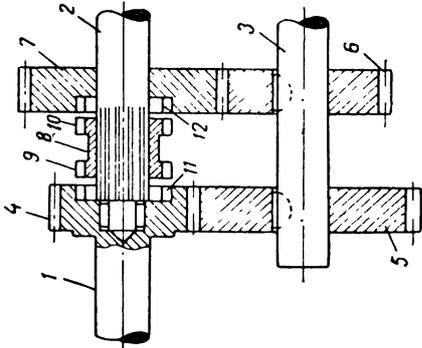
Фиг. 439. Схема зацепления цилиндрических «ступенчатых» шестерён с прямым зубом.

Значительно лучше протекала бы работа шестерён, если бы можно было обеспечить такое положение, при котором в зацеплении всегда находилось две или даже больше пар зубьев.

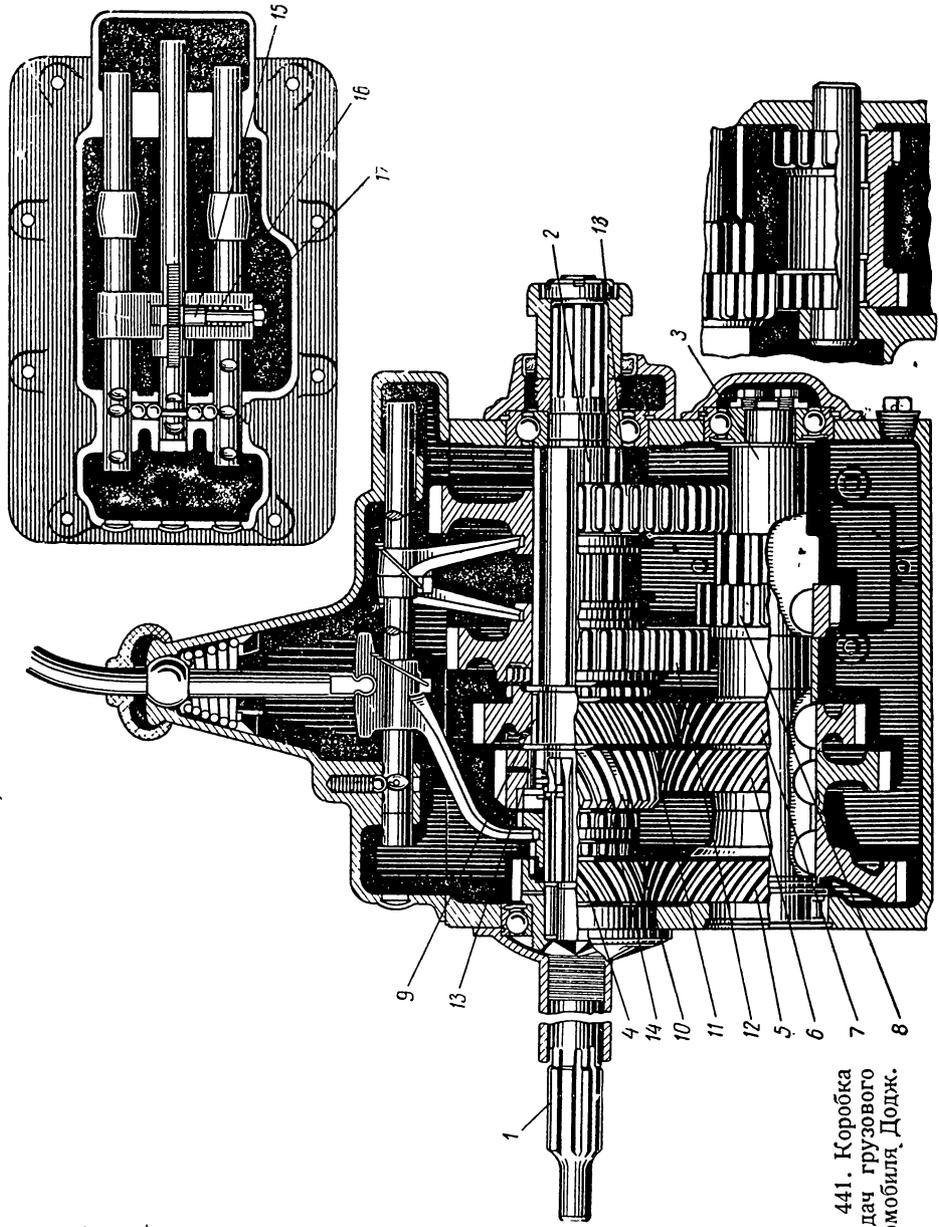
Представим, что вместо одной широкой шестерни имеется шестерня, составленная из двух узких шестерён, сдвинутых так, чтобы зубья одной пришлось против промежутков между зубьями другой (фиг. 439). При этом при совместной работе со второй такой же шестернёй в зацеплении будет всегда находиться не меньше чем две пары зубьев. В результате плавность работы увеличится, а шум значительно уменьшится.

Работу шестерён можно было бы ещё более улучшить, если бы каждая из них состояла из большого количества узких шестерён, сдвинутых одна относительно другой. Но практически изготовление таких шестерён связано с весьма большими производственными затруднениями. Поэтому вместо описанных ступенчатых шестерён применяются шестерни, у которых зубья расположены не параллельно оси вала, а под некоторым углом к ней. Надлежащим выбором величины этого угла и соотношения между числом и размерами зубьев можно обеспечить постоянное зацепление не менее двух пар зубьев. При этом плавность передачи возрастёт и шум может быть сведён к минимуму. Коробки передач с косозубчатыми шестернями, находящимися в постоянном зацеплении, получили широкое распространение в автостроении. Вначале такого типа коробки передач устанавливались только на легковых автомобилях; но в последние годы они начинают находить широкое применение также в грузовиках и автобусах. Постоянное зацепление шестерён выполняется только для высших передач, поскольку автомобиль большую часть времени работает на указанных передачах.

В коробках передач с постоянным зацеплением шестерён включение передач осуществляется при помощи подвижной зубчатой муфты (фиг. 440). По шлицевой части вторичного вала 2 может передвигаться



Фиг. 440. Схема переключения шестерён в коробке передач с постоянным зацеплением шестерён.



Фиг. 441. Коробка передач грузового автомобиля Додж.

муфта 8, которая имеет зубчатые венцы 9 и 10; соответствующие зубчатые венцы внутреннего зацепления выполнены в теле шестерён 4 и 7. Шестерня 7 свободно сидит на валу 2. Для включения промежуточной передачи зубчатый венец 10 муфты 8 вводится в зацепление с венцом 12 шестерни 7, благодаря чему шестерня 7 жёстко соединяется со вторичным валом и к нему будет передаваться крутящий момент от первичного вала 1 последовательно через шестерни 4 и 5, промежуточный вал 3, шестерни 6 и 7 и муфту 8. Для включения прямой передачи зубчатый венец 9 муфты 8 вводится в зацепление с венцом 11 шестерни 4, в результате чего крутящий момент от первичного вала будет передаваться ко вторичному непосредственно через муфту 8. При включённой прямой передаче шестерня 7 вращается на вторичном валу вхолостую. Для уменьшения трения и износа указанная шестерня устанавливается на вторичном валу обычно на бронзовой или стальной втулке или на игольчатом подшипнике.

Примером конструктивного осуществления коробки передач с косозубчатыми шестернями, находящимися в постоянном зацеплении, может служить коробка передач грузового автомобиля Додж (фиг. 441). В этой коробке косозубчатыми выполнены шестерни 4 и 5 постоянной передачи, соединяющие первичный вал 1 с промежуточным валом 3 и находящиеся, как обычно, в постоянном зацеплении. Косозубчатыми выполнены также шестерни третьей передачи 7 и 11 и четвёртой передачи 6 и 10. Обе пары шестерён находятся в постоянном зацеплении. Шестерни 10 и 11 установлены на вторичном валу на игольчатых подшипниках 9 и 13.

На шлицах вторичного вала 2 установлена зубчатая муфта 14, движением которой вдоль вала производится включение четвёртой и пятой (прямой) передач. Включение третьей передачи производится движением шестерни 12 вперёд и введением в зацепление зубчатого венца этой шестерни с соответствующим венцом шестерни 11.

В некоторых коробках передач введение косозубчатых шестерён в зацепление осуществляется перемещением их по валу с косыми шлицами.

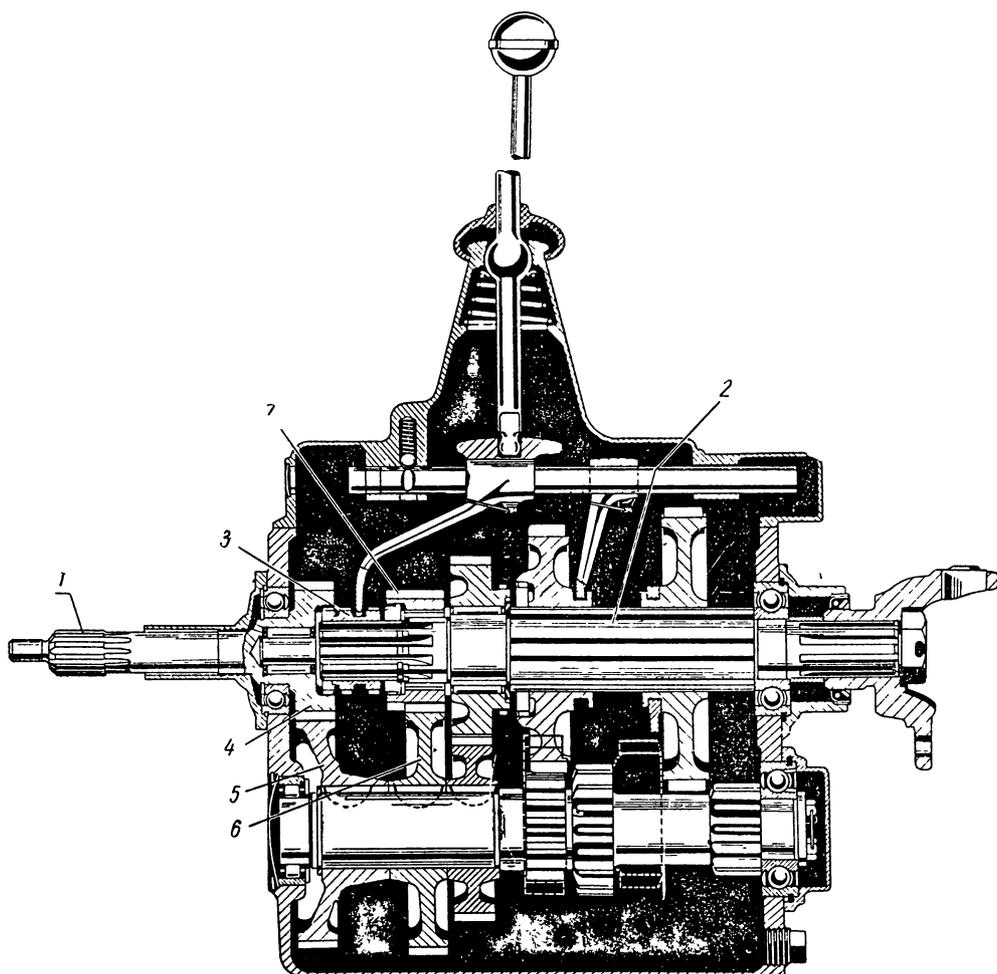
## § 5. КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ С УСКОРЯЮЩЕЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

Ускоряющей называется такая передача, при включении которой вторичный вал коробки передач вращается с большим числом оборотов, чем первичный, т. е. передаточное число коробки передач меньше единицы.

В легковых автомобилях ускоряющая передача включается при движении по хорошей дороге, а в грузовых — при движении порожняком, т. е. тогда, когда не требуется большого тягового усилия на ведущих колёсах, и имеет целью увеличить скорость движения автомобиля или уменьшить число оборотов двигателя при той же скорости. При включённой ускоряющей передаче число оборотов двигателя, приходящееся на единицу пройденного автомобилем пути уменьшается, в результате чего удельный расход топлива на 1 км пути снижается; уменьшается также и износ двигателя.

На фиг. 442 представлена пятиступенчатая коробка передач, устанавливаемая на автомобилях Студебеккер US6 и US6×4. По своему устройству эта коробка передач аналогична коробке передач автомобиля Додж (фиг. 441) с той разницей, что четвёртая передача является прямой (шестерня 4 — муфта 3 — вторичный вал 2), а пятая — ускоряющей (шестерни 4, 5, 6, 7 — муфта 3 — вторичный вал 2). Шестерня 7 меньшего размера, чем шестерня 4, поэтому при соединении её со вторичным валом последний будет вращаться быстрее, чем первичный вал 1. Передаточное число ускоряющей передачи—0,799.

Коробки передач аналогичной конструкции применяются на автомобилях «Интернационал» М-5-6, ГМС модели ССКW-352 и 353. В ряде конструкций, особенно легковых автомобилей, ускоряющая передача выполняется в виде отдельного механизма, монтируемого за коробкой передач; это даёт возможность использовать без изменений стандартную ко-

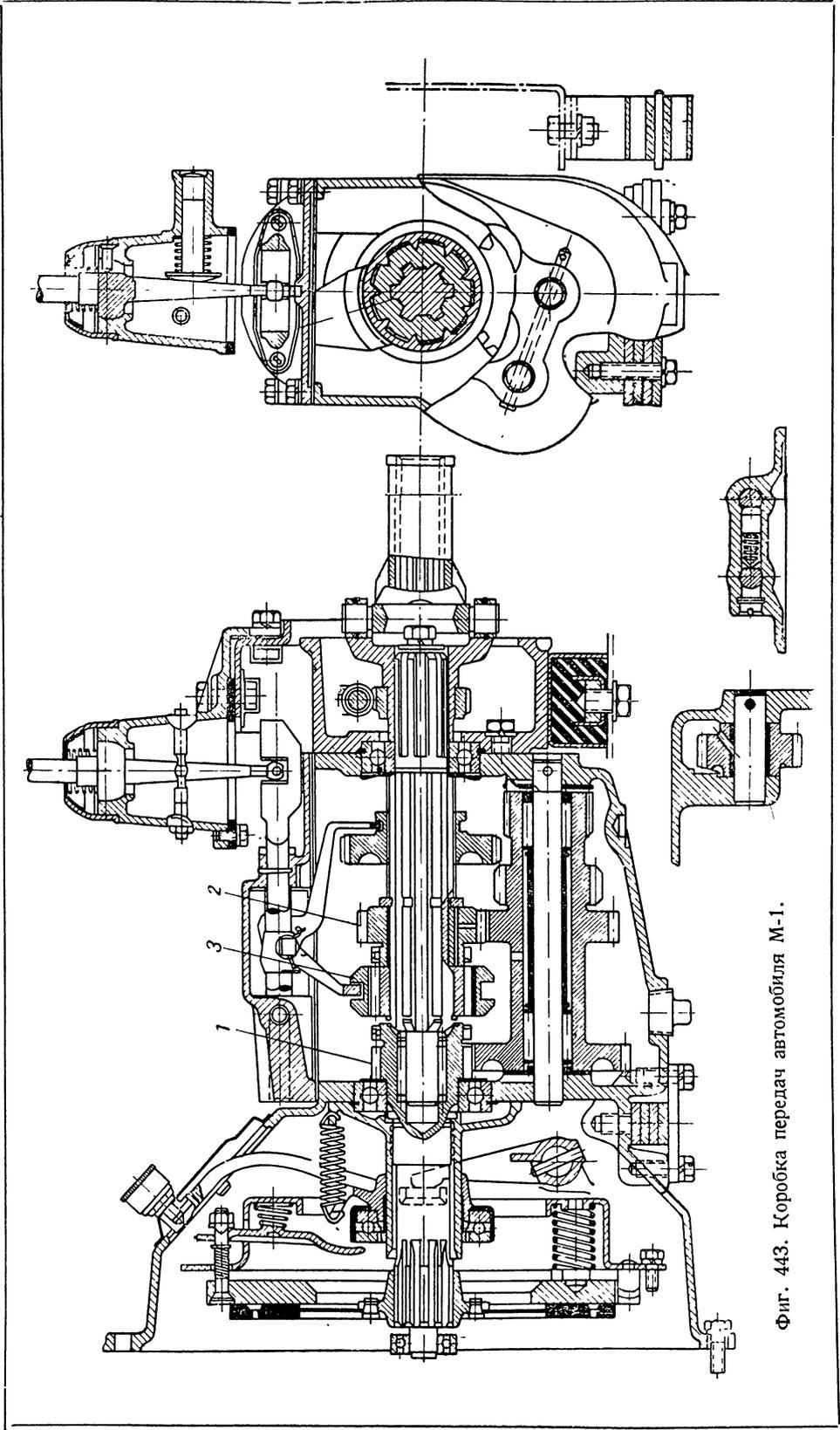


Фиг. 442. Коробка передач автомобилей Студебеккер US6 и US6 × 4 с ускоряющей передачей.

робку передач и, кроме того, по желанию уменьшать передаточные числа на всех ступенях в коробке передач. По этим же соображениям ускоряющая передача в некоторых автомобилях осуществляется в демультипликаторе (см. гл. III настоящего раздела).

#### § 6. МЕХАНИЗМЫ, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ВКЛЮЧЕНИЕ ПЕРЕДАЧ

Переключение передач в коробках описанных выше типов сопровождается шумом—большим или меньшим в зависимости от квалификации водителя, — вызванным ударами зубьев, получающимися в момент включения шестерён или муфт. В результате ударов детали включения коробки передач изнашиваются относительно быстро. Для уменьшения

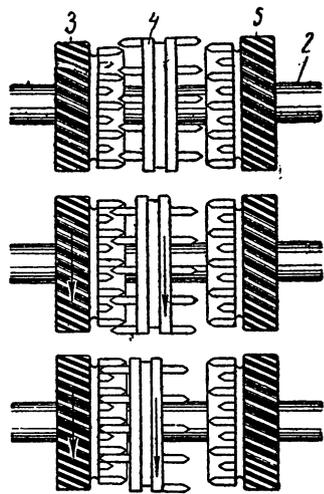


Фиг. 443. Коробка передач автомобиля М-1.

силы ударов и связанного с ними неприятного шума при переключении коробки передач большинства современных автомобилей, главным образом легковых, снабжаются специальными механизмами:

1) муфтами лёгкого включения, 2) синхронизаторами.

**Муфта лёгкого включения.** При рассмотрении коробок передач с постоянным зацеплением шестерён указывалось, что в них переключение передач производится при помощи зубчатой муфты; работа последней при включении передач сопровождается шумом и повышенным износом зубьев. Для уменьшения указанного недостатка применяется видоизменённый тип муфты, получившей название «муфты лёгкого включения». Такая муфта установлена в коробке передач автомобиля ГАЗ-М-1 (фиг. 443). Особенность её устройства по сравнению с обычной муфтой



Фиг. 444. Схема действия муфты лёгкого включения коробки передач автомобиля ГАЗ-М-1.

состоит в том, что зубья венцов шестерён 1 и 2 через один укорочены наполовину, а число зубьев муфты 3 в два раза меньше, чем у венцов шестерён. Схема действия муфты лёгкого включения показана на фиг. 444; при перемещении муфты вперёд или назад её зубья сначала входят в широкие промежутки между неукороченными зубьями венца шестерни включаемой передачи (верхний рисунок). Затем вследствие разности скоростей вращения зубья муфты и венца шестерни включаемой передачи ударяются друг о друга, но не торцевыми, а боковыми, более развитыми поверхностями, после чего происходит полное выравнивание скорости вращения (средний рисунок) и муфта легко продвигается до полного включения (нижний рисунок).

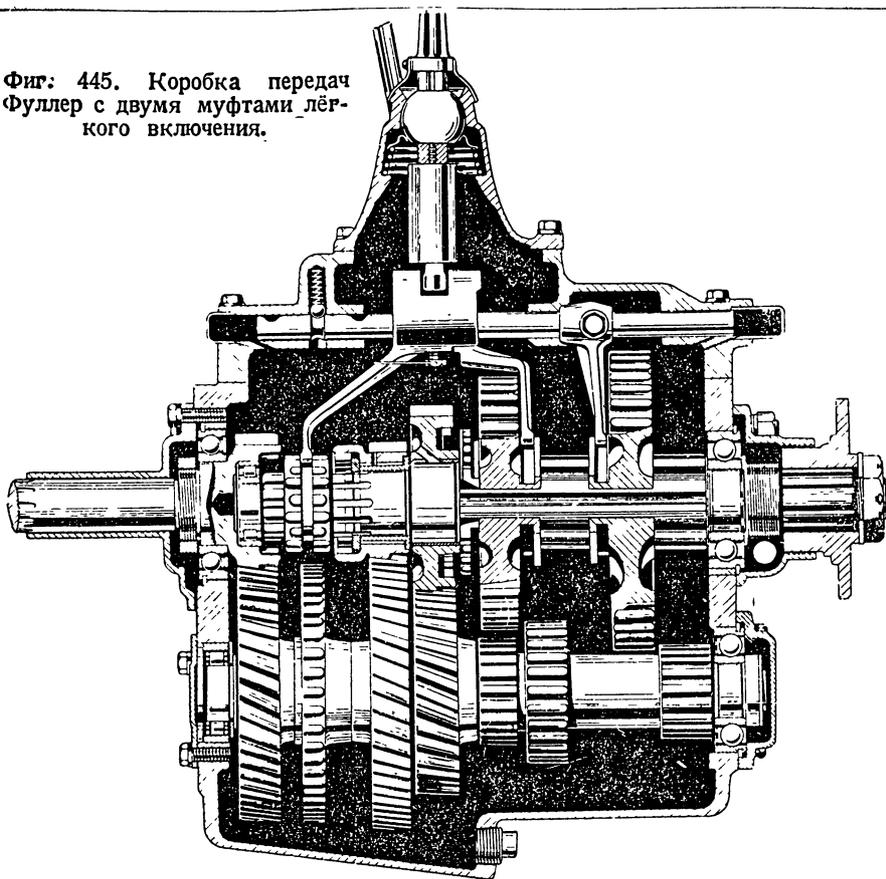
В последнее время муфту лёгкого включения стали применять также в коробках передач грузовых автомобилей. Примером этого может служить коробка передач Фуллер (фиг. 445). В указанной коробке при помощи муфт лёгкого включения производится включение третьей, четвёртой и пятой передач.

**Синхронизатор.** Муфта лёгкого включения уменьшает шум в момент включения передачи, но полностью не устраняет ударной нагрузки и связанного с этим повышенного износа зубьев. Поэтому в большинстве коробок передач легковых автомобилей муфта переключения объединяется с дополнительным механизмом — синхронизатором, который даёт возможность включать передачу только после того, как предварительно выравнены скорости вращения вторичного вала коробки передач и шестерни включаемой передачи, благодаря чему включение передач происходит не только легко, но и почти совершенно бесшумно.

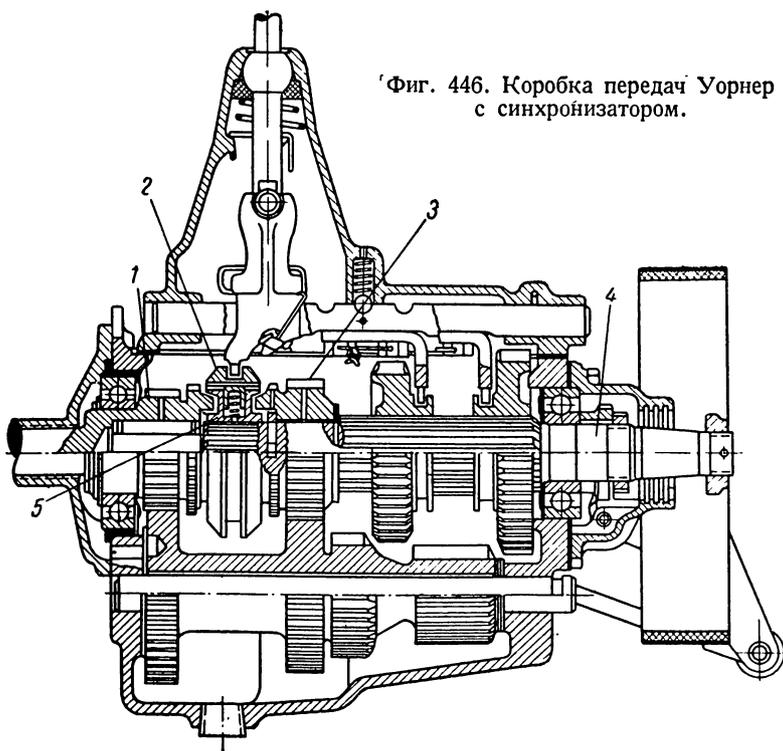
В последнее время синхронизаторы устанавливаются также в коробках передач грузовых автомобилей.

По своей конструкции синхронизаторы бывают двух типов: пружинные и инерционные. В качестве примера на фиг. 446 показана коробка передач, снабжённая синхронизатором пружинного типа фирмы Уорнер (Warner): на шлицах вторичного вала 4 между шестерней 1 первичного вала и шестерней 3 второй передачи, свободно сидящей на вторичном вале, установлена втулка 5, имеющая снаружи шлицы, по которым муфта 2 передвигается влево или вправо, при этом своими внутренними зубьями она входит в зацепление с зубчатым венцом шестерни 1 первич-

Фиг. 445. Коробка передач Фуллер с двумя муфтами лёгкого включения.

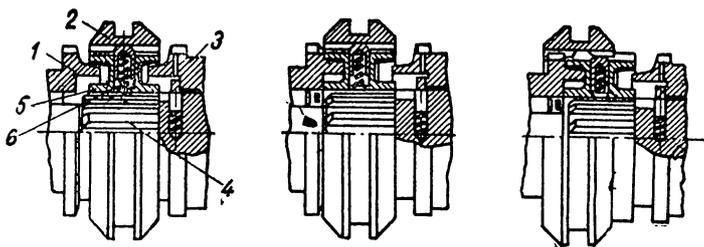


Фиг. 446. Коробка передач Уорнер с синхронизатором.



ного вала (прямая передача) или шестерни 3 вторичного вала (вторая передача).

На фиг. 447 приведена схема действия синхронизатора при включении прямой передачи. На левом рисунке показано нейтральное положение синхронизатора. В радиальном отверстии втулки 5 помещён стопор 6, который входит в углубление муфты 2. Поэтому, если начать перемещать муфту, например, влево, то она благодаря стопору 6 одновременно будет увлекать за собой и втулку 5, таким образом обе эти детали будут перемещаться влево как одно целое до тех пор, пока втулка 5 своим конусом не войдёт в соприкосновение с конусом шестерни первичного вала (средний рисунок). Вследствие возникающего трения между конусными поверхностями скорости вращения шестерни первичного вала 1 и втулки 5, а следовательно, и вторичного вала постепенно вырав-



Фиг. 447. Схема действия синхронизатора Уорнер.

ниваются. При дальнейшем увеличении усилия на рычаге переключения муфта 2, передвигаясь влево, утапливает стопор 6, сходит с втулки 5 и своими зубьями входит в зацепление с зубчатым венцом шестерни первичного вала (правый рисунок). Работа синхронизатора при включении второй передачи протекает в той же последовательности, что и при включении прямой передачи.

Синхронизаторы пружинного типа благодаря простоте устройства получили весьма широкое распространение и устанавливаются на многих моделях американских и европейских легковых автомобилей. Такого типа синхронизатор установлен в коробке передач легкового автомобиля, выпускавшегося заводом КИМ.

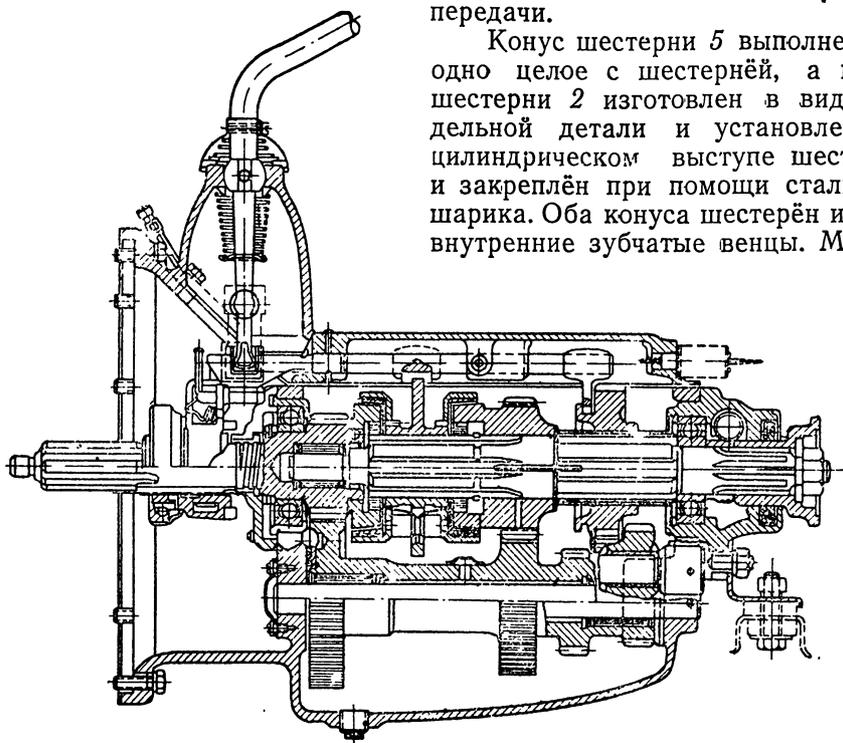
Недостатком синхронизаторов пружинного типа является необходимость плавного включения передачи, так как при резком перемещении рычага переключения муфта синхронизатора, преодолев силу пружинного стопора, может войти в зацепление с шестерней, прежде чем произойдёт полное выравнивание их оборотов.

На фиг. 448 приведён общий вид коробки передач автомобиля ЗИС-101, имеющей синхронизатор инерционного типа, отдельно показанный на фиг. 449. Муфта 8 синхронизатора сидит на шлицах переднего конца вторичного вала. Заодно целое с муфтой выполнен фланец 10, имеющий три отверстия, через которые проходят пальцы 1, жёстко связывающие между собой обоймы 3; в последние запрессованы бронзовые конусы 4. На поверхности конусов имеется ряд продольных канавок, соединённых между собой канавкой, выполненной по винтовой линии. Указанные канавки служат для лучшего отвода смазки с поверхности конусов в момент включения передачи. Муфта 8 имеет два зубчатых венца 6 и 7.

Пальцы 1 в средней части имеют кольцевые канавки трапецевидного сечения. Соответствующую конфигурацию имеют отверстия во фланце

10, диаметр которых больше диаметра пальцев 1, что позволяет перемещать муфту 8 относительно пальцев при включении соответствующей передачи.

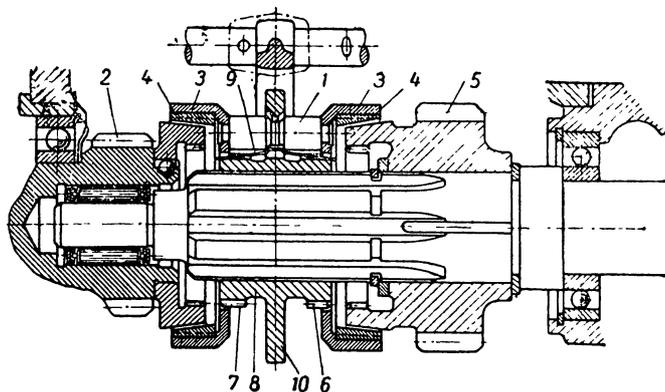
Конус шестерни 5 выполнен заодно целое с шестерней, а конус шестерни 2 изготовлен в виде отдельной детали и установлен на цилиндрическом выступе шестерни и закреплён при помощи стального шарика. Оба конуса шестерён имеют внутренние зубчатые венцы. Между



Фиг. 448. Коробка передач автомобиля ЗИС-101.

муфтой 8 и пальцами 1 установлены пластинчатые пружины 9, которые своими выступами входят в канавки пальцев.

Схема действия синхронизатора приведена на фиг. 450. На левом рисунке синхронизатор изображён в нейтральном положении, при кото-

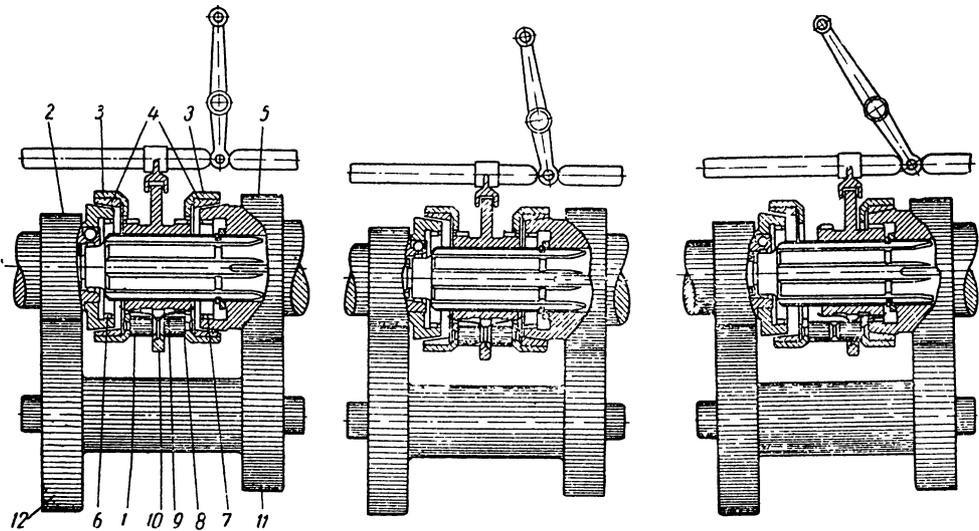


Фиг. 449. Синхронизатор ЗИС-101 в сборе.

ром муфта 8 и обоймы 3 занимают среднее положение между шестернями 2 и 5, шестерни 12, 11 и 5 вращаются вхолостую и, следовательно, крутящий момент с первичного вала на вторичный не передаётся.

Если муфту сдвинуть вправо, то включается вторая передача, а влево — прямая передача.

Рассмотрим процесс переключения с прямой передачи на вторую. При движении автомобиля на прямой передаче угловая скорость шестерни 5 меньше угловой скорости вторичного вала. После выключения прямой передачи, в тот момент, когда муфта 8 синхронизатора переведена в нейтральное положение (фиг. 450, левый рисунок), скорость автомобиля почти не изменяется, поэтому угловая скорость вторичного вала коробки, связанного с ведущими колёсами автомобиля, практически остаётся постоянной; шестерня же 5 быстро уменьшает свою скорость,



Фиг. 450. Схема действия синхронизатора коробки передач автомобиля ЗИС-101.

так как она связана с небольшими вращающимися массами (промежуточный и первичный валы коробки и ведомый диск сцепления).

При дальнейшем перемещении муфты вправо (фиг. 450, средний рисунок) благодаря пружинам 9, входящим своими выступами в канавки пальцев 1, обоймы 3 также будут перемещаться вправо, и конус 4 войдёт в соприкосновение с конусом шестерни 5. В этот момент вращение обоймы 3 и связанных с ними пальцев 1 несколько замедлится, что вызовет перемещение обоймы и пальцев относительно муфты 8. Пальцы своими канавками прижмутся к фланцу 10, что будет препятствовать дальнейшему перемещению муфты 8 вправо. При этом вся система (муфта 8, пальцы 1, обоймы 3 и конусы 4), вращаясь как одно целое, увлекает за собой шестерню 5, преодолевая её инерцию.

После того как скорости вращения муфты 8 и шестерни 5 выравниваются, углубления пальцев 1 перестанут препятствовать осевому перемещению муфты, и она может быть легко передвинута вправо относительно обоймы 3 и бесшумно введена в зацепление с зубчатым венцом шестерни 5 (правый рисунок). При перемещении муфты относительно обоймы выступы пружин выходят из канавки пальцев и скользят по их цилиндрической поверхности.

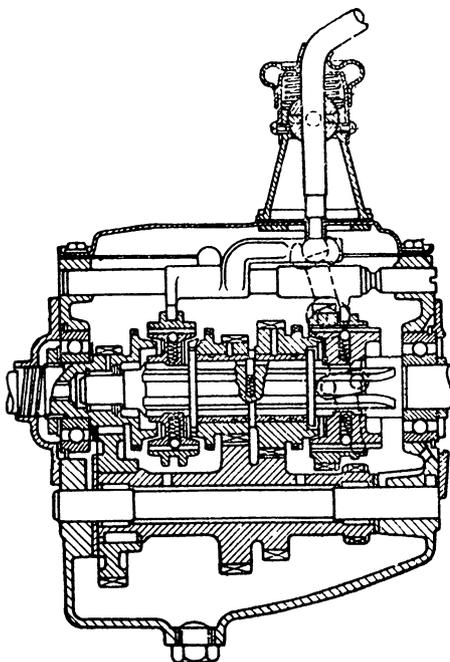
Работа синхронизатора при включении прямой передачи происходит так же, как и при включении второй передачи.

Достоинством инерционного синхронизатора, по сравнению с пружинным, является то, что он не допускает включения передачи до тех

пор, пока полностью не выравняются обороты муфты синхронизатора и шестерни включаемой передачи. Благодаря этому в момент включения не появляются ударные нагрузки и уменьшаются шум и износ зубьев шестерён и муфты синхронизатора. Недостаток инерционного синхронизатора состоит в том, что он по своей конструкции получается более сложным и дорогим, чем синхронизатор пружинного типа.

Инерционные синхронизаторы применяются на автомобилях ЗИС-101, Виллис МВ, Бантам ВРС и др.

В трёхступенчатых коробках передач синхронизатор применяется обычно только для третьей и второй передач, поскольку первая передача используется сравнительно редко и служит, главным образом, для трогания автомобиля с места. В автомобилях, имеющих четырёхступенчатые коробки передач, синхронизатор иногда устанавливается для трёх передач: четвёртой, третьей и второй. В качестве примера установки синхронизатора на три передачи на фиг. 451 показана коробка передач английского малолитражного автомобиля Джоуэт, в которой установлены два синхронизатора



Фиг. 451. Коробка передач малолитражного автомобиля Джоуэт с двумя синхронизаторами.

пружинного типа, работающие по тому же принципу, что и синхронизатор Уорнер. Оба синхронизатора одинаковы по устройству, но отличаются один от другого тем, что втулка синхронизатора второй передачи имеет несколько большую ширину, а подвижная муфта, кроме внутреннего зубчатого венца, имеет шестерню для включения первой передачи.

Встречаются также коробки передач, в которых синхронизированы все передачи.

## § 7. МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ КОРОБКОЙ ПЕРЕДАЧ

Передвижение кареток, т. е. включение и выключение, передач, производится при помощи особого механизма, управляемого рычагом, размещённым в кабине водителя.

Возможны три основных способа управления коробкой передач с подвижными каретками: 1) при помощи рычага с кулисным механизмом, 2) качающегося рычага с шаровой опорой и 3) рукоятки, расположенной на рулевой колонке или переднем щитке автомобиля и связанной с коробкой передач системой тяг и рычагов.

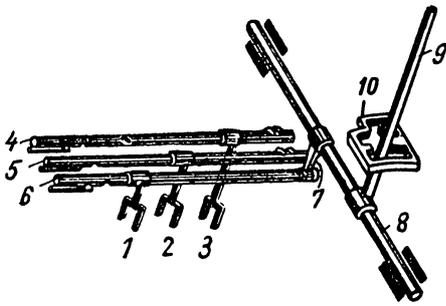
К всякому механизму управления коробкой передач с подвижными каретками предъявляются следующие основные требования:

1) надёжная фиксация шестерён и муфт переключения как в выключённом, так и во включённом положениях и невозможность самопроизвольного их перемещения на ходу автомобиля; 2) невозможность одновременного включения двух передач.

Схема кулисного механизма управления коробкой передач показана на фиг. 452. В кольцевые канавки, имеющиеся на втулках кареток, вхо-

дят вилки 1, 2 и 3, наглухо укрепленные на ползунах 4, 5 и 6, установленных в картере коробки передач в направляющих втулках. При перемещении ползунов вдоль своих осей производится переключение передач. Перемещение ползунов производится при помощи рычага 9, жестко связанного с поперечным валом 8, на котором наглухо установлен короткий рычаг 7. Вал 8 может поворачиваться, а также передвигаться вдоль своей оси.

Рычаг 9 в прорезях кулисы 10 может перемещаться вперед и назад, влево и вправо. При перемещении рычага 9 влево или вправо вал 8 передвигается вдоль своей оси и рычаг 7 при этом входит в паз одного из ползунов. При повороте же рычага 9 вперед или назад вал 8 поворачивается и при помощи рычага 7 заставляет ползун перемещаться в его направляющих, благодаря чему и производится включение или выключение соответствующей передачи. Кулиса 10 служит не только в качестве направляющего элемента при перемещении рычага управления, но одновременно является и замком, исключая возможность одновременного перемещения двух ползунов, а следовательно, включения двух передач.

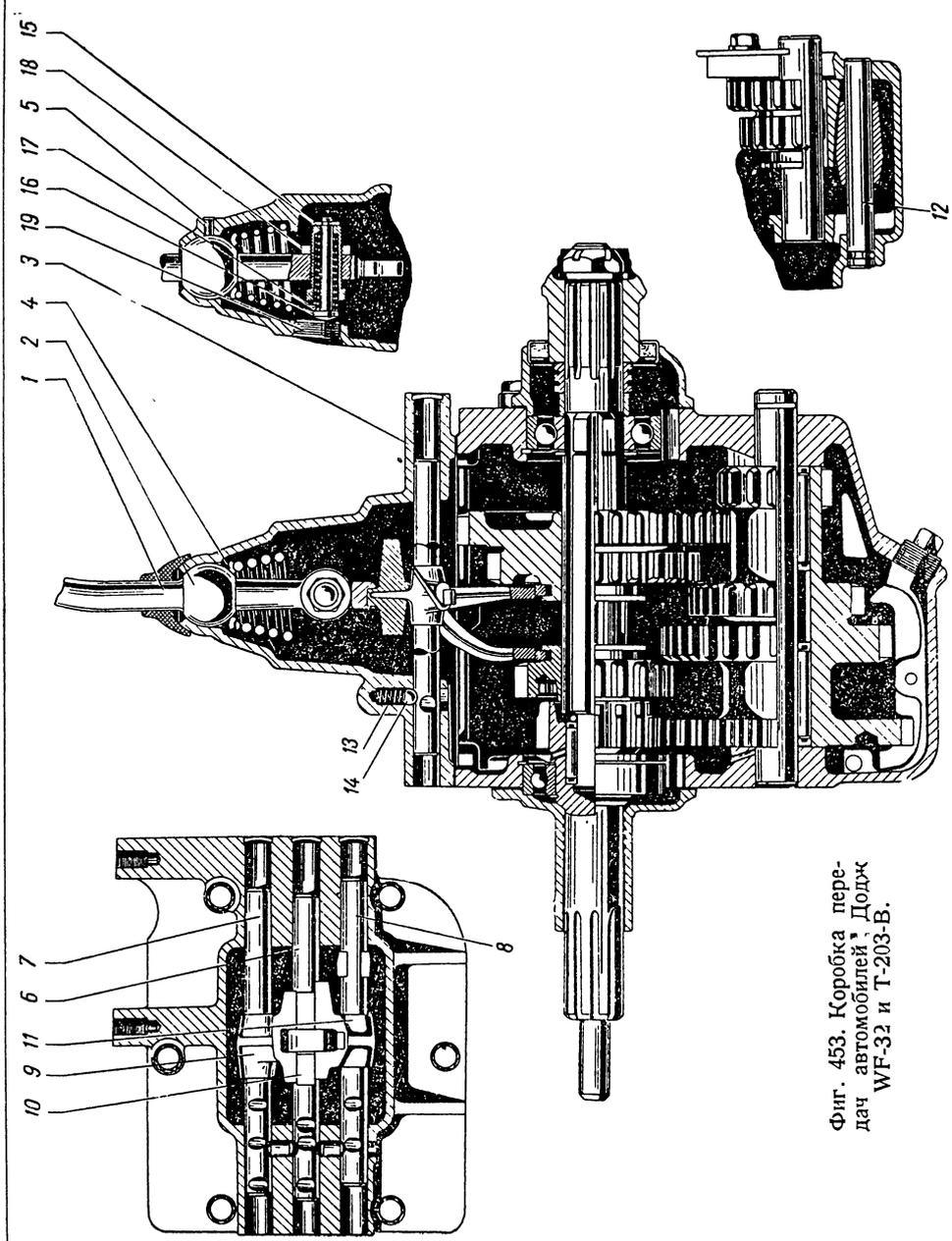


Фиг. 452. Схема управления коробкой передач при помощи рычага с кулисным механизмом.

Кулисное управление коробкой передач в настоящее время встречается весьма редко. Наибольшее распространение получили коробки передач с управлением при помощи качающегося рычага с шаровой опорой, размещенной в крышке коробки передач.

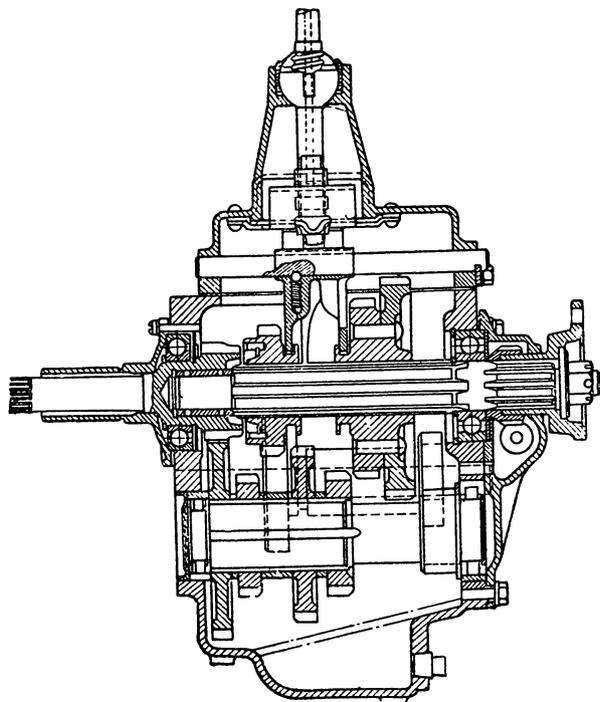
Устройство механизма управления коробкой передач при помощи рычага с шаровой опорой рассмотрим на примере четырехступенчатой коробки передач, показанной на фиг. 453. Рычаг 1 имеет шаровое утолщение 2, смещенное в сферическом гнезде крышки 3 коробки передач, и благодаря этому может свободно качаться. Пружина 4 устраняет возможность произвольного раскачивания и опускания рычага вниз. Штифт 5, входящий в прорезь шаровой опоры, исключает возможность поворота рычага относительно его вертикальной оси. При перемещении рычага влево или вправо его нижний конец входит в паз вилки одного из трех ползунов 6, 7 и 8, установленных в крышке коробки передач. Дальнейшим перемещением рычага вперед или назад производится передвижение ползуна с укрепленной на нем вилкой и включение соответствующей передачи.

Вилка 9 служит для включения первой и второй передач, вилка 10 — третьей и четвертой передач и вилка 11 для включения заднего хода. Для вилки 11 имеется дополнительный направляющий валик 12, по которому она скользит при включении заднего хода. Часто ползуны заменяются направляющими валиками, устанавливаемыми в крышке коробки передач неподвижно; по этим валикам могут перемещаться свободно сидящие на них вилки. Для фиксации шестерен в определенных положениях и для устранения возможности самовыключения их на ходу автомобиля служат фиксаторы. Устройство и действие последних показано на фиг. 453. В приливах крышки коробки передач над каждым ползуном помещен шарик 13, прижимаемый к ползуну пружиной 14. На ползунах имеются углубления, в одно из которых при нейтральном положении или при включении передачи входит шарик и удерживает таким образом ползун в нужном положении.



Фиг. 453. Коробка пере-  
 дач автомобилей "Додж"  
 WF-32 и T-203-B.

Ползуны 6 и 7 имеют по три углубления, из которых средние служат для фиксации нейтрального положения, а два крайние — соответствующих передач. Ползун 8 имеет только два углубления



Фиг. 454. Коробка передач автомобилей Бедфорд MW, OX и OY с фиксаторами, расположенными в вилках переключения.

— одно для фиксации нейтрального положения, а другое для фиксации шестерён при включении заднего хода. Расстояние между углублениями выбирается так, чтобы обеспечить включение соответствующих шестерён на полную длину зуба.

Фиксаторы в коробках передач выполняются в форме шариков или клиньев; последние имеют меньшее распространение. Если вместо ползунов применены неподвижные валики, по которым скользят вилки, то фиксаторы размещаются в вилках. Примером такого расположения фиксаторов может служить коробка передач грузового автомобиля Бедфорд (модели MW, OX и OY), показанная на фиг. 454<sup>1</sup>. Здесь фиксаторы размещены в теле вилок, а валики своими углублениями обра-

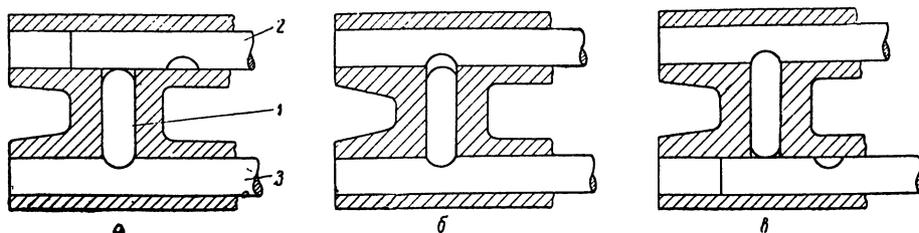
щены вниз. Поэтому под давлением пружины шарик фиксатора входит в соответствующее углубление на валике и тем самым фиксирует положение вилки переключения, а следовательно, и шестерни, передвигаемой данной вилкой.

Для исключения возможности случайного одновременного передвижения двух ползунов, а следовательно, и включения двух передач служит замок, который при включении одной из передач, т. е. при передвижении одного из ползунов, автоматически запирает другие ползуны в нейтральном положении. Схема устройства замка трёхступенчатой коробки передач показана на фиг. 455. Замок представляет собой сухарь 1, расположенный в сверлении крышки коробки передач между ползунами 2 и 3. На обоих ползунах имеются по одному углублению, которые при нейтральном положении управляемых ползунами шестерён устанавливаются против сухаря. Длина сухаря примерно равна расстоянию между ползунами плюс величина одного углубления на ползуне. Благодаря этому при перемещении ползуна 2 влево или вправо сухарь 1 входит в углубление ползуна 3 и тем самым запирает его в нейтральном положении (схема а).

Для того чтобы передвинуть ползун 3, необходимо предварительно ползун 2 передвинуть влево и поставить его в нейтральное положение,

<sup>1</sup> Коробка передач моделей MW, OX и OY изготовляется с разными числами первой и второй передач, но устройство её одинаково у всех указанных моделей.

углублением против сухаря 1 (схема б); только после этого ползун 3 может быть передвинут влево или вправо и произведено включение другой передачи (схема в).



Фиг. 455. Схема устройства замка трёхступенчатой коробки передач.

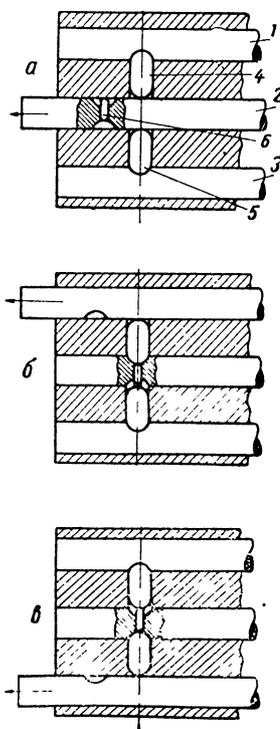
По этой схеме выполнены замки в коробках передач автомобилей КИМ-10 и ЗИС-101.

Устройство замка четырёхступенчатой коробки передач несколько сложнее, чем в трёхступенчатой коробке, так как при передвижении одного ползуна необходимо запирает в нейтральном положении не один, а два ползуна. Схема замка четырёхступенчатой коробки передач приведена на фиг. 456<sup>1</sup>. Здесь между ползунами 1, 2 и 3 установлены два сухаря 4 и 5. Кроме этого, в среднем ползуне 2 имеется горизонтальное отверстие, в котором помещён подвижной штифт 6. При перемещении среднего ползуна 2 (схема а) сухари 4 и 5 выходят из его углублений, входят в углубления ползуну 1 и 3 и тем самым запирают их. Если же перемещается один из крайних ползуну, например ползун 1 (схема б), то сухарь 4 выходит из углубления ползуна 1 и входит в углубление ползуна 2, одновременно с этим сухарь 4 надавит на штифт 6, который переместится и заставит сухарь 5 войти в углубление ползуна 3. Таким образом ползуны 2 и 3 оказываются запертыми в нейтральном положении. При перемещении ползуна 3 запираются ползуны 1 и 2 (схема в).

По схеме, представленной на фиг. 456, выполнены замки в коробках передач автомобилей Додж Т-203-В (фиг. 453), ГАЗ-АА (фиг. 435), Форд G8T и др. В ряде коробок передач (фиг. 441) между ползунами установлены не сухари, а шарики.

В некоторых коробках передач, как, например, в коробке передачи автомобиля ГАЗ-М-1, замок выполнен вместе с фиксатором в виде одного механизма (фиг. 457).

Схема устройства и работы замка-фиксатора заключается в следующем: в сверлении крышки коробки передач между ползунами 1 и 2

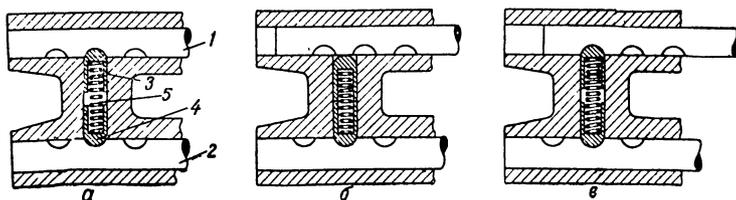


Фиг. 456. Схема замка четырёхступенчатой коробки передач.

<sup>1</sup> Замок пятиступенчатой коробки передач выполняется по такой же схеме, как и в четырёхступенчатой.

установлены два пустотелых сухаря 3 и 4, между которыми помещена пружина 5. Под воздействием пружины сухари входят в углубления ползунунов и фиксируют их в определённом положении. Для этой цели на каждом ползуне имеется три углубления; среднее углубление служит для фиксации ползуна в нейтральном положении, а два крайних — для фиксации при включении передач. Нейтральное положение ползунунов показано на схеме *а*. При передвижении ползуна вправо (схема *б*) сухарь 3 выходит из углубления ползуна 1, упирается в сухарь 4 и запирает при этом ползун 2. После включения передачи сухарь 3 входит в углубление ползуна 1, фиксируя его в положении, соответствующем включённой передаче (схема *в*). Действие замка-фиксатора при передвижении ползуна 2 происходит в той же последовательности.

В механизм управления коробкой передач грузовых автомобилей помимо фиксаторов и замков, устраняющих возможность самовыключения или одновременного включения двух передач, обычно вводится дополни-



Фиг. 457. Схема комбинированного замка-фиксатора трёхступенчатой коробки передач.

тельный замок, назначение которого состоит в том, чтобы полностью устранить или, по крайней мере, затруднить возможность случайного включения заднего хода.

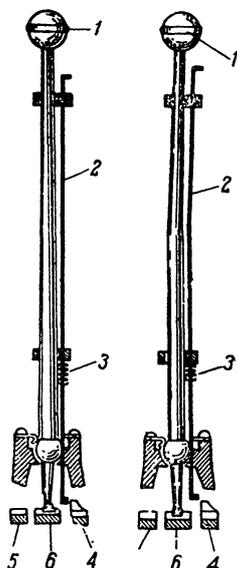
Для указанной цели наиболее часто применяется два типа замков. Схема одного из них показана на фиг. 458. Его устройство заключается в следующем: на рычаге 1 управления коробкой передач установлена тяга 2, отжимаемая книзу пружиной 3. Тяга 2 сверху имеет рукоятку, а снизу к ней прикреплена предохранительная пластина. При нейтральном положении коробки передач рычаг 1 своим нижним концом свободно может входить в углубление вилок 5 и 6, но не может войти в углубление вилки заднего хода 4, так как этому препятствует предохранительная пластина, упирающаяся в выступ вилки заднего хода. Поэтому, чтобы включить задний ход, необходимо предварительно поднять вверх тягу 2 вместе с предохранительной пластиной (схема *б*) и тем самым дать возможность нижнему концу рычага войти в углубление вилки заднего хода 4. Замок заднего хода по схеме, указанной на фиг. 458, выполнен в коробках передач автомобилей Форд 2G8T, Шевроле G-7107, Бедфорф MW, OX и OY, ГАЗ-АА и др.

Весьма широкое распространение получил замок, устройство которого показано на фиг. 441. В вилке 17 заднего хода установлены штифт 15 и пружина 16. Благодаря пружине штифт отжимается к центру коробки и при нейтральном положении, а также включении любой передачи вперёд занимает положение, показанное на этой фигуре. Поэтому, для того чтобы нижний конец рычага управления коробкой передач вошёл в углубление вилки заднего хода, необходимо концом рычага утопить штифт 15, сжав при этом пружину 16. Следовательно, для включения заднего хода к рычагу управления коробкой передач должно быть приложено большее боковое усилие, чем при включении любой передачи

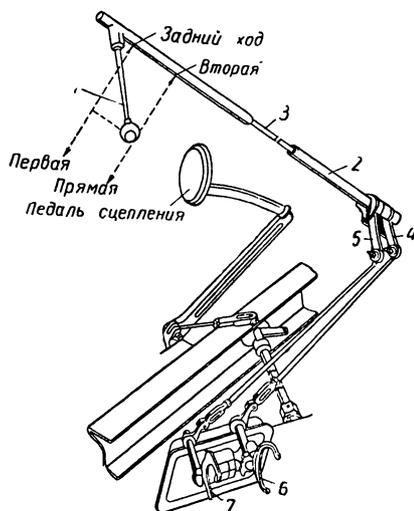
вперёд. Это и служит для водителя признаком того, что производится включение заднего хода.

Замок указанного типа применяется в коробках передач автомобилей Студебеккер US6, «Интернационал» М-5-6, ЗИС-5, Форд G8T и др.

На фиг. 453 показан замок, размещённый не в вилке, а в рычаге переключения передач. По принципу действия он ничем не отличается от замка, показанного на фиг. 441. Здесь в рычаг переключения передач на резьбе установлен стаканчик 15, внутри которого помещены штифт 16 и пружина 17. Преимущество такого расположения замка заключается в том, что в случае ослабления пружины путём ввёртывания пробки 19



Фиг. 458. Схема замка заднего хода коробки передач.



Фиг. 459. Схема управления коробкой передач при помощи рычага, расположенного на рулевой колонке легкового автомобиля Форд.

имеется возможность увеличить усилие на рычаге переключения, необходимое для включения заднего хода, и тем самым уменьшить вероятность случайного включения заднего хода вместо четвертой передачи.

На легковых автомобилях в последние годы широкое распространение получили коробки передач с управлением при помощи рычага, расположенного на рулевой колонке<sup>1</sup>. При таком расположении рычага управления коробкой облегчается работа водителя, переднее отделение кузова делается более свободным, благодаря чему облегчается возможность размещения на переднем сиденье, так же как и на заднем, трёх человек. Одновременно это облегчает водителю вход и выход из автомобиля в обе стороны.

Схема механизма переключения передач при помощи рычага, расположенного на рулевой колонке, показана на фиг. 459.

Рычаг управления коробкой передач обычно имеет длину, равную радиусу штурвала или несколько большую, и располагается под штурвалом. Его рукоятка при нейтральном положении у большинства автомобилей расположена на 65—75 мм ниже плоскости штурвала. Поднима-

<sup>1</sup> В США почти на всех типах легковых автомобилей, за исключением наиболее дешёвых моделей, выпускавшихся фирмами Бантам, Виллис и Крослей, рычаг управления коробкой передач вынесен на рулевую колонку.

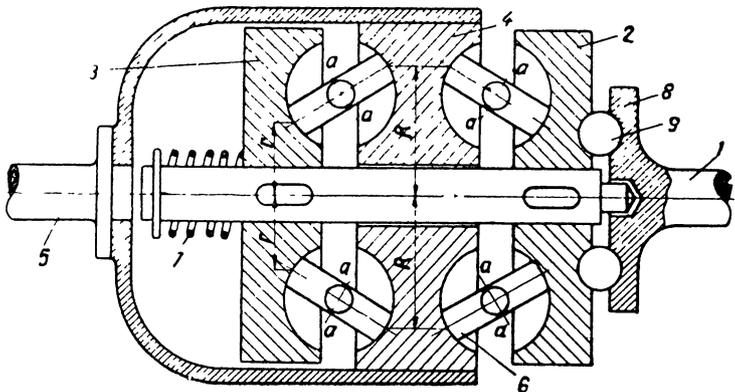
нием и опусканием рычага 1 при помощи тяги 3 и дополнительного устройства, размещённого в нижней части трубы 2, происходит соединение последней с рычагом 4 или 5 привода к вилкам 6 и 7 включения передач. Дальнейшим поворотом рычага управления вместе с трубой 2 относительно её оси производится включение соответствующей передачи.

Направление перемещения рычага управления при включении той или иной передачи показано на фиг. 459 пунктиром.

На некоторых автомобилях, как например Адлер, рычаг управления коробкой передач вынесен на передний щиток автомобиля. Принципиальная схема управления коробкой в этом случае остается той же, что и при расположении рычага на рулевой колонке.

## § 8. ПРОГРЕССИВНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

На подавляющем большинстве современных автомобилей применяются ступенчатые коробки передач. Однако в последнее время делаются попытки применения коробок передач с бесконечным (в заданных границах) числом передаточных отношений, так называемых прогрессивных передач. Применение такого типа передач обеспечивает автомобилю ряд преимуществ: повышение средней скорости движения,



Фиг. 460. Схема прогрессивной фрикционной передачи Хейс:

1—ведущий вал; 2 и 3—ведущие диски; 4—ведомый диск; 5—ведомый вал; 6—ролики;  
7—пружина; 8—фланец с канавками переменной глубины; 9—шарики.

улучшение приёмности и снижение расхода топлива. Одновременно облегчается и работа водителя, поскольку управление прогрессивной передачей осуществляется автоматически в зависимости от сопротивления или скорости движения автомобиля.

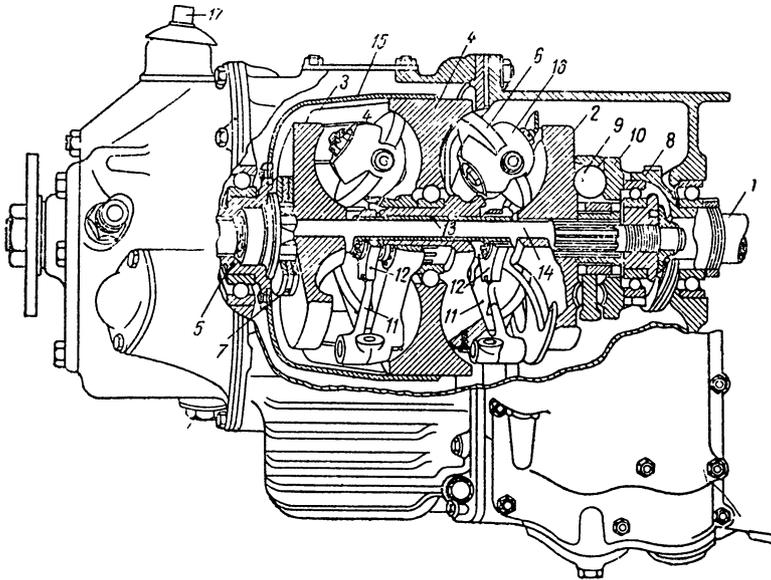
Существующие конструкции прогрессивных передач подразделяются на три основных типа: механические, гидравлические и электрические.

**Механические передачи.** Механические передачи бывают непрерывного или импульсного действия. В первом случае связь между ведущими и ведомыми частями передач осуществляется непрерывно. Во втором случае передача усилий от ведущего вала на ведомый осуществляется толчками — импульсами.

Примером прогрессивной передачи непрерывного действия может служить фрикционная передача Хейс, принципиальная схема которой показана на фиг. 460, а общий вид — на фиг. 461.

На валу, идущем от сцепления, установлены два диска 2 и 3, имеющие на внутренних торцевых поверхностях кольцевые выточки полукруглого сечения. Такие же выточки имеются на обеих торцевых поверх-

ностях среднего диска 4, связанного с ведомым валом 5. Между ведущим и ведомым дисками установлены плоские ролики 6, могущие свободно вращаться вокруг своих осей. Все элементы передачи прижаты друг к другу при помощи пружины 7. Для того чтобы давление на рабочие поверхности, по которым перекачиваются ролики 6, могло увеличиваться пропорционально величине передаваемого крутящего момента, на фланце 8 ведущего вала 1 и торцевой поверхности ведущего диска 2 выполнены три сферические канавки переменной глубины, в которых помещены стальные шарики 9. По мере увеличения передаваемого момента, шарики 9 будут стремиться выйти из канавок, отжимая ведущий диск 2



Фиг. 461. Общий вид прогрессивной передачи Хейс:

—ведущий вал; 2 и 3—ведущие диски; 4—ведомый диск; 5—ведомый вал; 6—ролики; 7—пружинящие айбы; 8—фланец с кулачками; 9—шарики; 10—кольцо с канавками и кулачками; 11—рычаги; 12—муфты; 13—стакан; 14—вал; 15—кожух ведомого диска; 16—обойма ролика; 17—рычаг для включения заднего хода.

от фланца 8, в результате чего возрастёт усилие, развиваемое пружиной 7, сжимающее рабочие элементы механизма. Таким образом давление на рабочие поверхности получается в известной мере пропорциональным величине передаваемого крутящего момента.

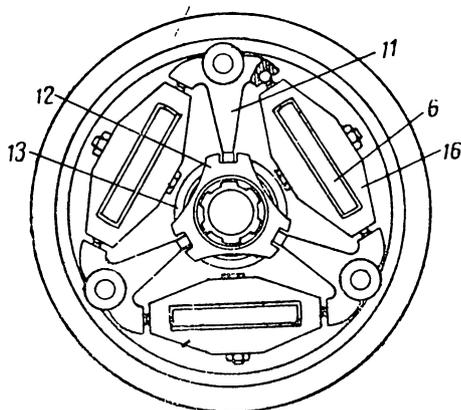
Наклон роликов 6 может принудительно изменяться. Если оси роликов  $a-a$  перпендикулярны оси передачи, то ведомый диск 4 будет вращаться с таким же числом оборотов, как и ведущие диски 2 и 3, что соответствует прямой передаче.

Ролики 6 могут быть наклонены от положения, соответствующего прямой передаче, как в одну сторону, так и в другую, что даёт возможность получить передаточное число как большее, так и меньшее единицы. Передаточное число передачи определяется отношением расстояний от оси до точек касания ведомого и ведущего дисков с роликами, т. е.  $i = \frac{R}{r}$ . Пределы изменения передаточного числа в передаче Хейс от 4 до 0,6. Для получения заднего хода имеется нормальная зубчатая передача.

Возможность изменения наклона роликов, а следовательно, изменения передаточного числа передачи достигается благодаря следующему устройству: каждый ролик заключён в отдельную обойму 16 (фиг. 462),

в которой закреплена ось вращения ролика. Обойма может поворачиваться вместе с роликом относительно своей оси, перпендикулярной оси ролика. Для этой цели по бокам каждой обоймы расположены шаровые пальцы, которые входят в соответствующие углубления, имеющиеся на рычагах 11. Концы этих рычагов входят в прорезы на двух муфтах 12, сидящих по концам стакана 13. При повороте стакана 13 рычаги 11 также повернутся и вызовут перекося обоймы с роликами, благодаря чему меняется наклон роликов.

При помощи автоматически действующего приспособления можно изменять наклон роликов, а следовательно, и передаточное число передачи в зависимости от сопротивлений, испытываемых автомобилем при движении.



Фиг. 462. Схема устройства для изменения наклона роликов в передаче Хейса (обозначения деталей те же, что и на фиг. 461).

Описанная передача применялась в течение ряда лет на малолитражном автомобиле Остин, двигатель которого имел крутящий момент всего лишь 12,5 кг/м. Несмотря на небольшую величину передаваемого момента вследствие сложности конструкции вес передачи превышает 50 кг, т. е. в несколько раз превосходит вес нормальной ступенчатой коробки для двигателя той же мощности.

Помимо сложности конструкции и значительного веса существенным недостатком фрикционной передачи является большое удельное давление на рабочих поверхностях,

а следовательно, и их быстрый износ. В силу этого фрикционные передачи на автомобилях распространения не получили.

Примером механической прогрессивной передачи импульсного действия может служить передача легкового автомобиля Минерва. Схема этой передачи показана на фиг. 463.

Идея передачи состоит в том, что вращательное движение коленчатого вала двигателя преобразуется в качательное движение промежуточной детали, а последнее вновь преобразуется во вращательное движение ведомого вала. Изменением амплитуды качания промежуточной детали можно изменять передаточное отношение между указанными валами.

Рассматриваемая передача расположена в картере двигателя, имеющего восемь цилиндров с V-образным расположением. Передача состоит из четырёх отдельных комплектов (по одному у каждой пары цилиндров), связанных общим ведомым валом. На фиг. 463 показана схема устройства одного из комплектов передачи. Другие три комплекта имеют также же устройство.

На изогнутом рычаге 1, могущем качаться около неподвижной опоры, расположенной в верхней его части, шарнирно закреплено треугольное коромысло 2. Это коромысло в свою очередь шарнирно связано с шатуном 3, соединённым с шатунной шейкой коленчатого вала двигателя, и с шатуном 4. Последний при помощи рычага 5 связан с внутренним кольцом специального механизма 6, передающего усилие на ведомый вал 8.

Если рычаг 1 зафиксировать в определённом положении, то при вращении коленчатого вала двигателя коромысло 2 будет качаться около шарнира 9 и через шатун 4 и рычаг 5 будет поворачивать то в одну, то

в другую сторону внутреннее кольцо 6 механизма свободного хода. Благодаря наличию этого механизма к наружному кольцу 7, а следовательно, и к ведомому валу 8 вращение будет передаваться только в одну сторону. Таким образом усилие к ведомому валу 8 передаётся не непрерывно, а толчками — импульсами. В зависимости от положения рычага 1 характер качания коромысла 2 и передачи усилия к шатуну 4 меняется.

Если нижний конец рычага 1 отойдёт влево до конца, то рычаг 5 переместится против часовой стрелки так, что оси шарниров 9 и 10 совпадут. В этом случае шатун 4 будет качаться вместе с коромыслом 2 около общего центра, и передачу усилия от коленчатого вала к рычагу 5, а следовательно, и к ведомому валу происходить не будет. Это соответствует нейтральному положению передачи.

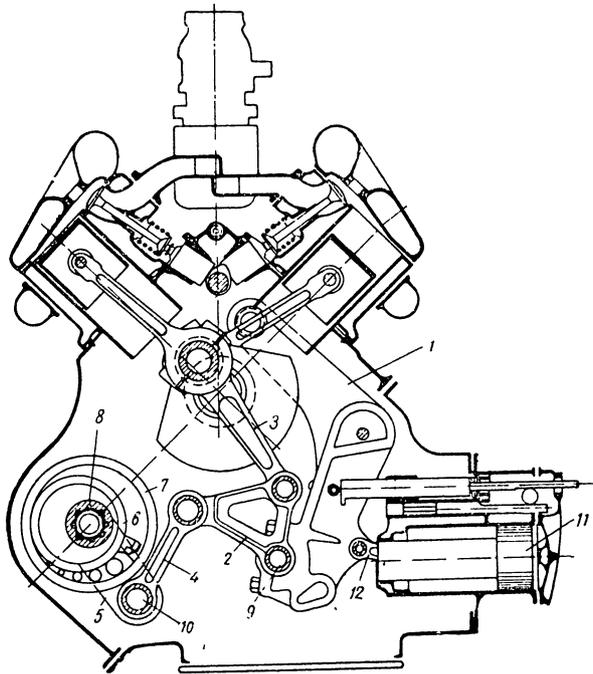
Если же нижний конец рычага 1 отвести в крайнее правое положение, то ведомый вал будет вращаться вдвое медленнее, чем коленчатый вал двигателя, т. е. передаточное число между ними будет равно 2.

Устанавливая рычаг 1 в промежуточные положения, можно плавно менять передаточное число передачи в указанных пределах.

Изменение положения рычага 1 производится автоматически при помощи специального сервомеханизма, состоящего из цилиндра, в котором перемещается двухступенчатый поршень 11 связанный с рычагом 1 при помощи шатуна 12. К цилиндру подаётся масло из общей системы смазки двигателя. Давление масла зависит от числа оборотов масляного насоса, а последнее в свою очередь зависит от числа оборотов двигателя, благодаря чему и осуществляется автоматическая связь между скоростью вращения коленчатого вала и передаточным числом передачи.

Больший или меньший доступ масла к цилиндру контролируется специальным золотником, связанным с педалью акселератора. Таким образом дополнительный контроль системы осуществляется в зависимости от степени открытия дроссельной заслонки. Для получения заднего хода установлена специальная дополнительная шестерённая передача у главной передачи ведущей оси.

Импульсные прогрессивные передачи широкого распространения не получили вследствие сложности конструкции, а также недостаточной надёжности в работе, так как при передаче усилия толчками возникают большие ударные нагрузки, приводящие к быстрому износу и разрушению деталей.

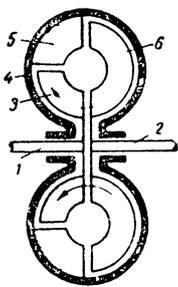


Фиг. 463. Схема прогрессивной передачи автомобиля Минерва.

Гидравлические передачи. Под гидравлической передачей понимается такая передача, в которой связь между ведущим и ведомым валами, а также изменение крутящего момента осуществляется при помощи жидкости. Такие передачи называются также гидропреобразователями или гидротрансформаторами.

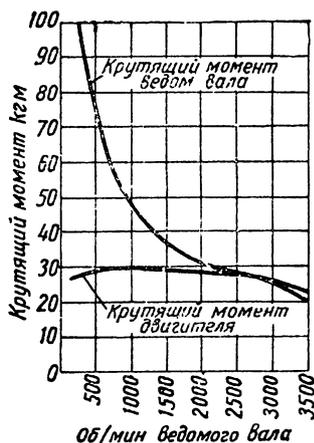
Схема гидравлической передачи показана на фиг. 464. Ведущий вал 1 передачи, жёстко связанный с коленчатым валом двигателя, несёт на себе центробежный насос с лопатками 3. Ведомый вал 2, связанный с трансмиссией автомобиля, несёт на себе лопатки 6 турбины. К неподвижному кожуху 4 прикреплены лопатки 5, называемые направляющими лопатками. Внутренняя полость передачи заполняется жидкостью, обычно жидким маслом.

При вращении вала 1 жидкость под действием центробежной силы устремляется к периферии насоса; выйдя из насоса, жидкость проходит между направляющими лопаток 5 и попадает на лопатки турбины 6. Пройдя между лопатками турбины, жидкость возвращается обратно в



Фиг. 464. Схема гидравлической передачи:

1—ведущий вал; 2—ведомый вал; 3—лопатки насоса; 4—неподвижный кожух; 5—направляющие лопатки; 6—лопатки турбины.



Фиг. 465. Примерная характеристика гидравлической передачи.

насос. Таким образом при вращении вала 1 жидкость, находящаяся в системе, вращаясь относительно оси передачи, вместе с тем непрерывно циркулирует в направлении, показанном на схеме стрелками.

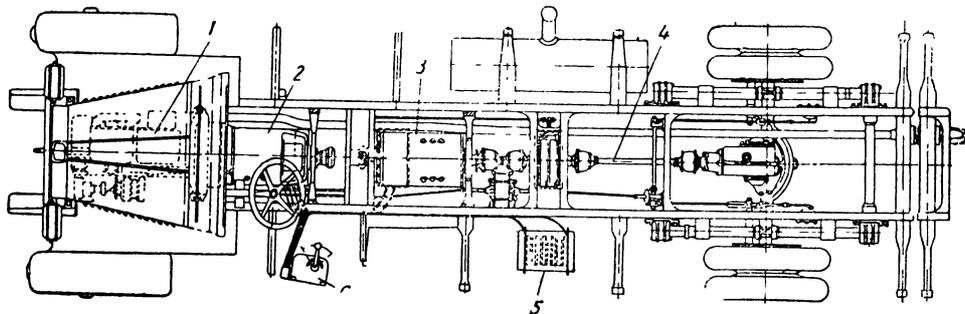
При прохождении жидкости между направляющими лопаток, имеющих специальную форму, окружная скорость жидкости увеличивается, вследствие чего увеличится её момент количества движения, и крутящий момент на валу турбины получается равным сумме моментов насоса и направляющих лопаток.

Изменение величины крутящего момента на валу турбины подчиняется следующему закону: чем больше скорость вращения турбины при данном числе оборотов насоса, тем меньше момент на её валу; чем меньше скорость вращения турбины, тем больше момент на её валу. Таким образом обеспечивается автоматическое изменение передаточного числа между ведущим и ведомым валами гидропередачи. Это объясняется следующим: жидкость при входе из направляющих лопаток в турбину имеет некоторую окружную скорость. Пройдя мимо лопаток турбины, окружная скорость жидкости падает. Вначале, когда турбина ещё неподвижна, окружная скорость жидкости падает до нуля, поэтому весь момент количества движения жидкости идёт на создание крутящего момента на валу турбины. Вследствие этого крутящий момент на валу турбины при трогании автомобиля с места получается максимальным. По мере увеличения

числа оборотов турбины разность между величинами количества движения жидкости у входа в турбину и при выходе из неё уменьшается, следовательно, уменьшается и крутящий момент на валу турбины.

Примерное изменение крутящего момента на валу турбины показано на фиг. 465.

Если автомобиль, снабжённый гидравлической передачей, встречает при своём движении повышенное сопротивление, то его скорость снизится и при этом автоматически увеличится крутящий момент на ведомом валу.



Фиг. 466. Схема электрической передачи автомобиля.

Гидравлические передачи применяются на ряде автобусов и тяжёлых грузовиков. Основным недостатком гидравлической передачи является низкий к. п. д.

Электрические передачи применяются преимущественно на автобусах и тяжёлых грузовиках. На фиг. 466 показан автомобиль, снабжённый электрической передачей.

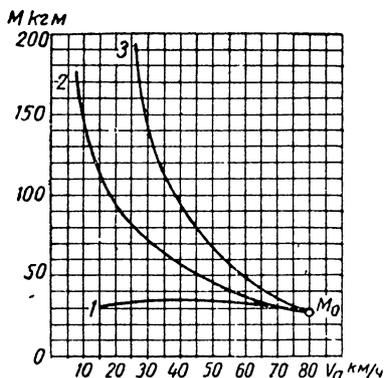
Двигатель внутреннего сгорания 1 вращает динамомашину 2. Ток, вырабатываемый динамомашинкой, поступает в электромотор 3. Вал электромотора при помощи карданной передачи 4 передаёт вращение главной передаче и далее через полуоси к ведущим колёсам автомобиля.

Основным достоинством электрической передачи является возможность изменения в определённых пределах оборотов электромотора и развиваемого им крутящего момента в соответствии с сопротивлением движению автомобиля.

Изменение крутящего момента, подводимого к ведущим колёсам, в более широком диапазоне осуществляется изменением режима работы электрических машин посредством реостата 5, переключаемого контроллером 6. Таким образом, в данном автомобиле часть механизмов обычной трансмиссии (сцепление и коробка передач) заменена электрической передачей.

В некоторых конструкциях электромоторы устанавливаются у ступиц ведущих колёс и непосредственно приводят их во вращение. В этом случае все механизмы обычной трансмиссии отсутствуют.

Характер изменения крутящего момента электромотора в зависимости от оборотов показан на фиг. 467. Для сравнительной оценки на этой фигуре нанесены также кривые изменения крутящего момента парового двигателя и двигателя внутреннего сгорания.



Фиг. 467. Изменение крутящих моментов на ведущих колёсах автомобиля при различных двигателях.

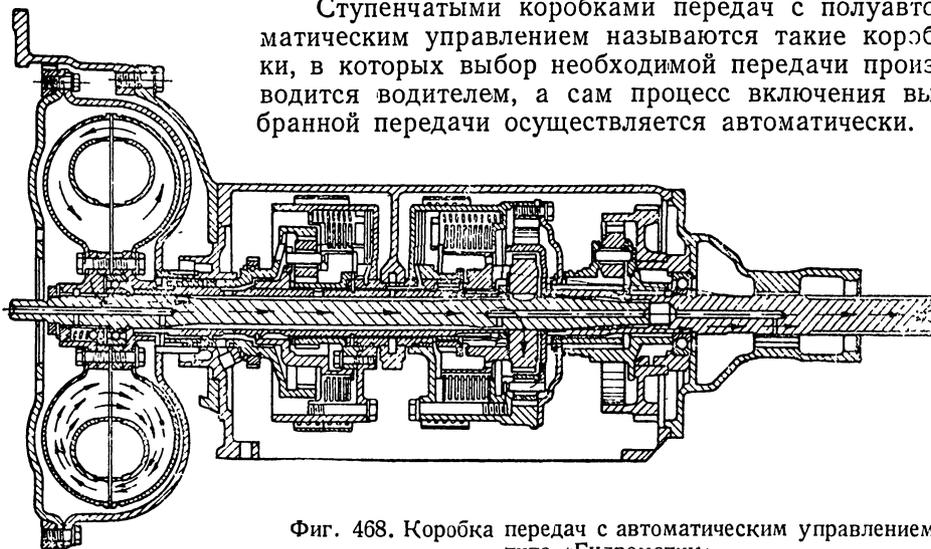
## § 9. СТУПЕНЧАТЫЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ С АВТОМАТИЧЕСКИМ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

Все предложенные до настоящего времени прогрессивные передачи не являются совершенными. Вследствие ряда недостатков (низкий к. п. д., сложность конструкций и малая надёжность в работе) они не получили широкого применения. В силу этого автомобильная техника пошла по пути автоматизации управления ступенчатыми коробками.

По степени автоматизации управления различают два типа коробок передач: с автоматическим и полуавтоматическим управлением.

Ступенчатыми коробками передач с автоматическим управлением называются такие коробки, в которых переключение передач производится без какого-либо участия водителя.

Ступенчатыми коробками передач с полуавтоматическим управлением называются такие коробки, в которых выбор необходимой передачи производится водителем, а сам процесс включения выбранной передачи осуществляется автоматически.



Фиг. 468. Коробка передач с автоматическим управлением типа «Гидроматик».

При автоматическом управлении коробкой упрощается управление автомобилем, а также обеспечивается некоторое улучшение тяговых и экономических качеств автомобиля за счёт возможного при этом увеличения числа передач и лучшего подбора передачи, соответствующей условиям движения. При полуавтоматическом управлении коробкой достигается лишь некоторое облегчение управлением коробкой.

Коробки передач с автоматическим и полуавтоматическим управлением могут иметь различные механизмы привода: 1) механический, 2) гидравлический, 3) вакуумный, 4) электромагнитный, 5) смешанный (например электровакуумный).

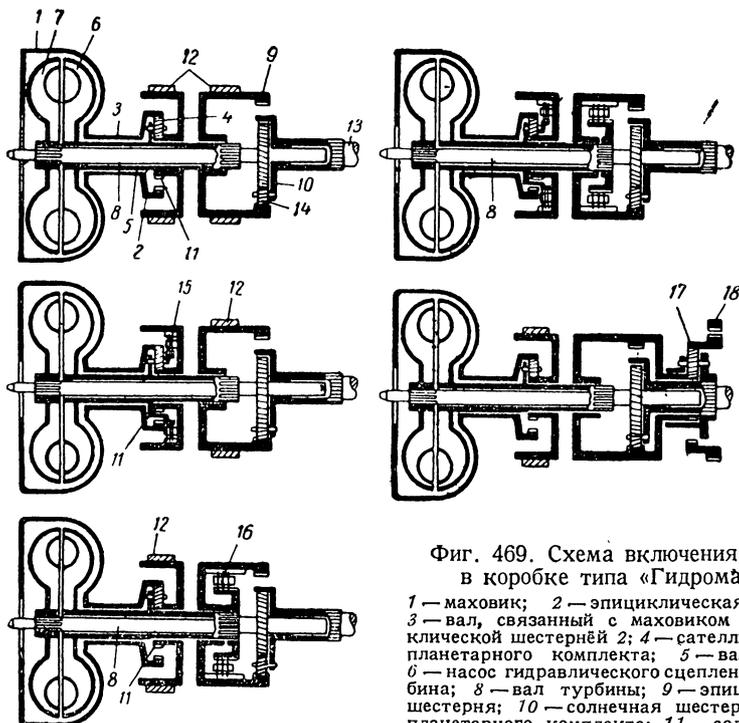
В качестве примера ступенчатой коробки передач с автоматическим управлением может служить коробка передач «Гидроматик» (Hydra-Matic), устанавливаемая на ряде современных легковых автомобилей (Олдсмобил, Кадиллак и др.).

Общий вид коробки показан на фиг. 468. Эта коробка передач работает совместно с гидравлическим сцеплением. Она состоит из трёх планетарных комплектов, из которых первые два служат для получения четырёх передач переднего хода и один комплект — для заднего хода.

Каждый из планетарных комплектов состоит из солнечной (центральной) шестерни, сателлитов и эпициклической шестерни. Кроме того, каждый из комплектов переднего хода снабжён ленточным тормозом и блокирующим сцеплением.

Рассмотрим рабочий процесс коробки при включении различных передач.

**Первая передача.** Маховик двигателя 1 (фиг. 469) при помощи полного вала 3 связан с эпициклической шестернёй 2. Солнечная шестерня 11, выполненная заодно целое с барабаном, заторможена ленточным тормозом 12. Поэтому при работе двигателя, а следовательно, при вращении эпициклической шестерни 2, сателлиты 4, установленные на водиле, связанном с валом 5, обкатываясь по солнечной шестерне, застав-



Фиг. 469. Схема включения передач в коробке типа «Гидроматик»:

1 — маховик; 2 — эпициклическая шестерня; 3 — вал, связанный с маховиком 1 и эпициклической шестернёй 2; 4 — сателлиты первого планетарного комплекта; 5 — вал средний; 6 — насос гидравлического сцепления; 7 — турбина; 8 — вал турбины; 9 — эпициклическая шестерня; 10 — солнечная шестерня второго планетарного комплекта; 11 — солнечная шестерня первого планетарного комплекта; 12 — тормозные лентги; 13 — ведомый вал коробки комплекта; 14 — сателлиты второго планетарного комплекта; 15 и 16 — блокировочные сцепления; 17 — эпициклическая шестерня третьего планетарного комплекта; 18 — стопор

12 — тормозные лентги; 13 — ведомый вал коробки комплекта; 15 и 16 — блокировочные сцепления; 17 — эпициклическая шестерня третьего планетарного комплекта; 18 — стопор

ляют вращаться средний вал 5. Этот вал вращается с меньшим числом оборотов, чем коленчатый вал двигателя. При данных размерах шестерён передаточное число планетарного комплекта получается равным 1,44.

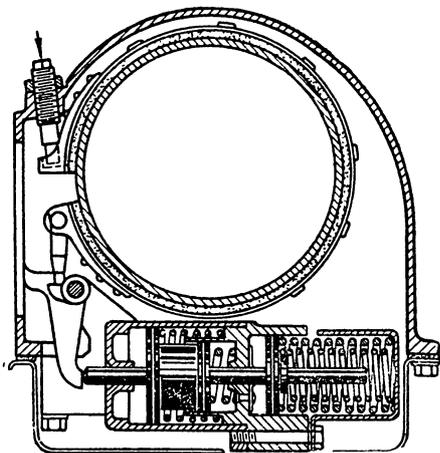
На валу 5 сидит насос 6 гидравлического сцепления, который передаёт крутящий момент турбине 7, установленной на валу 8. С вала 8 турбины крутящий момент через второй планетарный комплект передаётся на вал 13, связанный с карданной передачей автомобиля.

Во втором планетарном комплекте происходит дополнительное увеличение крутящего момента. На заднем конце вала 8 укреплена солнечная шестерня 10, находящаяся в зацеплении с сателлитами 14 и заставляющая их обкатываться относительно эпициклической шестерни 9, заторможенной ленточным тормозом 12. При этом водило, а следовательно, и вал 13 вращаются с меньшим числом оборотов, чем вал 8. Передаточное число второго планетарного комплекта — 2,53. Таким образом передаточное число первой передачи равно произведению передаточных чисел обоих комплектов, т. е.  $1,44 \times 2,53 = 3,64$ .

**Вторая передача.** Для получения второй передачи солнечная шестерня 11 растормаживается и при помощи многодискового сцепления

15 блокируется с водилом 8. Таким образом все детали первого планетарного комплекта вращаются как одно целое, т. е. передаточное число первого комплекта равно единице. Второй планетарный комплект работает так же, как и в предыдущем случае. Поэтому передаточное число второй передачи равно передаточному числу второго комплекта, т. е. 2,53.

**Третья передача.** Для получения третьей передачи солнечная шестерня 11 первого планетарного комплекта затормаживается тормозом 12, и первый планетарный комплект работает так же, как и при включении первой передачи. Эпициклическая шестерня 9 второго планетарного



Фиг. 470. Устройство привода к ленточным тормозам коробки передач типа «Гидроматик».

комплекта растормаживается и при помощи многодискового сцепления 16 блокируется с валом 8. Таким образом все детали второго планетарного комплекта вращаются как одно целое, и его передаточное число равно единице. Поэтому передаточное число третьей передачи равно передаточному числу первого планетарного комплекта, т. е. 1,44.

**Четвёртая передача.** Для получения четвёртой передачи оба планетарных комплекта растормаживаются и блокируются при помощи многодисковых сцеплений. Таким образом передаточное число четвёртой передачи равно единице (прямая передача).

**Задний ход.** Для получения заднего хода солнечная шестерня 11 первого планетарного комплекта за-

тормаживается, а эпициклическая шестерня 9 второго комплекта растормаживается при выключенном сцеплении у последнего. Эпициклическая шестерня 17 третьего планетарного комплекта имеет наружный зубчатый венец, в который входит стопор 18, не дающий возможности ей вращаться. В результате этого вал 13 получает вращение в обратную сторону.

**Управление коробкой передач.** Управление описанной коробкой передач сводится к включению и выключению ленточных тормозов и сцеплений. Устройство привода к ленточным тормозам показано на фиг. 470. Каждая тормозная лента, охватывающая барабан, управляется при помощи сервоцилиндра, в котором помещены поршень и пружины. Затормаживание барабана производится под действием пружин, а растормаживание — давлением масла, подводимого внутрь сервоцилиндра, под действием которого поршень отводится в противоположную сторону.

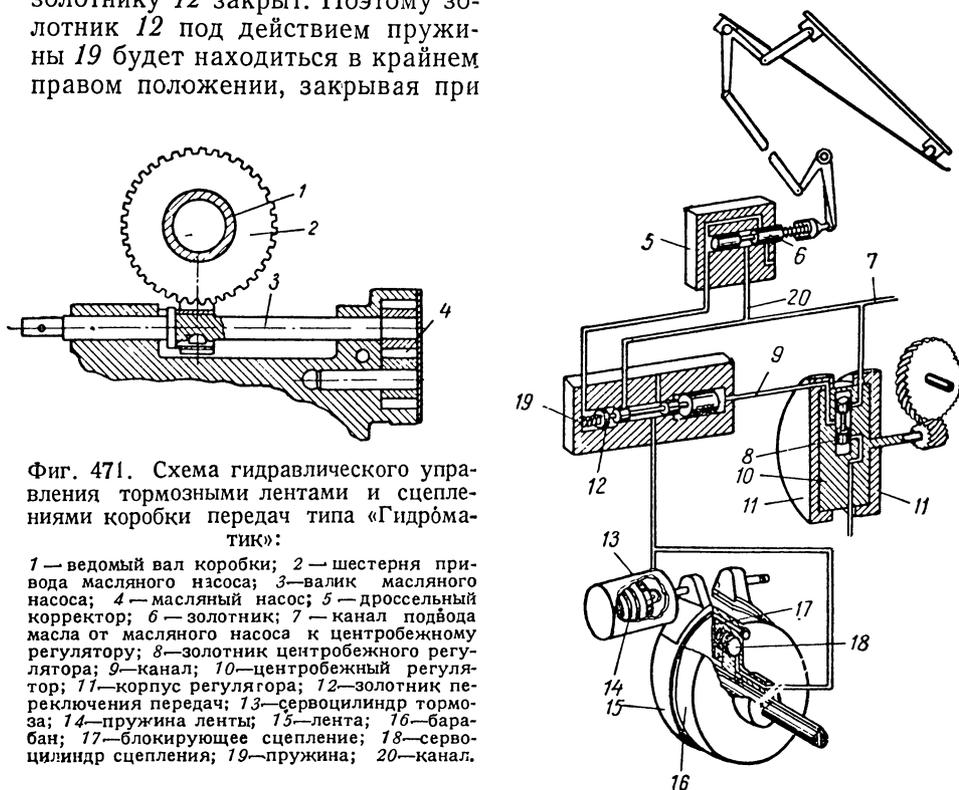
Блокирующие многодисковые сцепления каждого планетарного комплекта включаются давлением масла, подводимого к цилиндрам, в которых перемещаются поршни, создающие нажимное усилие на диски. Каждое сцепление управляется при помощи шести таких сервоцилиндров, расположенных по окружности. Выключение сцепления производится пружинами.

Схема управления тормозами и сцеплениями приведена на фиг. 471. Шестерёнчатый масляный насос 4, создающий давление масла в системе, приводится в действие от ведомого вала 1 коробки. Следовательно, давление масла в системе зависит от скорости движения автомобиля.

Масло из насоса 4 по каналу 7 поступает к центробежному регуля-

тору 10, приводимому в действие от вала 3 насоса, и одновременно к золотнику 12 переключения передач. В зависимости от положения золотника 12 может быть открыт или закрыт доступ масла из канала 7 к сервоцилиндру 13 тормоза и сервоцилиндрам сцепления 18. Положение золотника 12 определяется работой центробежного регулятора 10, так как в нём имеется золотник 8, который под действием центробежной силы стремится перемещаться от центра.

При малой скорости движения автомобиля, а следовательно, при небольших оборотах центробежного регулятора золотник 8 занимает такое положение, при котором доступ масла из регулятора 10 по каналу 9 к золотнику 12 закрыт. Поэтому золотник 12 под действием пружины 19 будет находиться в крайнем правом положении, закрывая при



Фиг. 471. Схема гидравлического управления тормозными лентами и сцеплениями коробки передач типа «Гидроматик»:

1 — ведомый вал коробки; 2 — шестерня привода масляного насоса; 3 — валик масляного насоса; 4 — масляный насос; 5 — дроссельный корректор; 6 — золотник; 7 — канал подвода масла от масляного насоса к центробежному регулятору; 8 — золотник центробежного регулятора; 9 — канал; 10 — центробежный регулятор; 11 — корпус регулятора; 12 — золотник переключения передач; 13 — сервоцилиндр тормоза; 14 — пружина ленты; 15 — лента; 16 — барабан; 17 — блокирующее сцепление; 18 — сервоцилиндр сцепления; 19 — пружина; 20 — канал.

этом доступ масла из канала 7 к сервоцилиндрам. В результате этого ленточный тормоз под действием пружин будет затянут, а сцепление под действием пружин будет выключено.

При увеличении скорости движения золотник 8, перемещаясь в направлении от центра, открывает доступ масла к золотнику 12. Последний под давлением масла переместится влево и откроет доступ масла из канала 7 к сервоцилиндрам. В результате этого ленточный тормоз будет отпущен, а сцепление включено. В зависимости от положения золотника 12 данный планетарный комплект работает с тем или иным передаточным числом.

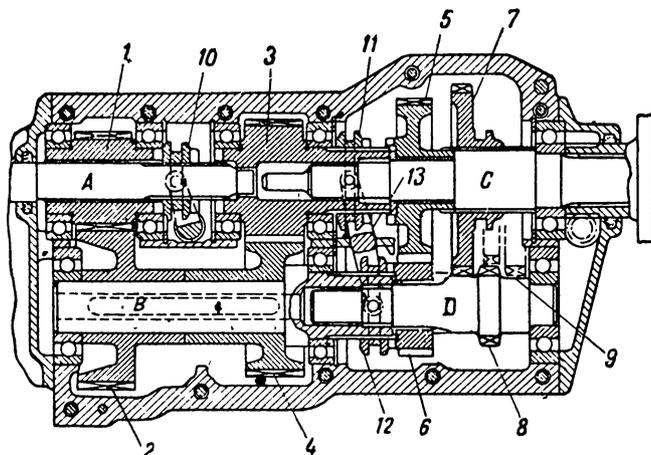
Выше была описана схема управления первым планетарным комплектом. Для управления вторым комплектом в регуляторе 10 имеется второй золотник (на схеме не показан).

В целях уменьшения времени и пути разгона автомобиля желательно разгон производить при полном открытии дросселя, а переключение с одной передачи на другую производить при более высоких скоростях движения. Необходимо также более поздно производить переключение

передач при езде по тяжёлым дорогам при больших открытиях дросселя.

Для изменения момента переключения с одной передачи на другую в зависимости от степени открытия дросселя имеется дроссельный корректор 5. В нём помещён золотник 6, который перемещается при помощи системы тяг и рычагов от педали акселератора.

При больших открытиях дросселя, когда педаль акселератора отжата вниз, золотник 6 передвинут влево и открывает при этом доступ масла из канала 7 через канал 20 к золотнику 12 с левой стороны. Поэтому для перемещения золотника 12 влево потребуется большее давление масла, подводимого с правой стороны, что будет иметь место при больших оборотах масляного насоса, а следовательно, при больших оборотах ведо-



Фиг. 472. Пятиступенчатая коробка передач Майбах с полуавтоматическим переключением.

мого вала коробки, что соответствует более высоким скоростям движения автомобиля. На рулевой колонке под штурвалом имеется небольшой рычаг, который может быть установлен в четырёх положениях.

В первое положение рычаг устанавливается при пуске двигателя. Это соответствует нейтральному положению в коробке передач.

Во второе положение рычаг устанавливается для езды вперёд. При этом используются все четыре передачи.

В третье положение рычаг устанавливается также при езде вперёд, но при этом могут быть использованы только первая и вторая передачи. В это положение рычаг ставится при спуске с горы для возможности торможения автомобиля двигателем.

В четвёртое положение рычаг устанавливается для езды задним ходом.

Описанная конструкция коробки передач достаточно сложна. Она состоит примерно из 750 деталей. Поэтому, несмотря на то, что коробки передач такого типа и дают определённое улучшение тяговых и экономических качеств автомобиля, всё же в силу сложности и высокой стоимости они применяются лишь на отдельных марках автомобилей высокого класса.

Значительно более широкое применение получили коробки передач с полуавтоматическим управлением, которые по своему устройству менее сложны. Одна из таких коробок передач показана на фиг. 472. Эта коробка, имеющая вакуумный привод переключения передач, применяется на автомобилях Майбах.

Коробка имеет пять передач вперёд и задний ход. Первая передача, включаемая в тяжёлых условиях движения, осуществляется посредством пары шестерён с прямыми зубьями. Остальные четыре передачи осуществляются при помощи косозубчатых шестерён, находящихся в постоянном зацеплении.

В коробке имеются четыре вала: первичный вал *A*, вторичный вал *C* и два промежуточных вала *B* и *D*.

Косозубчатые шестерни 1—2, 3—4 и 5—6 находятся в постоянном зацеплении. Шестерни 2, 4 и 6 жёстко установлены на соответствующих валах; шестерни 1, 3 и 5 могут вращаться на своих валах и закрепляться на них при помощи кулачковых муфт. Прямозубчатая шестерня 7 сидит на шлицах вала *C* и вращается вместе с ним. Эта шестерня может перемещаться вдоль вала и входить в зацепление с шестернёй 8.

Расположение шестерён и кулачковых муфт, показанное на фиг. 472, соответствует нейтральному положению.

Для получения первой передачи шестерня 7 должна быть передвинута вправо до зацепления с шестернёй 8. Муфты 10 и 12 должны находиться в положении, показанном на фиг. 472; при этом муфта 12 соединяет между собой валы *B* и *D*, а муфта 10—шестерню 1 с валом *A*. Передача усилия от первичного вала *A* к вторичному валу *C* будет осуществляться через шестерни 1—2 и 8—7.

Для получения второй передачи шестерню 7 необходимо сдвинуть влево, при этом шлицы на внутренней поверхности её втулки войдут в зацепление со шлицами, выполненными на наружной поверхности втулки шестерни 5. Кулачковые муфты 10, 11 и 12 должны находиться в таком положении, как показано на фиг. 472. При этом в передаче будут участвовать шестерни 1—2 и 6—5.

Если переместить муфту 10 вправо так, что с первичным валом *A* окажется соединённой шестерня 3, то окажется включённой третья передача. При этом участвовать в передаче будут шестерни 3—4 и 6—5.

Для получения четвёртой передачи муфта 10 отводится влево, соединяя с первичным валом *A* шестерню 1; одновременно муфта 11 отводится вправо, соединяя шлицованный выступ втулки шестерни 3 с шестернёй 5. Так как последняя при шестерне 7, сдвинутой влево, соединена со вторичным валом *C*, то тем самым с указанным валом окажется соединённой и шестерня 3.

Благодаря наличию уравнивающего рычага 13 при перемещении муфты 11 вправо муфта 12 переместится влево и тем самым разъединит валы *B* и *D*.

Прямая — пятая — передача получается при перемещении муфты 10 вправо при муфте 11, отведённой также вправо. Так как шестерня 7 при нормальной работе коробки постоянно сдвинута влево и тем самым соединяет шестерню 5 с валом, то с этим валом окажется непосредственно соединённым и первичный вал *A*, т. е. будет включена прямая передача.

Наконец, для получения заднего хода каретка 9 сдвигается влево до зацепления с шестернями 7 и 8.

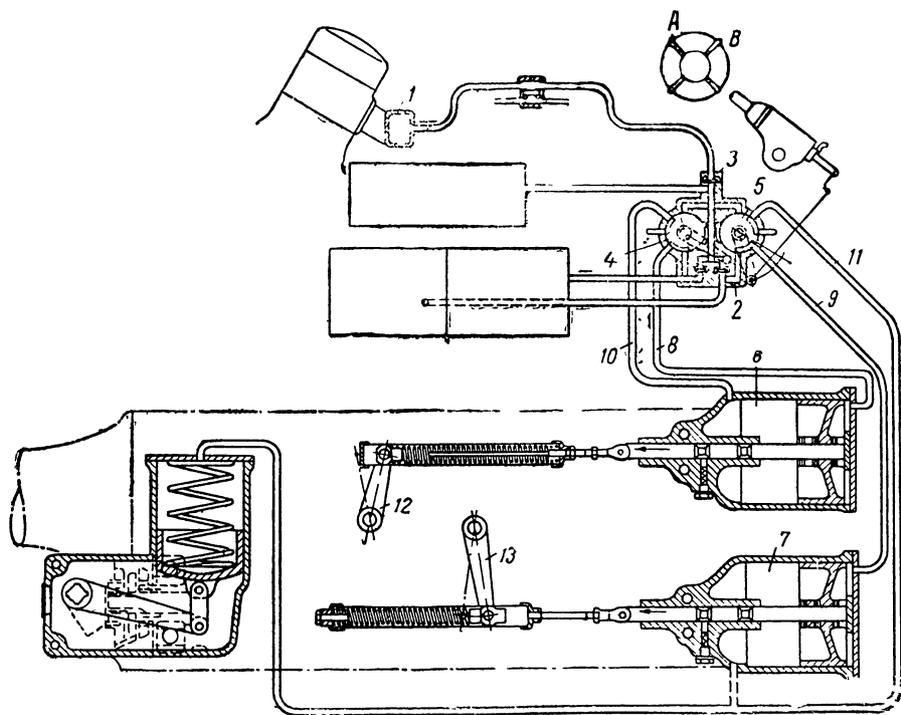
Включение первой передачи и заднего хода производится вручную при помощи рычага обычного типа. Переключение остальных передач производится за счёт разрежения во всасывающем трубопроводе двигателя при установке в том или другом положении одного из двух рычагов, имеющих под рулевым колесом.

Схема всего устройства, при помощи которого осуществляется переключение в коробке Майбах, приведена на фиг. 473. Здесь всасывающий трубопровод двигателя 1 при помощи тонкой трубки соединяется с распределительной коробкой 2. В линию включён клапан 3.

В распределительной коробке имеются два вращающихся золотника 4 и 5, положение которых определяется установкой рычажков *A* и *B*, находящихся под рулевым колесом. В зависимости от положения указанных золотников со всасывающей линией окажется соединённой та или другая сторона цилиндров 6 и 7.

В положении, представленном на схеме, со всасывающей линией соединены правые стороны обоих цилиндров при помощи трубок 8 и 9. В это же время левые стороны цилиндров при помощи трубок 10 и 11 соединены с атмосферой.

Если, например, повернуть золотник 4 по направлению вращения часовой стрелки, то с атмосферой окажется соединённой правая сторона



Фиг. 473. Схема вакуумного переключения коробки передач Майбах:

1—всасывающий трубопровод двигателя; 2—распределительная коробка; 3—клапан; 4 и 5—золотники; 6 и 7—цилиндры; 8 и 9—трубки, соединяющие цилиндры со всасывающим трубопроводом двигателя; 10 и 11—трубки, соединяющие цилиндры с атмосферой; 12 и 13—рычажки переключения кулачковых муфт; *A* и *B*—рычажки управления золотниками 4 и 5.

цилиндра 6, а левая будет соединена со всасывающей линией. Поршень, находящийся в цилиндре, под влиянием разрежения переместится влево, и при этом шток поршня будет сжимать цилиндрическую пружину, конец которой упирается в конец рычага 12, связанного с переключаемой кулачковой муфтой.

До тех пор пока через кулачки муфты передаются значительные усилия, трение на поверхности кулачков препятствует выходу их из зацепления, а следовательно, и перемещению муфты. Если же водитель уменьшит открытие заслонки и тем самым сведёт к минимуму давления на кулачках, то сила натяжения пружины окажется достаточной и сможет повернуть рычаг 12. Аналогично этому цилиндр 7 управляет движением рычага 13. В зависимости от взаимного положения обоих рычагов 12 и 13 включается та или другая передача.

## § 10. УХОД ЗА КОРОБКОЙ ПЕРЕДАЧ

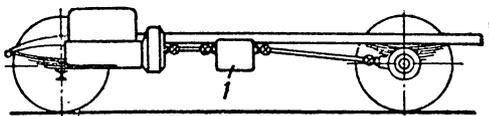
Уход за коробкой передач заключается в периодической доливке и смене смазки в зависимости от пробега автомобиля, устанавливаемого для каждого автомобиля заводской инструкцией. Смена смазки производится через каждые 5000—6000 км пробега автомобиля. В период обкатки нового автомобиля, ввиду неприработанности деталей, смена смазки производится через более короткие сроки, в соответствии с заводской инструкцией. Кроме этого, независимо от пробега автомобиля смена смазки производится весной и осенью. С наступлением тёплой погоды (весной) в коробку передач заливается масло с большей вязкостью, а с наступлением холодной погоды (осенью) — с меньшей вязкостью.

Для смазки коробок передач отечественных автомобилей, а также американских автомобилей, эксплуатируемых в СССР, применяются летом нигрол или авиамасло МК, а зимой — смесь, состоящая из 80—90 % нигрола и 20—10 % веретённого масла или дизельного топлива.

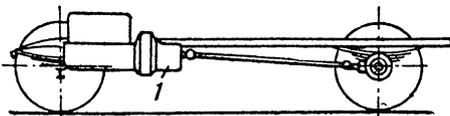
Смена смазки в коробке передач должна производиться после поездки, пока смазка находится в разогретом — разжиженном состоянии. Для спуска масла в нижней части картера коробки имеется спускное отверстие, закрываемое пробкой на резьбе. Заливка масла в коробку передач производится через наливное отверстие, обычно располагаемое сбоку картера и одновременно являющееся указателем нормального уровня масла. Во избежание вытекания масла из картера необходимо следить за тем, чтобы пробки спускного и наливного отверстий всегда были плотно завёрнуты. Весьма важно следить за поддержанием нормального уровня смазки, так как недостаток её неизбежно приводит к повышенному износу деталей коробки передач. С этой целью периодически, через сроки, устанавливаемые инструкцией по уходу за автомобилем, производится проверка уровня масла в картере и в случае необходимости масло доливается до уровня наливного отверстия.

## § 11. РАСПОЛОЖЕНИЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ НА АВТОМОБИЛЕ

Коробка передач в большинстве случаев располагается в одном блоке с двигателем (фиг. 474). При блочном расположении коробки передач последняя обычно крепится консольно к картеру двигателя или картеру сцепления. В некоторых автомобилях (главным образом легковых) ко-



Фиг. 474. Схема расположения коробки передач в одном блоке с двигателем.



Фиг. 475. Схема расположения коробки передач на раме автомобиля отдельно от двигателя.

робка передач служит задней точкой крепления двигателя к раме автомобиля. Блочное расположение коробки передач применяется на автомобилях отечественного производства.

В тяжёлых грузовиках коробку передач, ввиду её большого веса, иногда располагают на раме автомобиля отдельно от двигателя (фиг. 475). При таком расположении усилие от двигателя к коробке передач передаётся при помощи промежуточного вала, имеющего по своим концам карданные сочленения, устраняющие перегрузку подшипников от перекосов рамы при движении по неровной дороге и от неточности монтажа.

Иногда коробку передач располагают непосредственно у ведущего моста автомобиля. Достоинство такого расположения коробки передач состоит в том, что в этом случае независимо от того, какая бы передача ни была включена в коробке, карданная передача передаёт только крутящий момент двигателя, благодаря чему все детали карданной передачи могут быть выполнены меньшего размера. Вместе с тем расположение коробки передач около ведущего моста усложняет устройство механизма управления коробкой передач, а также увеличивает неподрессоренную массу автомобиля, что и является основной причиной того, что такое расположение коробки передач встречается весьма редко.

## Глава III

### ДЕМУЛЬТИПЛИКАТОР

#### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ ДЕМУЛЬТИПЛИКАТОРА

Если на автомобилях, предназначенных для тяжёлых условий работы, необходимо дополнительно увеличивать крутящий момент, подводимый к ведущим колёсам, то обычно устанавливается демультипликатор. Наличие демультипликатора позволяет увеличить общее передаточное число трансмиссии, не меняя остальных агрегатов (коробка передач, главная передача), что даёт возможность увеличивать передаточное число между двигателем и ведущими колёсами при движении автомобиля на всех передачах коробки.

Демультипликатор устанавливается за коробкой передач либо в одном блоке с ней, либо отдельно от неё на раме и в большинстве случаев конструктивно выполняется, как двухступенчатая коробка передач с прямой и понижающей передачами или с двумя понижающими передачами. Иногда в демультипликаторе осуществляется и ускоряющая передача.

Передаточное число понижающей передачи демультипликатора колеблется от 1,4 до 2,5, а ускоряющей передачи от 0,7—0,9. Понижающая передача используется только при преодолении автомобилем затяжных крутых подъёмов, при движении автомобиля по трудно проходимым дорогам (мягкий грунт, песок, грязь, ухабы и т. д.) и при использовании автомобиля в качестве тягача, для буксировки прицепов, орудий и т. п. Движение автомобиля по хорошим дорогам производится на прямой или — в тех случаях, когда она предусмотрена конструкцией, — ускоряющей передаче демультипликатора.

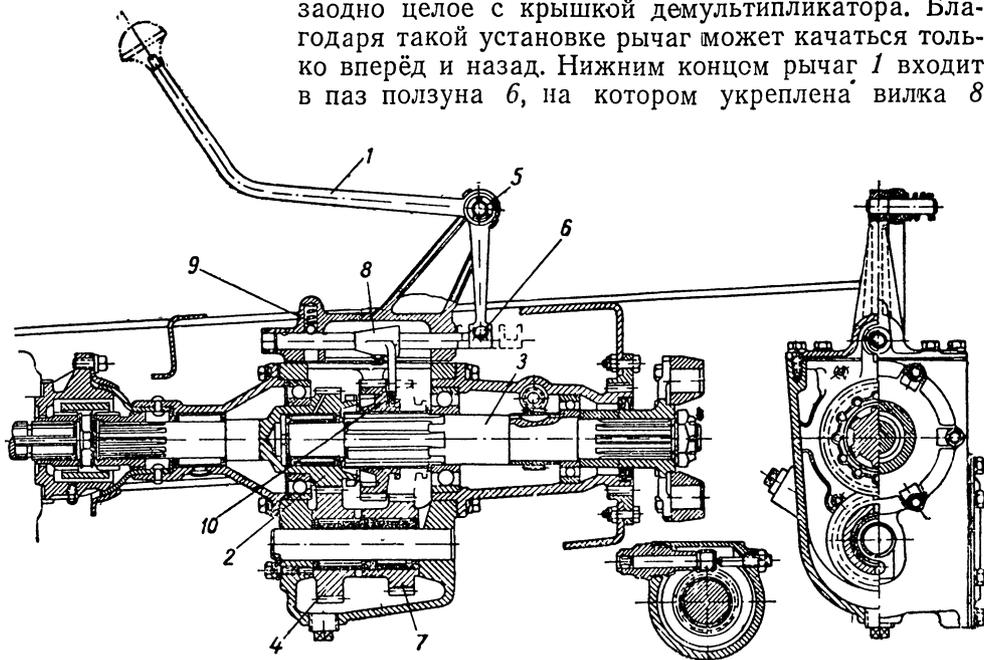
#### § 2. ДЕМУЛЬТИПЛИКАТОР С ПОНИЖАЮЩЕЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

На фиг. 476 в качестве примера показан демультипликатор трёхосного автомобиля ГАЗ-ААА, имеющий две передачи: прямую и понижающую (передаточное число 1,45).

По своей схеме демультипликатор устроен так же, как коробка передач, и состоит из первичного, вторичного и промежуточного валов с установленными на них шестернями и механизма переключения.

Передний конец первичного вала демультипликатора соединён зубчатой муфтой со вторичным валом коробки передач. По шлицам вторичного вала 3 может перемещаться каретка 10. При перемещении вперёд она своим внутренним зубчатым венцом войдёт в зацепление с зубчатым венцом шестерни 2, чем обеспечивается прямая передача. Для получения понижающей передачи каретку 10 нужно ввести в зацепление с шестернёй 7 промежуточного вала; при этом крутящий момент от первичного вала демультипликатора будет передаваться ко вторичному последовательно

через шестерни 2—4—7—10. Переключение передач производится фигурным рычагом 1, установленным на оси 5 в кронштейне, изготовленном заодно целое с крышкой демультипликатора. Благодаря такой установке рычаг может качаться только вперёд и назад. Нижним концом рычаг 1 входит в паз ползуна 6, на котором укреплена вилка 8



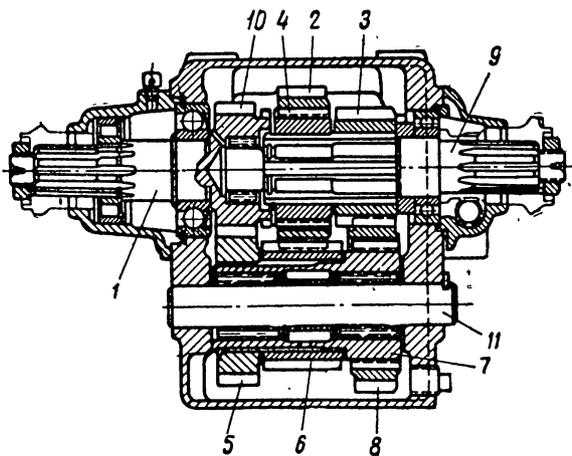
Фиг. 476. Демультипликатор автомобиля ГАЗ-ААА.

включения передач. В передней части крышки демультипликатора имеется прилив, в котором помещается фиксатор 9.

### § 3. ДЕМУЛЬТИПЛИКАТОР С ПОНИЖАЮЩЕЙ И УСКОРЯЮЩЕЙ ПЕРЕДАЧАМИ

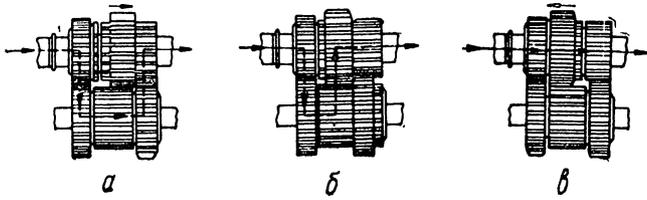
На фиг. 477 показан демультипликатор фирмы Браун—Лайп, в котором имеются три передачи: понижающая, прямая и ускоряющая.

На шлицы вторичного вала 9 насажена ступица 4, имеющая наружные зубья. На ступицу надета шестерня 2, имеющая возможность перемещаться влево и вправо по её наружным зубьям. Рядом со ступицей 4 на вторичном валу свободно установлена шестерня 3, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 8. Шестерня 8 надета на ступицу 7 и по наружным её зубьям может передвигаться влево и вправо. На шлицах хвостовика ступицы 7 установлена шестерня 5, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 10 первичного вала 1. Между шестерней 5 и ступицей 7, на



Фиг. 477. Демультипликатор Браун-Лайп.

хвостовике последней, свободно установлена шестерня 6, с которой в постоянном зацеплении находится шестерня 2.

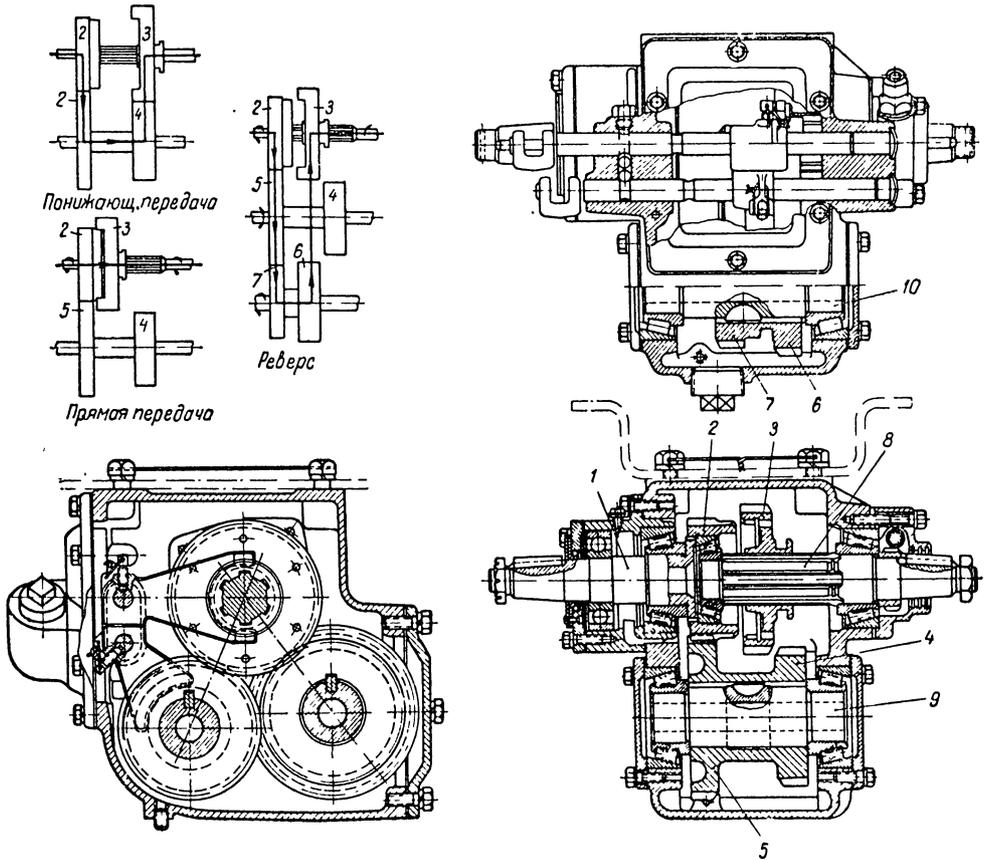


Фиг. 478. Схема включения передач демультипликатора Браун—Лайп.  
*а*—ускоряющая передача; *б*—понижающая передача; *в*—прямая передача.

Включение передач производится путём перемещения шестерён 2 и 8. Положение шестерён при включении различных передач показано на фиг. 478.

#### § 4. ДЕМУЛЬТИПЛИКАТОР С РЕВЕРСОМ

На фиг. 479 показан демультипликатор трёхосного автомобиля ЗИС-6, имеющий две передачи вперёд: прямую и понижающую с передаточным числом 1,51. Особенностью этого демультипликатора является



Фиг. 479. Демультипликатор автомобиля ЗИС-6 с реверсом:

1—первичный вал; 2—шестерня первичного вала; 3—каретка включения прямой и понижающей передач; 4—шестерня малая промежуточного вала; 5—шестерня большая промежуточного вала; 6 и 7—шестерни включения реверса; 8—вторичный вал; 9—промежуточный вал; 10—вал реверса.

то, что помимо прямой и понижающей передач он имеет реверс (задний ход) с передаточным числом 1,1<sup>1</sup>. Наличие реверса даёт возможность автомобилю двигаться задним ходом на всех передачах в коробке передач почти с той же скоростью, что и вперёд. Демультипликаторы с реверсом обеспечивают значительное улучшение маневренности машины. Включение прямой и понижающей передач осуществляется путём перемещения каретки 3 вдоль вторичного вала. Перемещение каретки вперёд даёт прямую передачу, а назад — понижающую передачу.

Для включения реверса необходимо подвижный блок шестерён 7 и 6 сдвинуть влево, при этом шестерня 7 войдёт в зацепление с шестернёй 5 промежуточного вала, а шестерня 6 с шестернёй 3 вторичного вала. В результате вторичный вал демультипликатора получает вращение в противоположную сторону относительно первичного вала, что и даёт задний ход.

Уход за демультипликатором сводится к наблюдению за креплением его на шасси автомобиля и поддержанию нормального уровня смазки в картере. Сроки доливки и смены смазки, а также сорта применяемых масел те же, что и для коробок передач.

## Г л а в а IV

### РАЗДАТОЧНАЯ КОРОБКА

#### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ

У двухосных автомобилей с обеими ведущими осями, а также трёхосных и многоосных автомобилей с независимым приводом на каждую ведущую ось в отдельности в системе трансмиссии за коробкой передач или за демультипликатором устанавливается раздаточная коробка. Назначение раздаточной коробки заключается в том, чтобы передать крутящий момент от вторичного вала коробки передач ко всем ведущим осям автомобиля.

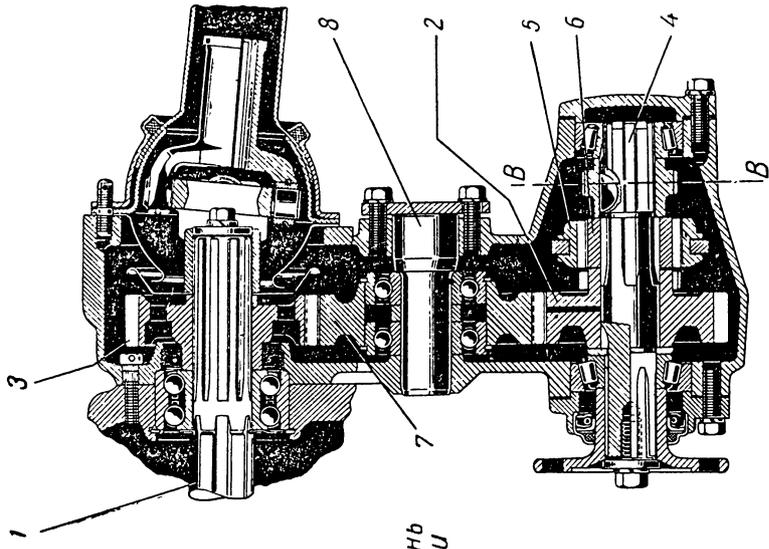
Все раздаточные коробки могут быть разбиты на две группы. К первой группе относятся раздаточные коробки, выполненные без демультипликатора. Ко второй группе относятся раздаточные коробки, объединённые в одном картере с демультипликатором. В этом случае, наряду с раздачей крутящего момента по ведущим осям, в раздаточной коробке осуществляется также и увеличение момента, подводимого к ведущим колёсам автомобиля.

#### § 2. РАЗДАТОЧНЫЕ КОРОБКИ БЕЗ ДЕМУЛЬТИПЛИКАТОРА

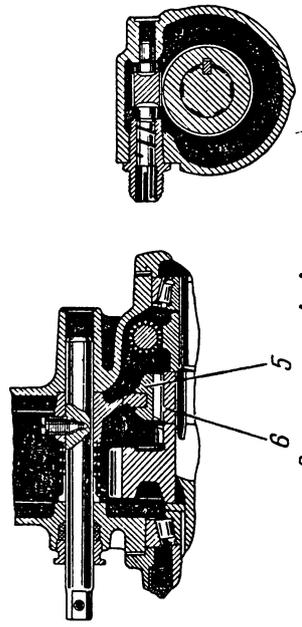
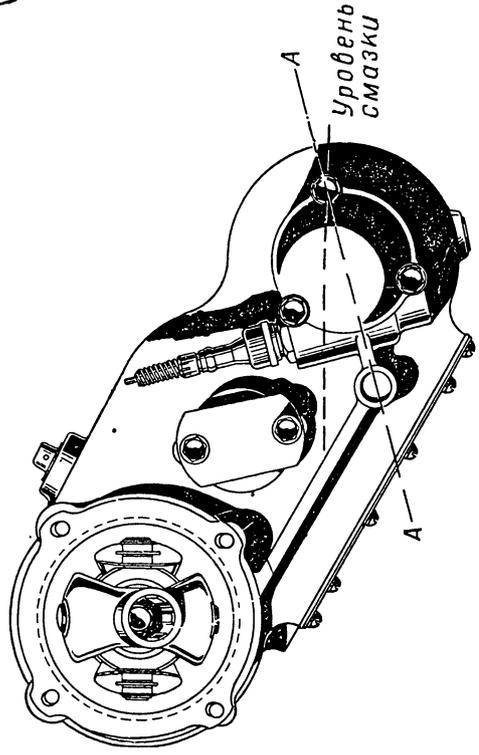
В качестве примера на фиг. 480 представлена раздаточная коробка легкового армейского автомобиля ГАЗ-64. Картер раздаточной коробки крепится к картеру основной коробки передач, вторичный вал 1 которой одновременно является ведущим валом раздаточной коробки. Передача крутящего момента к заднему мосту производится непосредственно от вторичного вала коробки передач, а для передачи крутящего момента к переднему мосту на шлицах вторичного вала установлена шестерня 3, которая через паразитную шестерню 7 связана с шестернёй 2, свободно установленной на валу 4.

На шлицевую часть вала 4 напрессована ступица 6, имеющая наружные зубья, соответствующие по своей конфигурации зубьям, выполнен-

<sup>1</sup> Реверс устанавливался только на некоторых типах специальных автомобилей. На стандартных автомобилях ЗИС-6 реверс не ставился.



Фиг. 480. Раздаточная коробка армейского легкового автомобиля ГАЗ-64.



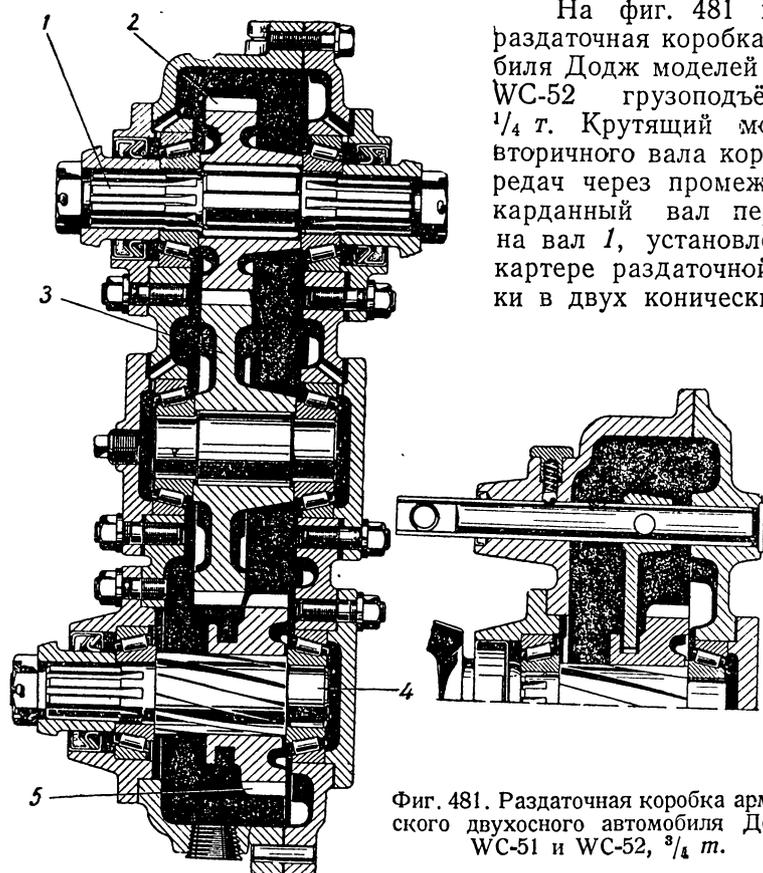
Разрез по В-В

Разрез по А-А

ным на ступице шестерни 2. На ступицу 6 надета подвижная муфта 5, служащая для включения и выключения переднего моста.

Для включения переднего моста необходимо муфту 5 надвинуть на зубчатый венец шестерни 2, которая при таком положении муфты будет передавать крутящий момент на вал 4 и далее через карданную передачу к переднему мосту автомобиля.

Вследствие того что вторичный вал коробки передач соединён непосредственно с валом, идущим к заднему мосту, а шестерни 3 и 2 имеют одинаковое число зубьев, крутящий момент в раздаточной коробке не изменяется.



На фиг. 481 показана раздаточная коробка автомобиля Додж моделей WC-51 и WC-52 грузоподъемностью  $\frac{1}{4}$  т. Крутящий момент от вторичного вала коробки передач через промежуточный карданный вал передаётся на вал 1, установленный в картере раздаточной коробки в двух конических роли-

Фиг. 481. Раздаточная коробка армейского двухосного автомобиля Додж WC-51 и WC-52,  $\frac{3}{4}$  т.

ковых подшипниках. На шлицах вала 1 сидит шестерня 2, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 3. От правого конца вала 1 крутящий момент передаётся на карданный вал, идущий к заднему мосту. Вал 4 связан с карданным валом, идущим к переднему мосту. Если шестерню 5 ввести в зацепление с шестерней 3, то крутящий момент от вала 1 через шестерни 2, 3 и 5 будет передаваться на вал 4, а следовательно, и далее на передний мост. Если же шестерня 5 сдвинута в положение, показанное на фиг. 481, то передний мост оказывается выключенным.

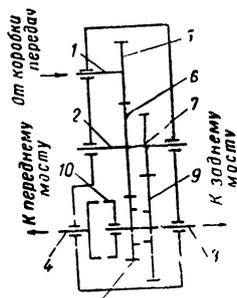
Все шестерни, в том числе и шестерня 5 включения переднего моста, косозубчатые, а шлицы вала 4 выполнены спиральными, что позволяет вводить и выводить шестерню 5 из зацепления так же, как обычную шестерню с прямым зубом.

### § 3. РАЗДАТОЧНЫЕ КОРОБКИ С ДЕМУЛЬТИПЛИКАТОРОМ

При движении автомобиля со всеми ведущими колёсами по труднопроходимым дорогам желательно не только распределить крутящий момент по большому числу колёс, что достигается при помощи раздаточной коробки, но также и увеличить его. Последнее достигается тем, что раздаточная коробка конструктивно объединяется с демультипликатором.

Раздаточные коробки, размещённые в одном общем картере с демультипликатором, в большинстве случаев выполняются двухступенчатыми. При этом одна из передач обычно является прямой, а другая — понижающей.

Широкое распространение получили также раздаточные коробки, в которых обе передачи понижающие. Такого типа раздаточные коробки наиболее часто применяются на грузовых автомобилях средней и высокой грузоподъёмности.



Фиг. 482. Схема раздаточной коробки с демультипликатором.

Схема раздаточной коробки, являющейся одновременно и демультипликатором, приведена на фиг. 482. На первичном валу 1 раздаточной коробки, являющемся продолжением вала коробки передач, укреплен шестерня 5, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 6, укрепленной на промежуточном валу 2. На валу 3 свободно посажена шестерня 8. Шестерни 5, 6 и 8 находятся в постоянном зацеплении. На шлицах вала 3 сидит шестерня 9, которую можно передвигать вдоль вала. Если эту шестерню передвинуть вперед, то она, выйдя из зацепления с шестерней 7, зубчатым венцом, расположенным сбоку шестерни, войдет в зацепление с

соответствующим венцом шестерни 8. При таком положении шестерни 9 крутящий момент с вала 1 будет передаваться на вал 3 и далее на карданный вал, идущий к заднему ведущему мосту, а если включен передний мост, то одновременно и на него. Шестерни 5 и 8 имеют одинаковое число зубьев, поэтому валы 1 и 3, а если включен передний мост, то и вал 4 будут вращаться с одинаковым числом оборотов и поэтому никакого увеличения крутящего момента в раздаточной коробке не получается. Таким образом по аналогии с обычной коробкой передач переднее положение шестерни 9 даёт в раздаточной коробке прямую передачу.

Если же шестерню 9 передвинуть назад, то она войдет в зацепление с шестерней 7, укрепленной на валу 2, и крутящий момент с вала 1 будет передаваться на вал 3 последовательно через шестерни 5, 6, 7 и 9, что даёт понижающую передачу. Шестерня 8 при этом будет вращаться вхолостую.

Включение и выключение переднего моста осуществляется посредством муфты 10, сидящей на шлицах вала 3. Если муфту передвинуть вперед, то она соединит между собой валы 3 и 4, и крутящий момент будет передаваться и на карданный вал, идущий к переднему мосту. Выключение переднего моста производится передвижением муфты 10 назад.

На фиг. 483 показана раздаточная коробка, устанавливаемая на автомобилях Бантам ВРС и Виллис МВ. Раздаточная коробка имеет две передачи: прямую и понижающую. На конце вторичного вала 1 коробки передач на шлицах установлена шестерня 2, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 3, изготовленной в одном блоке с шестерней 4. Шестерни 3 и 4 установлены на оси 13 на двух роликовых подшипниках.

Вал 5 привода на задний мост установлен в картере коробки в двух конических роликовых подшипниках. Опорами вала 6 привода на переднюю ось служат шариковый подшипник 8 и роликовый подшипник 7,

установленный внутри переднего конца вала 5. На валу 5 свободно установлена шестерня 9, имеющая сбоку зубчатый венец. На средней части вала на шлицах посажена шестерня 10, имеющая возможность перемещаться вдоль него. Шестерня 10 имеет внутренний зубчатый венец, которым она при передвижении вперёд входит в зацепление с наружным венцом шестерни 9. При передвижении шестерни 10 назад она входит в зацепление с шестернёй 4 блока шестерён.

Шестерни 2 и 9 имеют одинаковое число зубьев, поэтому при перемещении шестерни 10 вперёд валы 1 и 5 (а если включён передний мост, то и вал 6) будут вращаться с одинаковым числом оборотов, и крутящий момент, подводимый к валам 5 и 6, по величине будет такой же, как и на вторичном валу коробки передач. Если же шестерню 10 переместить назад, то она войдёт в зацепление с шестернёй 4, что даёт понижающую передачу.

Для включения переднего моста служит зубчатая муфта 11, сидящая на шлицах вала 5 привода на заднюю ось. Вал 6 привода на переднюю ось имеет зубчатый венец 12. При перемещении муфты 11 вперёд она войдёт в зацепление с венцом 12, и валы 5 и 6 окажутся соединёнными и будут вращаться как одно целое независимо от того, какая бы передача ни была включена в раздаточной коробке.

На фиг. 484 показана раздаточная коробка грузового автомобиля Додж (модель Т-203-В), имеющая две передачи: прямую и понижающую.

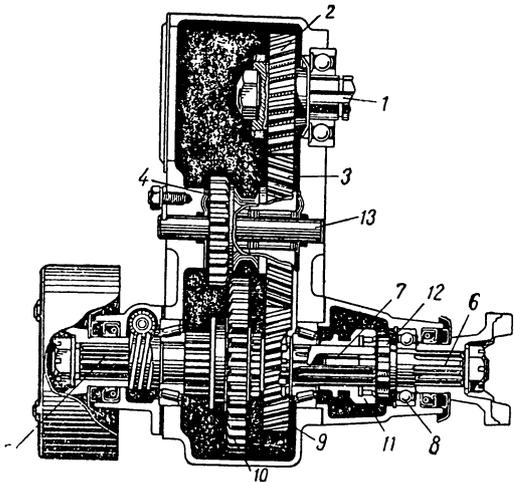
Первичный вал 1 получает вращение от коробки передач. Этот вал задним концом опирается на подшипник, установленный внутри шестерни 6, изготовленной заодно целое с валом тормоза 2 и находящейся в постоянном зацеплении с шестернёй 10 промежуточного вала 3. Шестерня 10 в свою очередь находится в постоянном зацеплении с шестернёй 8, установленной на валу. Шестерни 6, 8 и 10 — косозубчатые.

Вал 4 служит для передачи крутящего момента на заднюю ось, а вал 5 — на переднюю ось. Совпадение осей валов 4 и 5 достигается тем, что стакан 12, в котором установлены подшипники вала 5, центрируется в гнезде подшипника вала 4.

Включение передач в раздаточной коробке осуществляется путём перемещения шестерни 7 вдоль первичного вала 1. Зацепление шестерни 7 с зубчатым венцом шестерни 6 даёт прямую передачу, а зацепление с шестернёй 11 — понижающую передачу.

Для устранения возможности произвольного выключения шестерни 7 на ходу автомобиля, а также удержания её в нейтральном положении служит фиксатор 9.

Включение и выключение передней оси производится посредством зубчатой муфты 13, внутренние зубья которой входят в канавки шлицев валов 4 и 5. Если муфту сдвинуть назад, как это показано на фиг. 484, то она соединит между собой валы 4 и 5, и крутящий момент

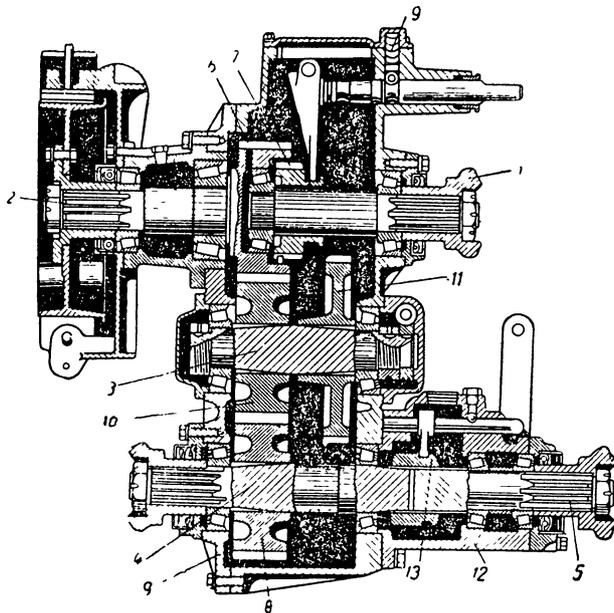


Фиг. 483. Раздаточная коробка армейских легковых автомобилей Бантам ВРС и Виллис МВ.

будет передаваться как на заднюю, так и на переднюю оси. Для выключения передней оси муфта 13 должна быть сдвинута вперёд в положение, при котором она будет сидеть только на валу 5. При этом валы 4 и 5 окажутся разъединёнными, и крутящий момент будет передаваться только на заднюю ось автомобиля.

Для регулировки осевого люфта валов, установленных на конических роликовых подшипниках, между крышками подшипников и картером коробки установлены регулировочные прокладки.

На фиг. 485 показана раздаточная коробка трёхосного автомобиля Студебеккер US6 со всеми ведущими осями.



Фиг. 484. Раздаточная коробка автомобиля Додж (мод. Т-203-В).

Все шестерни раздаточной коробки, за исключением шестерён 7 и 10, выполнены с косыми зубьями и находятся в постоянном зацеплении. Шестерня 6 на первичном валу 1 посажена свободно.

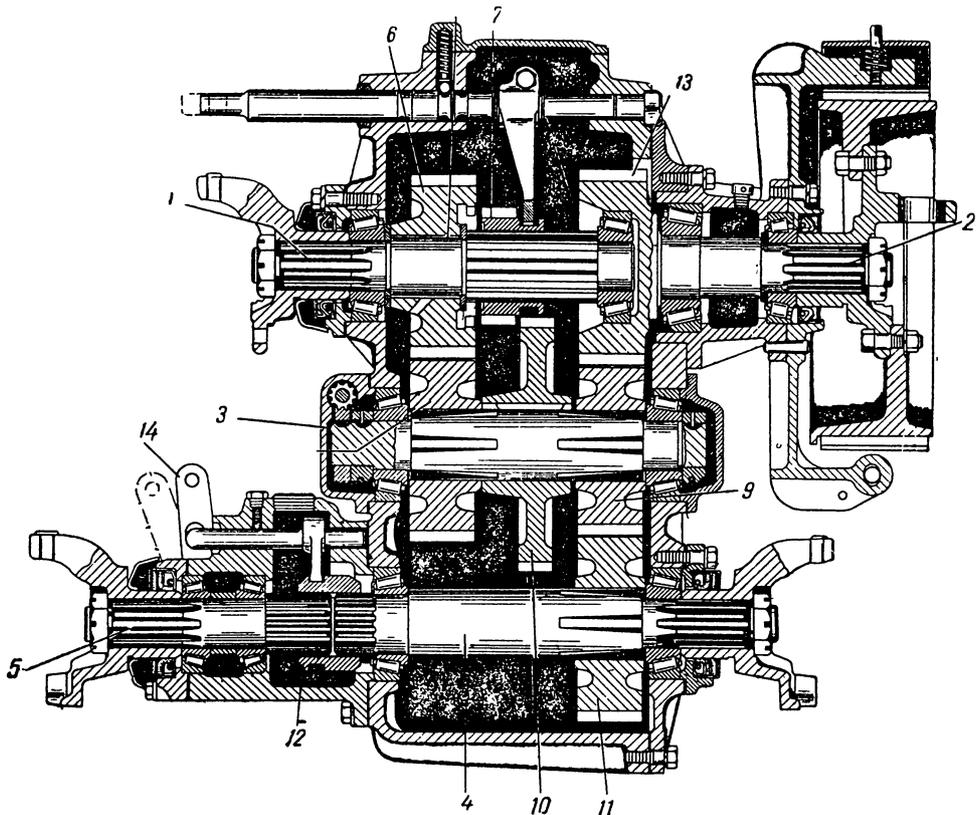
Включение передач производится передвижением шестерни 7, сидящей на шлицах первичного вала. Когда шестерня 7 не находится в зацеплении ни с шестернёй 6, ни с шестернёй 10, то усилие от первичного вала не передаётся ни на один из валов привода ведущих осей автомобиля.

Если шестерню 7 сдвинуть вперёд, то она войдёт в зацепление с внутренним зубчатым венцом шестерни 6, соединив последнюю с первичным валом. Такое положение шестерни 7 обеспечивает высшую передачу с передаточным числом 1,155. Перемещение шестерни 7 назад и введение её в зацепление с шестернёй 10 даёт низшую передачу с передаточным числом 2,602<sup>1</sup>.

Эта же раздаточная коробка с незначительными конструктивными изменениями устанавливается на трёхосном автомобиле Студебеккер US6 X 4, у которого ведущими являются только две оси — средняя и

<sup>1</sup> Раздаточная коробка с двумя понижающими передачами применяется также на трёхосном грузовом автомобиле «Интернационал» М-5-6.

задняя. Эти изменения сводятся к тому, что в коробке отсутствует вал привода на переднюю ось. Вал привода на среднюю ось сохраняется без изменений, а его передний подшипник закрывается специальной крышкой, крепящейся к картеру коробки. Кроме того, на первичном валу установлена распорная втулка, исключая возможность включения нижней передачи. Таким образом раздаточная коробка фактически имеет



Фиг. 485. Раздаточная коробка автомобиля Студебеккер US6:

1—первичный вал; 2—вал привода на заднюю ось; 3—промежуточный вал; 4—вал привода на среднюю ось; 5—вал привода на переднюю ось; 6—шестерня первичного вала; 7—шестерня включения передач; 8, 9—шестерни постоянного зацепления промежуточного вала; 10—шестерня нижней передачи; 11—шестерня вала привода на среднюю ось; 12—муфта включения переднего моста; 13—шестерня вала привода на заднюю ось; 14—плоский рычаг.

только одну постоянную высшую передачу. Последнее сделано с целью избежания перегрузки деталей силовой передачи, так как низшая передача в раздаточной коробке рассчитана из условия передачи крутящего момента одновременно на три ведущие оси.

На фиг. 486 показана раздаточная коробка, устанавливавшаяся на германском стандартном армейском трёхосном грузовом автомобиле лёгкого типа. В этой коробке наряду с демультипликатором в одном общем картере размещён также межосевой дифференциал с устройством для его блокировки<sup>1</sup>.

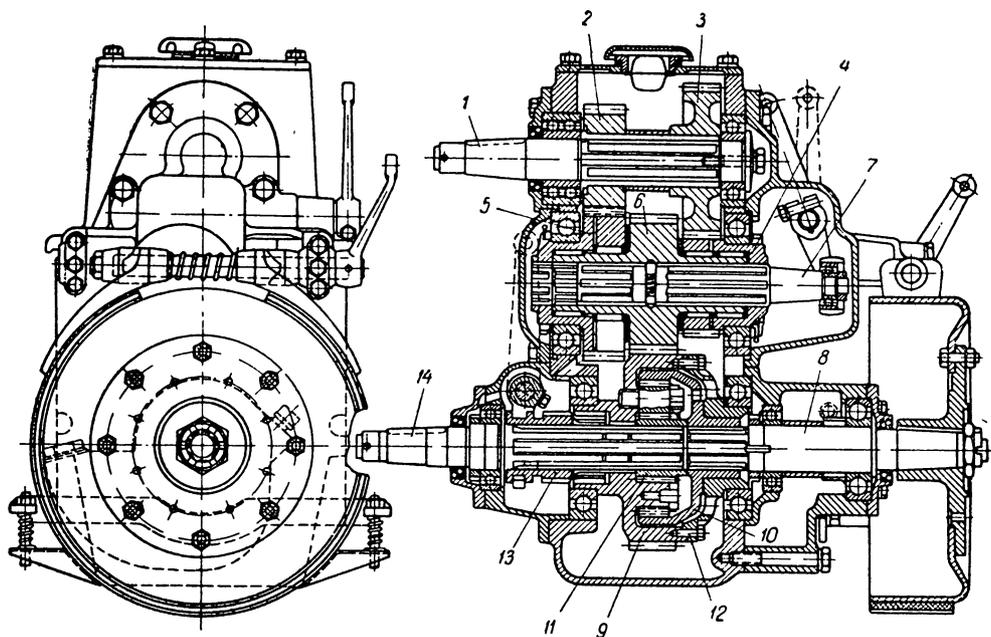
На шлицах первичного вала 1 установлены шестерни 2 и 3, находящиеся в постоянном зацеплении с шестернями 4 и 5 промежуточного

<sup>1</sup> Назначение, устройство и работа межосевого дифференциала описаны в гл. VII настоящего раздела.

вала. Шестерни 4 и 5 имеют развитые ступицы, которыми они опираются на шариковые подшипники, установленные в картере коробки. В шестернях 4 и 5 расточены гнёзда, в которых на роликовых подшипниках установлена промежуточная шестерня 6, находящаяся в постоянном зацеплении с шестернёй 9.

Тело шестерни 9 одновременно служит коробкой межосевого дифференциала, через который крутящий момент от раздаточной коробки передаётся к ведущим осям автомобиля.

Переключение передач в раздаточной коробке осуществляется при помощи шлицованного валика 7, причём шлицованная часть валика имеет такую длину, что если вал передвинуть назад, как показано на



Фиг. 486. Раздаточная коробка и межосевой дифференциал германского стандартного армейского трёхосного грузового автомобиля лёгкого типа.

фиг. 486, то шестерни 4 и 6 окажутся жёстко связанными между собой, а шестерня 5 будет вращаться вхолостую. При этом усилие от шестерни 6 будет передаваться на шестерню 9 и далее через межосевой дифференциал на валы 14 и 8, связанные с карданными валами, идущими к ведущим осям автомобиля. Такое включение шестерён даёт высшую передачу (1,03). Если же валик 7 передвинуть вперёд, то, наоборот, шестерня 4 будет вращаться вхолостую, а шестерни 5 и 6 будут соединены между собой. Благодаря такому включению шестерён получается низшая передача (2,175).

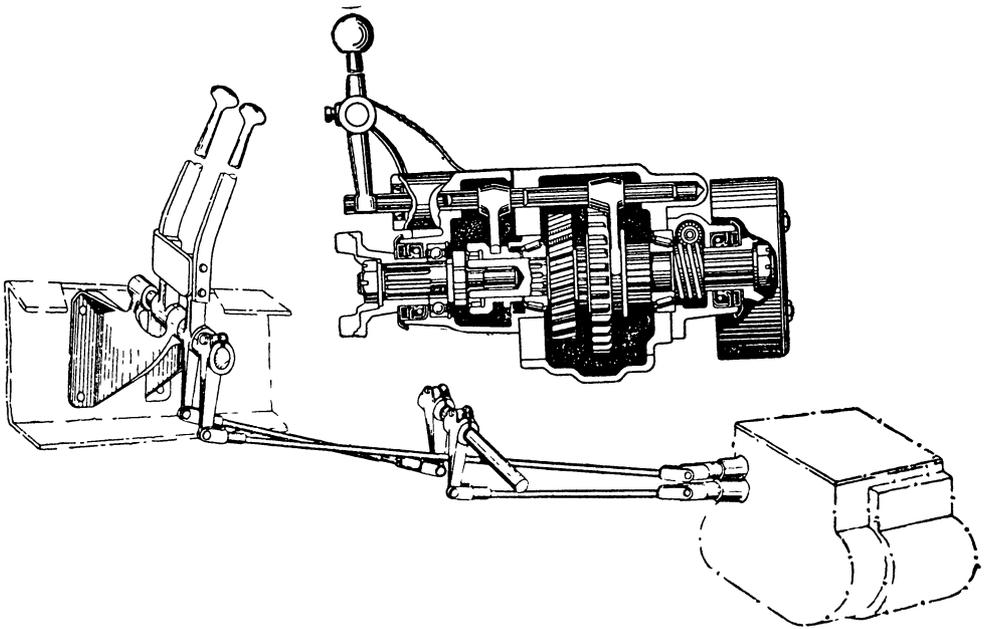
#### § 4. МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКОЙ

Управление раздаточной коробкой осуществляется с места водителя обычно при помощи двух рычагов. Один рычаг служит для переключения передач, а другой — для включения и выключения переднего моста. В некоторых коробках переключение передач и включение переднего моста производятся одним рычагом специальной конструкции. В зависимости от расположения раздаточной коробки на автомобиле

рычаги управления устанавливаются непосредственно на картере коробки или же отдельно от неё на раме автомобиля.

На фиг. 487 (верхний рисунок) показана раздаточная коробка, в которой передвижение ползунов производится отдельными рычагами, установленными рядом на кронштейне, отлитом заодно целое с картером, служащим для установки вала привода на передний мост. На одном ползуне укреплена вилка включения передач, а на другом — вилка включения переднего моста.

На фиг. 487 (нижний рисунок) показана схема управления раздаточной коробкой при установке рычагов на раме автомобиля. Такая система обычно применяется в тех случаях, когда раздаточная коробка устанавливается на раме отдельно от коробки передач.



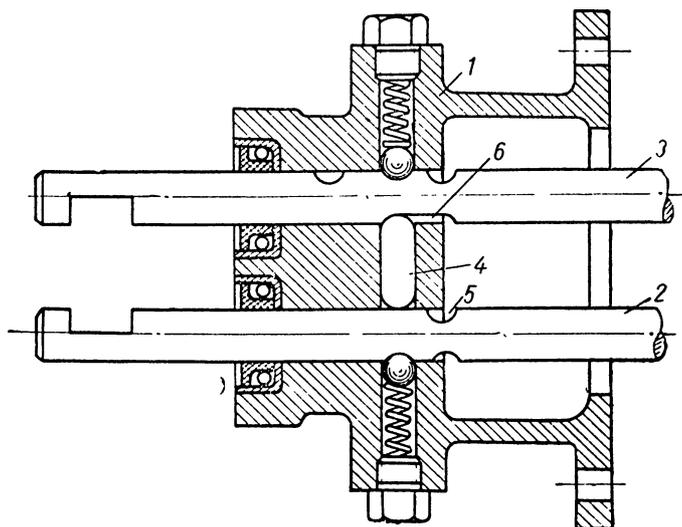
Фиг. 487. Механизм управления раздаточной коробкой автомобилем Бантам ВРС и Виллис МВ (вверху) и GMC модели ССКW-352 и 353 (внизу).

Для фиксации положения ползунов в раздаточных коробках применяются фиксаторы, имеющие такое же устройство, как и в коробках передач.

Езда на понижающей передаче при выключенном переднем мосте приводит к значительной перегрузке деталей карданной передачи и задних мостов, так как они обычно рассчитываются по нагрузке, обусловленной тем, что крутящий момент от раздаточной коробки при включении понижающей передачи распределяется одновременно на все ведущие мосты автомобиля. Поэтому механизмы управления раздаточной коробкой обычно снабжаются замком, устраняющим возможность включения понижающей передачи при выключенном переднем мосте. Устройство такого замка показано на фиг. 488. В теле стакана 1 между ползуном 2 включения переднего моста и ползуном 3 включения передач помещён сухарь 4. На ползуне 2 имеется углубление 5, а на ползуне 3 — продольная канавка 6.

Для того чтобы включить понижающую передачу, ползун 3 нужно передвинуть вправо. Однако это можно сделать лишь в том случае, если

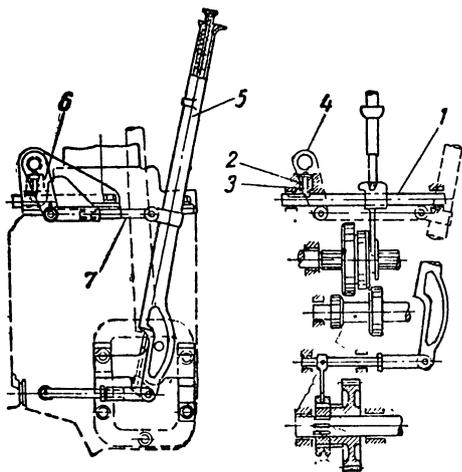
ползун 2 будет поставлен углублением 5 против сухаря 4, т. е. будет включён передний мост; при этом выключать передний мост будет нельзя до тех пор, пока не будет выключена понижающая передача. Наличие канавки 6 позволяет включать и выключать прямую передачу в раздаточной коробке независимо от того, включён или выключен передний мост автомобиля.



Фиг. 488. Устройства фиксаторов и замка раздаточной коробки автомобилей Бантам ВКС и Виллис МВ.

точной коробке независимо от того, включён или выключен передний мост автомобиля.

На фиг. 489 показана схема замкового устройства, применяемого на автомобиле ГАЗ-67. На указанном автомобиле устанавливается раздаточная коробка та же, что и на автомобиле ГАЗ-64 (см. фиг. 480), а коробка передач автомобиля ГАЗ-АА. Опыт эксплуатации автомобилей ГАЗ-64 показал, что езда на первой передаче и заднем ходу с выключенным передним мостом перегружает задний мост и часто приводит к его поломке. Этим и объясняется, что Горьковский автозавод в новой модели ГАЗ-67 установил замковое устройство, не позволяющее включать первую передачу и задний ход до тех пор, пока не будет включён передний мост. Выключение переднего моста также невозможно до тех пор, пока не будет выключена первая передача или задний ход в коробке передач.



Фиг. 489. Устройство замка первой передачи и заднего хода автомобиля ГАЗ-67, устраняющего их включения при выключенном переднем мосте.

Устройство замка первой передачи заключается в следующем: на ползуне 1 имеется углубление, в которое входит своим нижним концом штифт 2, размещённый в крышке коробки передач. Этот штифт своей верхней конической частью под дав-

лением пружины 3 прижимается к валику 4, имеющему соответствующее углубление.

На правом рисунке фиг. 489 видно, что каретка первой и второй передач находится в нейтральном положении и передний мост выключен. При выключенном переднем мосте штифт 2, упираясь в валик 4, препятствует передвижению ползуна 1 назад, исключая тем самым возможность включения первой передачи. Штифт 2 не препятствует передвижению ползуна вправо, так как углубление в ползуне выполнено определённой длины, обеспечивающей включение второй передачи независимо от того, включён или выключен передний мост.

Для того чтобы включить первую передачу, необходимо валик 4 повернуть и поставить его углублением над штифтом 2, тогда последний под действием пружины войдёт в углубление валика и выйдет из углубления ползуна 1. После этого ползун можно будет передвинуть назад и произвести включение первой передачи.

Поворот валика 4 относительно своей оси происходит автоматически при включении переднего моста. Для того чтобы включить передний мост, рычаг 5 следует повернуть против часовой стрелки. Последний, будучи связан с валиком 4 при помощи рычага 6 и тяги 7, повернёт валик 4 по часовой стрелке и поставит его углублением против штифта 2. После этого может быть произведено включение первой передачи.

При включённой первой передаче штифт 2 входит в углубление валика 4 и не даёт ему возможности поворачиваться относительно своей оси. Поэтому для выключения переднего моста необходимо сначала выключить первую передачу.

Устройство и действие замка заднего хода такое же, как и замка первой передачи.

На фиг. 490 показан механизм управления раздаточной коробкой автомобиля Студебеккер US6, показанной на фиг. 485.

Управление раздаточной коробкой осуществляется с места водителя при помощи двух рычагов 1 и 2, установленных на поперечном валике 3. Рычаг 1 служит для включения переднего моста, а рычаг 2 — для переключения передач.

Рычаг 1 установлен на валике 3 свободно. Его нижний конец при помощи тяги 6 связан с плоским рычагом 14 (фиг. 485) и через неё с ползуном включения переднего моста. Рычаг включения переднего моста может иметь два положения:

- 1) переднее крайнее положение — мост включён;
- 2) заднее крайнее положение — мост выключен.

Рычаг 2 (фиг. 490) жёстко связан с валиком 3, на левом конце которого укреплен рычаг 4, соединённый с тягой 5, перемещающей ползун переключения передач. Рычаг переключения передач может иметь три положения:

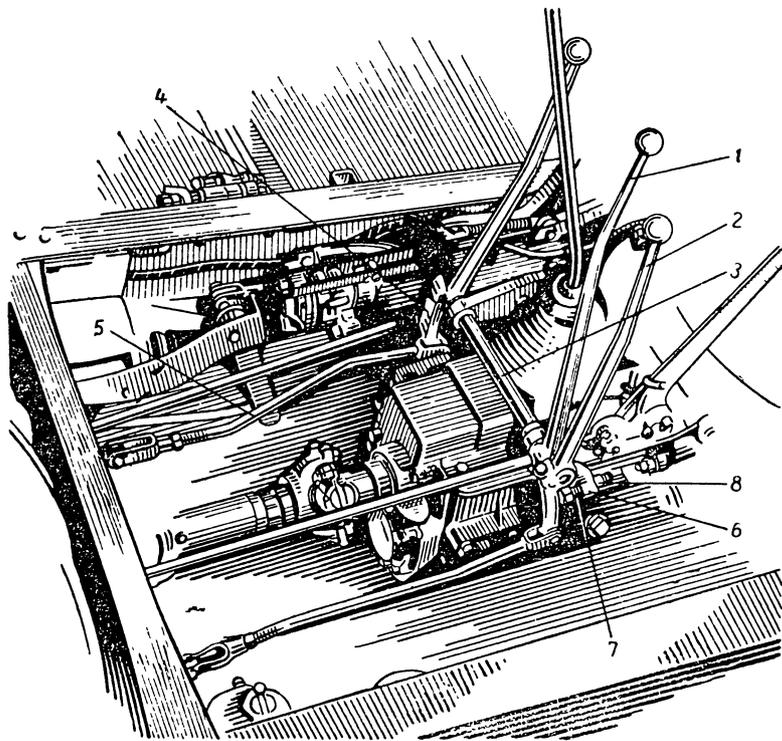
- 1) переднее крайнее положение — включена низшая передача;
- 2) заднее крайнее положение — включена высшая передача;
- 3) среднее положение — выключены обе передачи — нейтральное положение.

Механизм управления раздаточной коробкой снабжён устройством, исключающим возможность включения низшей передачи при выключенном переднем мосте, а также невозможность выключения переднего моста при включённой низшей передаче.

Указанное устройство заключается в следующем: рычаг переключения передач в нижней части имеет фигурный отросток 6, в который ввёрнут болт 7 и законтрен гайкой 8. Этот болт упирается в нижний, выгнутый вправо, конец рычага 1 включения переднего моста. Благодаря

этому при перемещении рычага 2 вперёд, т. е. в направлении, соответствующем включению низшей передачи, болт 7 заставляет в том же направлении перемещаться рычаг включения переднего моста, чем и достигается автоматическое включение переднего моста при включении низшей передачи. Это же устройство позволяет автоматически выключать низшую передачу при выключении переднего моста.

Включение переднего моста автомобилей со всеми ведущими производится при езде по пересечённой местности, без-



Фиг. 490. Привод раздаточной коробки автомобиля Студебеккер US6.

дорожью и в гололёдицу и обеспечивает не только улучшение проходимости автомобиля, но и значительное уменьшение опасности заноса автомобиля. При движении же по хорошей дороге с твёрдым покрытием передний ведущий мост в целях снижения механических потерь, а также уменьшения износа шин и деталей силовой передачи должен выключаться.

Включение и выключение переднего моста может производиться как на месте, так и при движении автомобиля без выключения сцепления. Возможность этого обуславливается тем, что при соединении вала, идущего к переднему мосту, с валом раздаточной коробки оба эти вала вращаются практически с одинаковой угловой скоростью.

Если передний мост включается при движении автомобиля по скользкой дороге, когда задние ведущие колёса автомобиля вращаются с некоторой пробуксовкой, то в этом случае в целях уменьшения ударной нагрузки на детали трансмиссии передний мост следует включать при выключенном сцеплении.

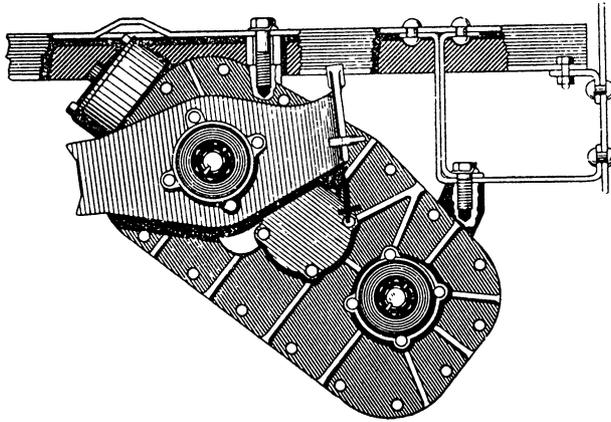
Переключение передач в раздаточной коробке может производиться как на месте, так и при движении автомобиля. При переключении передач следует пользоваться сцеплением так же, как и при переключении передач в основной коробке передач.

#### § 5. РАСПОЛОЖЕНИЕ РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ НА АВТОМОБИЛЕ

Механизм раздаточной коробки, как правило, монтируется в отдельном картере и устанавливается сзади основной коробки передач в одном блоке с ней или же отдельно на раме автомобиля. Блочное расположение раздаточной коробки выполнено в автомобилях ГАЗ-64, ГАЗ-67, Бантам ВРС, Виллис МВ и др.

Расположение раздаточной коробки на раме автомобиля отдельно от основной коробки передач применяется в грузовых автомобилях Студебеккер US6 и US6X4, Додж Т-203-В, «Интернационал» М-5-6, GMC модели ССКW-352 и 353 и др.

При этом независимо от расположения раздаточной коробки имеются затруднения в размещении карданного вала, идущего от раздаточной коробки к переднему мосту автомобиля. Если главную передачу пе-



Фиг. 491. Расположение раздаточной коробки автомобилей GMC моделей ССКW-352 и 353.

реднего моста расположить симметрично относительно продольной оси автомобиля, то передний карданный вал пришлось бы расположить непосредственно под нижней частью двигателя, что является нерациональным по двум причинам: во-первых, это вызвало бы уменьшение клиренса автомобиля и, во-вторых, привело бы к увеличению габаритных размеров раздаточной коробки, поскольку пришлось бы увеличивать размеры шестерен в целях получения необходимого расстояния между ведущим валом раздаточной коробки и валом привода на переднюю ось автомобиля. Поэтому передний карданный вал обычно располагается сбоку двигателя, с правой или левой его стороны. Вследствие этого раздаточная коробка весьма часто устанавливается в наклонном положении относительно рамы автомобиля (фиг. 480 и 491). В результате такого расположения раздаточной коробки главная передача переднего моста, а иногда и заднего моста располагается не симметрично относительно продольной оси автомобиля, а несколько смещена в сторону.

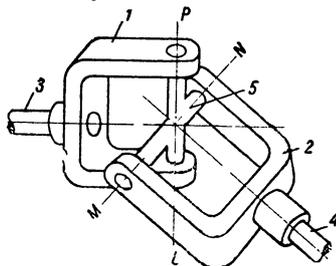
Уход за раздаточной коробкой такой же, как и за основной коробкой передач.

## Глава V КАРДАННАЯ ПЕРЕДАЧА

### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ

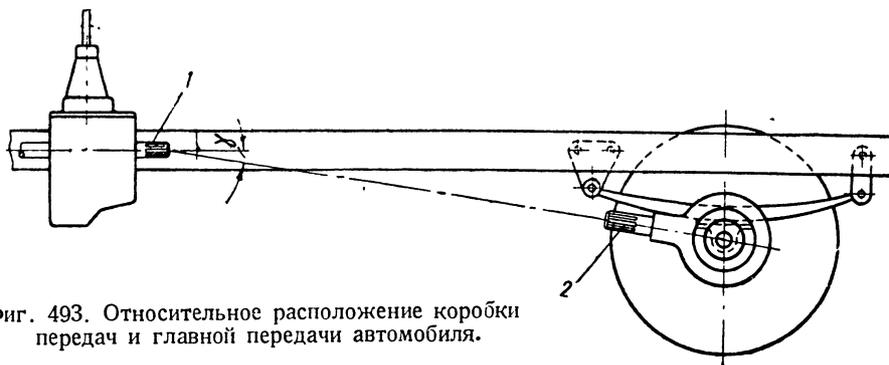
Для передачи вращения от одного вала к другому в том случае, если угол между их осями не является постоянным, применяется карданное сочленение<sup>1</sup> (кардан, шарнир Гука), образующее в сочетании с валом, на котором оно установлено (карданный вал), карданную передачу.

Карданное сочленение наиболее распространённого типа (фиг. 492) состоит из двух вилок 1 и 2, жёстко посаженных на валы 3 и 4, и крестовины 5, шипы которой входят в отверстия вилок и тем самым связывают между собой валы 3 и 4. Крестовина может вращаться относительно своих осей  $MN$  и  $PL$ , благодаря чему и обеспечивается возможность передачи вращения от одного вала к другому при меняющемся угле между осями последних.



Фиг. 492. Схема устройства карданного механизма.

В современных автомобилях карданная передача используется для соединения агрегатов трансмиссии и, в частности, в нормальном двухосном автомобиле с одной задней ведущей осью служит для передачи крутящего момента от коробки передач к главной передаче. Вследствие того что коробка передач укреплена на раме, а главная передача расположена на заднем мосту, подвешенном к раме на рессорах, ось вторичного вала коробки передачи 1 (фиг. 493) не совпадает с осью ведущего вала 2 главной передачи, причём угол  $\gamma$  между ними при движении автомобиля не остаётся постоянным.



Фиг. 493. Относительное расположение коробки передач и главной передачи автомобиля.

Карданный вал, соединяющий указанные механизмы, снабжается одним или двумя карданами.

В зависимости от общей конструкции автомобиля карданная передача применяется для передачи крутящего момента: 1) от сцепления к коробке передач, когда последняя устанавливается на раме автомобиля отдельно от двигателя; 2) от коробки передач к раздаточной коробке или демультипликатору при расположении их на раме автомобиля отдельно от коробки передач; 3) от раздаточной коробки к главной передаче веду-

<sup>1</sup> Карданное, точнее карданово, сочленение названо по имени математика и философа Джироламо Кардано (1501—1576), которому приписывается идея подвески корабельных ламп и компасов по схеме, применённой впоследствии английским физиком Робертом Гуком (1635—1722) для передачи вращения между пересекающимися валами.

щих мостов; 4) между главными передачами тележки ведущих мостов<sup>1</sup>; 5) от полуосей к ведущим управляемым колёсам (например передние ведущие колёса); 6) от главной передачи к ведущим колёсам в автомобилях с независимой подвеской ведущих колёс.

По конструктивным признакам карданы разделяются на две группы:

1) Жёсткие карданы, которые обеспечивают передачу вращения между валами с пересекающимися осями благодаря шарнирному соединению элементов кардана.

2) Мягкие карданы, которые выполняют ту же функцию за счёт упругости их элементов.

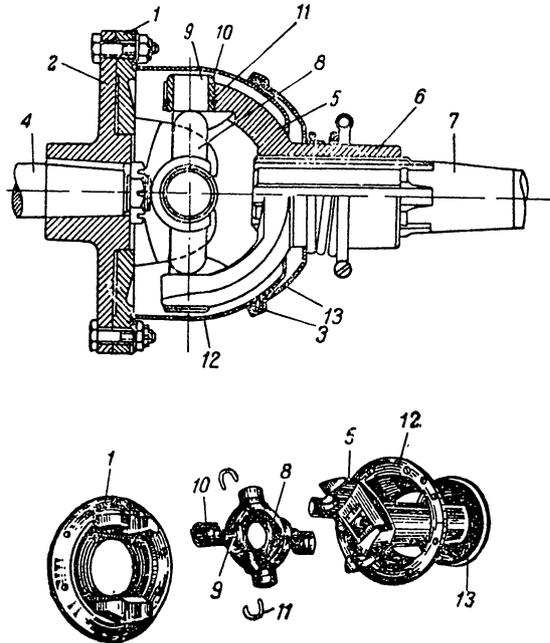
## § 2. ЖЁСТКИЙ КАРДАН

На фиг. 494 показан жёсткий кардан типа Спейсер (Spicer). Передняя вилка кардана откована заодно целое с фланцем 1 и привёрнута болтами к фланцу 2, ступица которого сидит на шпонке на заднем конце вторичного вала 4 коробки передач. Ступица 6 задней вилки 5 установлена на шлицах на переднем конце карданного вала 7, благодаря чему карданный вал может иметь необходимое долевое перемещение в ступице вилки при прогибе задних рессор. Вилки кардана соединяются между собой при помощи крестовины 8, имеющей четыре шипа 9, поворачивающихся в стальных втулках 10. Втулки, вставленные в переднюю вилку, удерживаются в ней только натягом, а втулки в задней вилке имеют фиксаторные кольца 11, входящие в соответствующие выточки втулок и вилки кардана.

Для защиты кардана от загрязнения служит стальной кожух 12, крепящийся к фланцу передней вилки кардана. К кожуху 12 при помощи пружины прижимается крышка 13, установленная на втулке задней вилки. Между кожухом 12 и крышкой 13 помещается уплотнительное пробковое кольцо 3, предохраняющее от утечки смазки из кардана. Смазка подаётся внутрь кожуха при помощи маслёнки, установленной на втулке задней вилки кардана. Для облегчения прохода смазки из маслёнки внутрь кардана одна из шлиц втулки уменьшена по высоте.

Кардан типа Спейсер получил весьма широкое распространение и применяется на отечественных автомобилях: ГАЗ-АА, ГАЗ М-1, ЗИС-5 и автомобилях Ярославского завода.

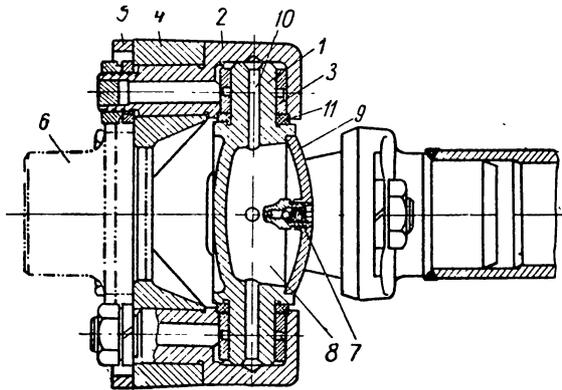
На фиг. 495 показан жёсткий кардан типа Кливлэнд (Cleveland). Крестовина 1 кардана имеет четыре шипа, на которые надеваются кол-



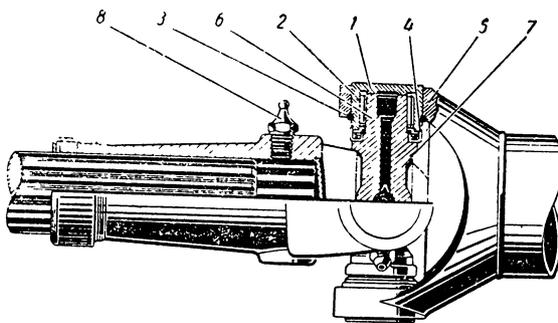
Фиг. 494. Кардан типа Спейсер.

<sup>1</sup> У многоосных автомобилей.

пачковые пальцы 2 с запрессованными в них втулками 3. Пальцы 2 парно крепятся к фланцу 4, привёрнутому к фланцу 5 втулки 6 и к вилке, сидящей на шлицах карданного вала. В крестовине имеется полость для масла 8, закрытая крышкой 9. Сюда смазка подаётся через маслёнку, установленную на крестовине. В шипах крестовины просверлены отверстия 10, через которые масло из полости крестовины поступает к трущимся поверхностям. Для устранения вытекания смазки и предохранения поверхностей от загрязнения между колпачковыми пальцами и телом крестовины установлены сальники 11. В крышке 9 полости для смазки установлен предохранительный клапан 7, исключающий возможность повышения давления смазки выше определённого предела. При нагревании кардана давление смазки повышается, и, если оно достигает величины большей, чем давление пружины клапана, масло из полости частично вытекает наружу, благодаря чему сальники предохраняются от разрушения. Для смазки шлиц на втулке вилки кардана установлена маслёнка.



Фиг. 495. Кардан типа Кливлэнд.



Фиг. 496. Кардан с игольчатыми подшипниками.

Основными достоинствами карданного сочленения типа Кливлэнд являются следующие:

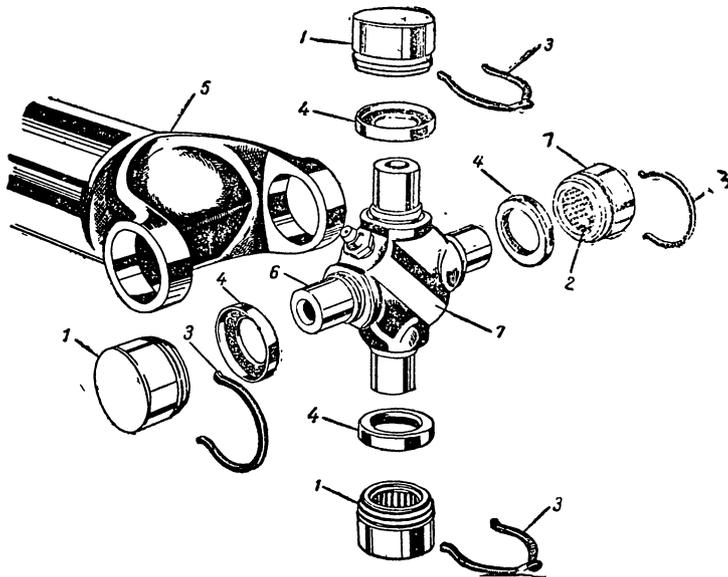
1. Обеспечивается постоянное поступление смазки к трущимся поверхностям, вследствие чего повышается надёжность и долговечность кардана.

2. Нет надобности закрывать карданы колпаками или чехлами.

3. Можно снимать карданный вал с автомобиля без разборки карданов.

На фиг. 496 показан общий вид кардана с игольчатыми подшипниками, а на фиг. 497 его детали. Основное отличие такого кардана от ранее описанного состоит в том, что здесь между вилками и шипами крестовины установлены не скользящие, а игольчатые подшипники. Игольчатый подшипник состоит из стаканчика 1, в котором установлены стальные ролики-иглы 2. Стаканчики надеваются на шипы 6 крестовины 7 и устанавливаются в отверстиях вилок 5 кардана. Для фиксации положения стаканчиков подшипников в вилках кардана и удерживания их от выскокивания под влиянием центробежных сил служат замковые кольца 3, установленные в канавках, проточенных в теле стаканчиков. Для предохранения игольчатых подшипников от загрязнения, а также удержания в них смазки установлены сальники 4. Смазка игольчатых подшипников осуществляется так же, как втулок карданов типа Кливлэнд. Смазка шлиц осуществляется через маслёнку 8, установленную на втулке вилки

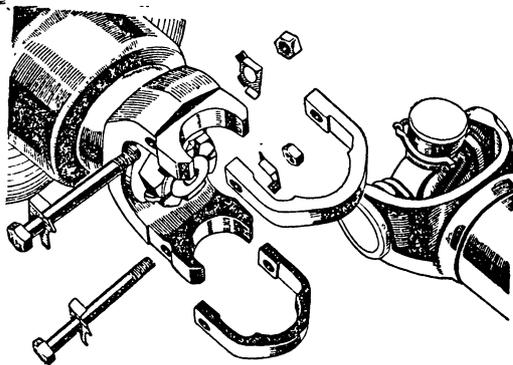
кардана. Иногда одна из вилок кардана выполняется разъемной. Детали такой вилки показаны на фиг. 498. Общий вид кардана, в котором обе вилки выполнены разъемными, показан на фиг. 499. Здесь



Фиг. 497. Детали кардана с игольчатыми подшипниками.

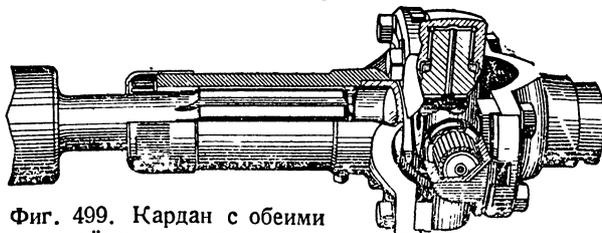
каждая вилка привертывается к специальным фланцам, изготовленным за одно целое со стаканчиками подшипников.

Карданы с разъемными вилками имеют то преимущество, что можно производить замену карданного вала без разборки карданов, а сборку и разборку карданов выполнять вне автомобиля, что упрощает выполнение указанных операций. С этой целью весьма часто одна из вилок кардана имеет фланец, при помощи которого она соединяется с другим фланцем, приваренным к карданному валу; такое устройство кардана показано на фиг. 500.



Фиг. 498. Детали разъемной вилки кардана.

На фиг. 501 показан игольчатый кардан с неразъемными вилками, который приходится предварительно разбирать перед тем, как снять кар-

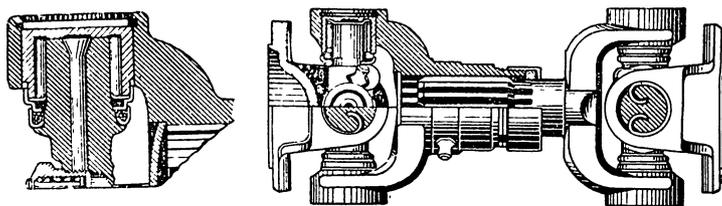


Фиг. 499. Кардан с обеими разъемными вилками.

данный вал с автомобиля. Сборка кардана также производится на самом автомобиле при установке вала на место. Положение стаканчиков иголь-

чатых подшипников фиксируется при помощи планок, привёртываемых болтами к вилкам карданов.

Карданы с игольчатыми подшипниками получили весьма широкое распространение и устанавливаются как на легковых, так и грузовых

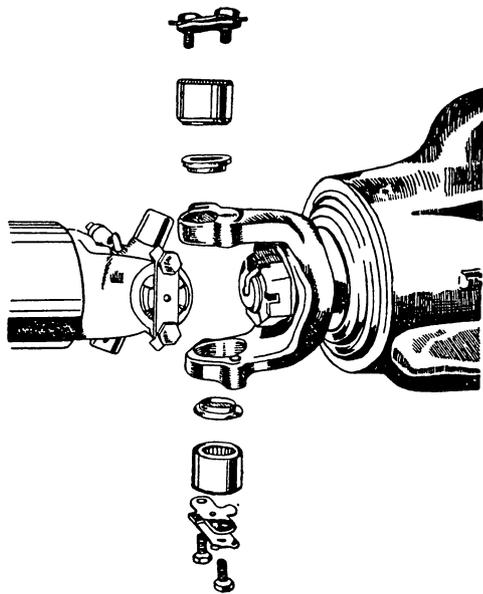


Фиг. 500. Кардан с вилкой, заканчивающейся фланцем.

автомобилях, в силу следующих основных их достоинств:

1) относительно высокий механический к. п. д. вследствие малых потерь на трение;

2) относительно малый нагрев кардана, при котором сохраняется необходимая консистенция смазки, вследствие чего снижается износ трущихся деталей.



Фиг. 501. Кардан с неразъёмными вилками.

### § 3. МЯГКИЙ КАРДАН

Мягкие карданы позволяют передавать вращение лишь под небольшим углом между валами (не превышающим 3—5°) и устанавливаются для компенсации неточности монтажа агрегатов и смещения их осей вследствие деформации рамы. Мягкие карданы могут применяться для соединения двигателя с коробкой передач при расположении её на раме автомобиля отдельно от двигателя, для соединения коробки передач с раздаточной коробкой при расположении её от-

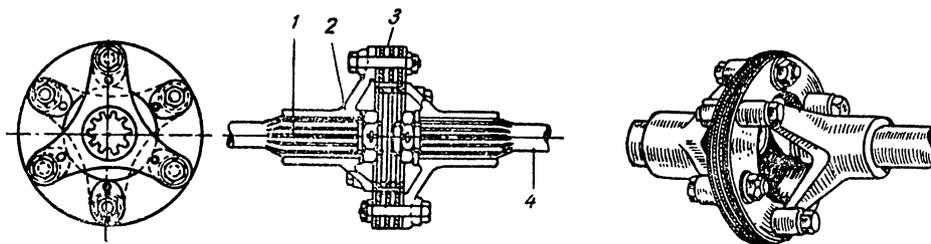
дельно от коробки передач, для соединения коробки передач с демультипликатором и т. п.<sup>1</sup>

На фиг. 502 показан один из типов мягкого кардана—кардан Харди. На валу 1 посажена вилка 2, имеющая три лапы, расположенные под углом 120°. Аналогичная вилка посажена на вал 4. Лапы обеих вилок смещены одна относительно другой на 60° и соединены одна с другой через упругий диск 3, составленный из нескольких слоёв специально обработанной ткани, усиленной при помощи металлических накладок. Упругость диска, связывающего валы 1 и 4, позволяет передавать крутящий момент от одного вала к другому при небольших углах между их осями.

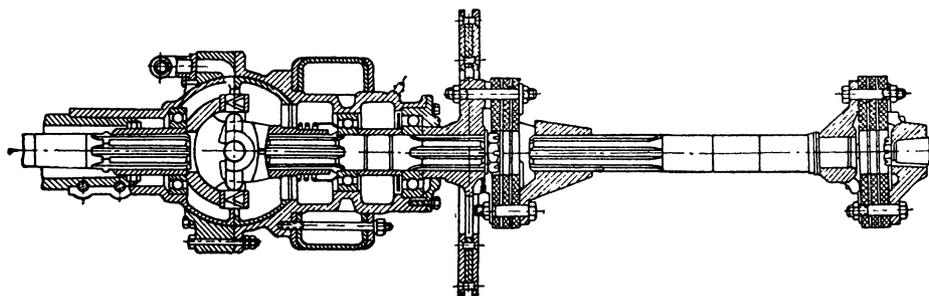
Мягкий кардан применялся для промежуточного вала автомобилей ЯГ-6 и ЯС-3 (фиг. 503).

<sup>1</sup> На некоторых автомобилях мягкие карданы устанавливаются и в соединениях главного карданного вала.

На фиг. 504 показан мягкий кардан типа Лайраб (Layrub). Между двумя стальными фасонными дисками 1 и 2, скреплёнными между собой болтами, установлены четыре сайлентблока. Каждый сайлентблок состоит из двух втулок 3 и 5, привулканизированных к резиновой втулке 4.

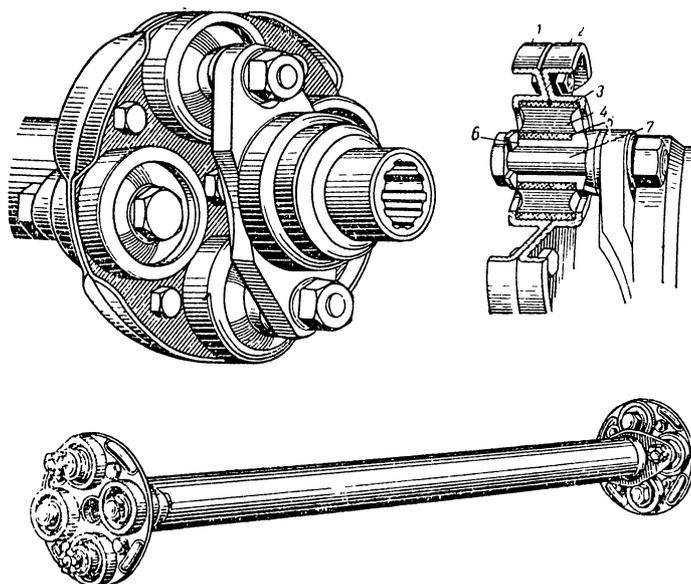


Фиг. 502. Мягкий кардан типа Харди.



Фиг. 503. Мягкие карданы промежуточного карданного вала автомобиля ЯГ-6 и ЯС-3.

Сайлентблски, предварительно закреплённые между дисками 1 и 2, надеваются на полые пальцы 6 вилок кардана и закрепляются на них при помощи стяжных болтов 7. Возможность передачи усилия от одного вала



Фиг. 504. Мягкий кардан с сайлентблоками Лайраб.

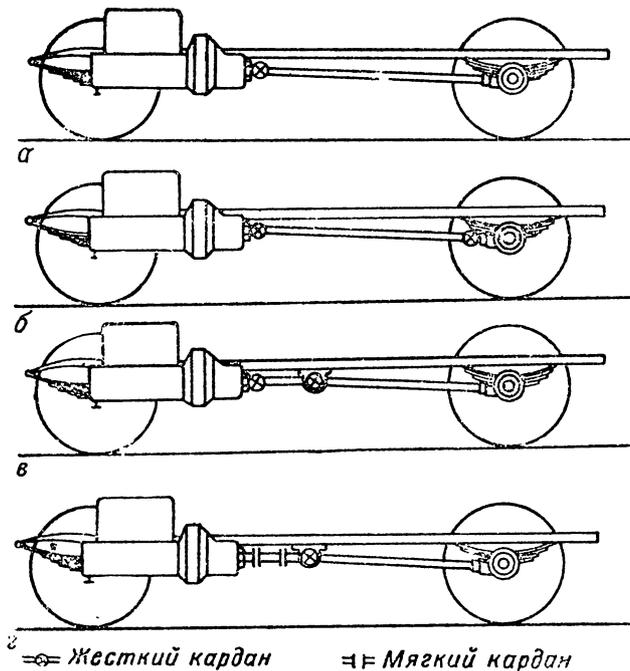
к другому под углом обеспечивается за счёт деформации сайлентблоков. Допускаемый угол наклона валов, соединённых при помощи мягкого кардана, тем меньше, чем больше число точек крепления упругих

элементов кардана к вилкам. Вилки кардана Лайраб выполняются с двумя, тремя, четырьмя и шестью пальцами.

Мягкие карданы по сравнению с жёсткими имеют следующие преимущества: 1) смягчают ударные нагрузки валов и 2) гасят крутильные колебания, возникающие в трансмиссии автомобиля. Недостатками мягких карданов являются: 1) невозможность передачи усилия при больших углах наклона валов вследствие возникновения больших напряжений в упругих элементах кардана и 2) отсутствие надёжной центровки соединяемых валов.

#### § 4. ОДИНАРНАЯ И ДВОЙНАЯ КАРДАННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Одинарная карданная передача (фиг. 505, а) состоит из карданного вала и одного карданного шарнира, установленного на его переднем конце. Другим концом карданный вал жёстко соединяется с валом ведущей шестерни главной передачи. Одинарная карданная передача применяется лишь в тех случаях, когда для передачи толкающего усилия и



Фиг. 505. Схемы расположения карданов на автомобиле.

вращающего реактивного момента от задней оси к раме автомобиля применяется специальная труба (не показана на схеме), называемая карданной трубой, внутри которой помещается карданный вал. В некоторых автомобилях (например легковые автомобили Шевроле, ГАЗ-М-1) карданная труба служит лишь для передачи реактивного момента<sup>1</sup>. Наличие карданной трубы не только усложняет конструкцию, но и увеличивает вес неподрессоренных частей автомобиля. Этим и объясняется то, что такой способ передачи усилий от задней оси к раме автомобиля встречается довольно редко, что в свою очередь обуславливает редкое применение одинарной карданной передачи.

Наибольшее применение получила двойная карданная передача (фиг. 505, б), состоящая из карданного вала и двух карданов, распо-

<sup>1</sup> О реактивном моменте см. гл. I, раздел VI.

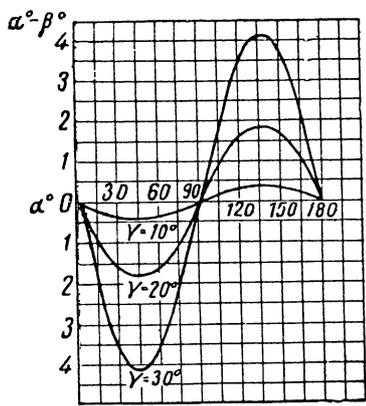
женных по его концам. Двойная карданная передача применяется тогда, когда в конструкции отсутствует карданная труба; эта передача в значительной степени устраняет существенный недостаток одинарной карданной передачи — неравномерность вращения карданного вала, обусловленную применением одного кардана.

В случае применения одного карданного сочленения при постоянной скорости вращения ведущего вала скорость вращения ведомого вала не остаётся постоянной, а периодически изменяется. Если ведущий вал за время  $t$  повернётся на некоторый угол  $\alpha$ , то ведомый вал за это же время повернётся на угол  $\beta$ , не равный углу  $\alpha$ . При этом соотношение между углами поворота валов определяется следующим уравнением:

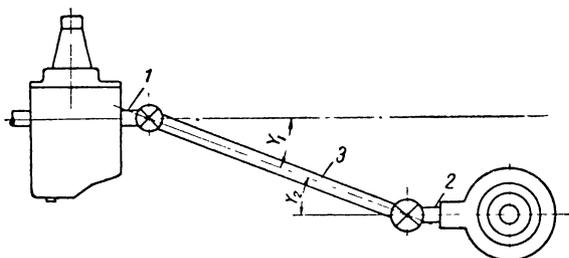
$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cos \gamma,$$

где  $\gamma$  — угол, под которым расположены оси валов, откуда видно, что неравномерность вращения валов тем больше, чем больше угол  $\gamma$ .

На фиг. 506 нанесены разности между углами поворота ведомого и ведущего валов в зависимости от угла поворота последнего при трёх значениях угла  $\gamma$ :  $10^\circ$ ,  $20^\circ$  и  $30^\circ$ . Из приведённого графика видно, что разность между углами  $\alpha$  и  $\beta$  за один оборот дважды достигает своего максимума и дважды минимума. Неравномерность вращения ведомого вала приводит к значительному повышению напряжений в деталях трансмиссии.



Фиг. 506. Угловое смещение ведомого вала по отношению к ведущему в зависимости от угла поворота ведущего вала



Фиг. 507. Схема двойной карданной передачи.

Равномерное вращение ведомого вала может быть достигнуто двумя способами:

- 1) применением двойной карданной передачи, представляющей собой комбинацию двух обыкновенных карданов с промежуточным валом, и
- 2) применением карданов постоянной угловой скорости.

На фиг. 507 приведена схема двойной карданной передачи. Вращение от вторичного вала 1 коробки передач к валу 2 ведущей шестерни главной передачи передаётся при помощи карданного вала 3, на концах которого расположены карданные сочленения. Для того чтобы вал ведущей шестерни главной передачи вращался равномерно, необходимо соблюдение двух условий: 1) равенство углов  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  и 2) вилки карданных сочленений, сидящие на карданном валу, должны лежать в одной плоскости.

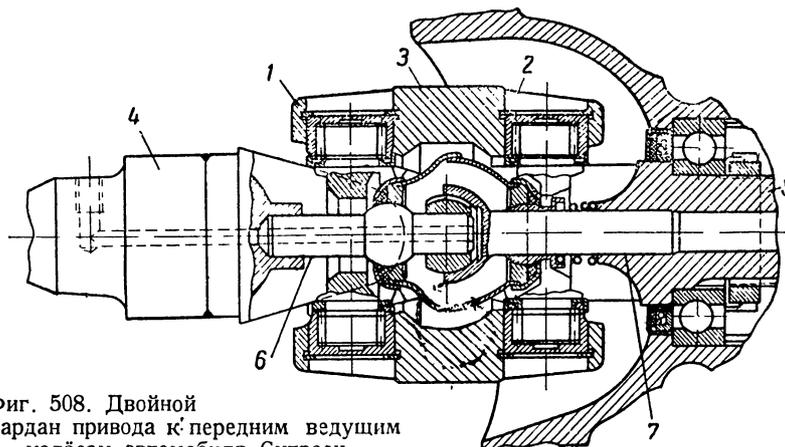
При передаче вращения от вторичного вала 1 коробки передач к валу 2 ведущей шестерни главной передачи при условии равенства углов  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  имеет место следующее: если, например, в данный момент карданный вал 3 отстаёт от вторичного вала 1 коробки передач, то при правильной относительной установке карданных сочленений вал 2 ведущей шестерни главной передачи, наоборот, обгоняет карданный вал 3.

В результате совместной работы обоих карданных сочленений при равномерном вращении вторичного вала коробки передач такое же вращение будет иметь и вал ведущей шестерни главной передачи.

По указанной выше схеме карданная передача выполняется в подавляющем большинстве современных автомобилей.

### § 5. ДВОЙНОЙ КАРДАН

Выше указывалось, что неравномерность вращения ведомого вала тем больше, чем больше угол между осями валов. Поэтому одинарный кардан для передачи крутящего момента при больших углах наклона валов, как, например, к передним управляемым колёсам, где угол наклона валов достигает  $40^\circ$ , совершенно неприменим. Для этой цели на некоторых автомобилях применяется передача с двумя карданами, которые в силу ограниченных габаритов расположены рядом один с другим на-



Фиг. 508. Двойной кардан привода к передним ведущим колёсам автомобиля Ситроен.

столько близко, что промежуточный вал между ними отсутствует. Такого типа сочленение получило название двойного кардана.

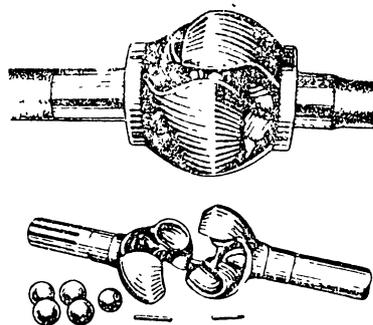
В качестве примера на фиг. 508 приведён двойной кардан переднего ведущего моста автомобиля Ситроен. Здесь внутренние вилки карданов 1 и 2 представляют собой одну деталь 3, выполняющую одновременно и роль промежуточного вала. В ведущий вал 4 и ведомый 5 запрессованы валики 6 и 7, при этом валик 7 заканчивается сферической чашкой, внутрь которой входит сфера, установленная на конце валика 6. Центр указанных сфер делит расстояние между карданами пополам. Поэтому при повороте управляемого колеса, когда ведомый вал 5, связанный со ступицей колеса, располагается под некоторым углом к ведущему валу 4, углы, образованные этими валами, с деталью 3 получаются равными, благодаря чему и достигается равномерная скорость вращения управляемых колёс при любом их положении.

### § 6. КАРДАНЫ ПОСТОЯННОЙ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ

Для привода к передним ведущим колёсам, являющимся одновременно управляемыми, широкое применение получили три типа карданов постоянной угловой скорости: Бендикс-Вейс (Bendix-Weiss), Рцеппа (Rzeppa) и Тракта (Tracta)<sup>1</sup>.

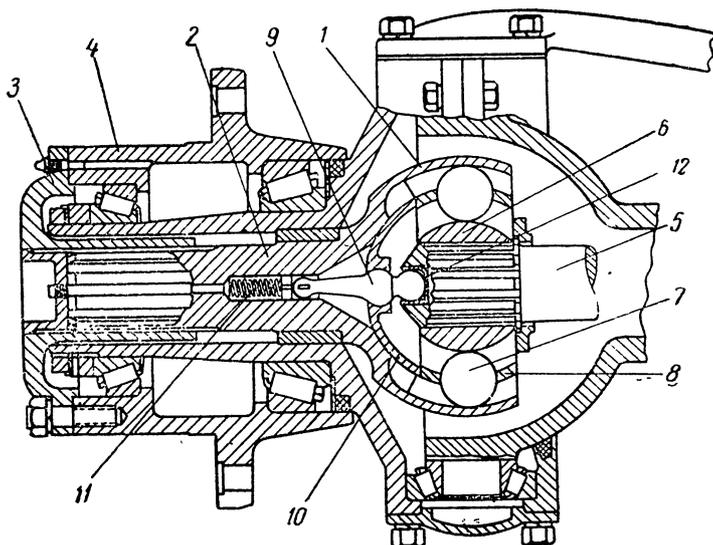
<sup>1</sup> Ввиду высокой стоимости и сложности изготовления в других узлах трансмиссии применяются редко.

На фиг. 509 показан кардан типа Бендикс-Вейс. Сверху дан общий вид кардана, а снизу его детали. Кардан состоит из двух вилок, четырёх ведущих шариков, одного центрального шарика и двух шпилек. Ведущая вилка кардана изготавливается либо заодно целое с полуосью, либо отдельно и соединяется с ней при помощи шлицевой втулки. Ведомая вилка всегда отковывается в виде одной детали с хвостиком, при помощи которого передаётся крутящий момент к ступице ведущего колеса. В вилках кардана имеются симметричные канавки, в которые заложены четыре шарика. Пятый, центральный, шарик служит для центровки вилок кардана и удерживается в определённом положении при помощи двух шпилек. Для установки ведущих шариков в канавки вилок центральный шарик имеет специальную лунку, которой он при сборке кардана ставится против вставляемого шарика.



Фиг. 509. Кардан типа Бендикс-Вейс.

Очертания канавок в вилках кардана выполнены так, что при относительном перемещении обеих вилок шарики располагаются в плоскости, делящей пополам угол между ведущим и ведомым валами, благодаря

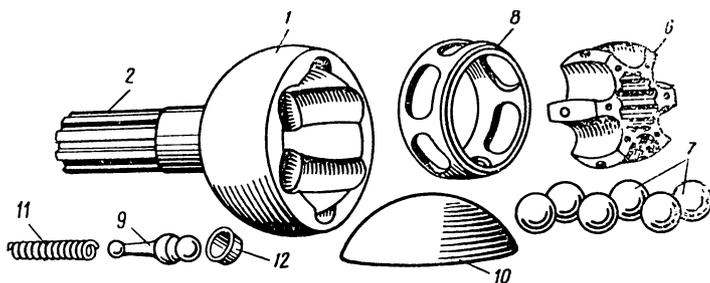


Фиг. 510. Общий вид кардана типа Рцеппа.

чему получается одинаковая скорость вращения обоих валов. Максимальный угол между валами составляет  $32-33^\circ$ .

На фиг. 510 представлен общий вид кардана типа Рцеппа, а на фиг. 511—его детали. Сферический корпус 1 изготовлен за одно целое с валом 2, которым он через фланец 3 соединяется со ступицей колеса 4. Шлицах полуоси 5 сидит ведущая звёздочка 6, имеющая шесть канавок. Соответствующие канавки имеются также на внутренней поверхности сферического корпуса. В канавки звёздочки и сферического корпуса заложены шарики 7, удерживаемые в определённом положении при помощи сферической обоймы 8. Указанные шарики передают крутящий момент от полуоси к валу 2 и одновременно позволяют валу 2 иметь наклон относительно полуоси. При наклоне валов рычажок 9 перемещает

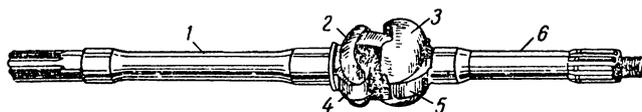
направляющую чашку 10 и через неё сферическую обойму с шариками в такое положение, при котором плоскость, проведённая через центры шариков, делит указанный угол пополам, благодаря чему и достигается равномерная скорость вращения валов. Рычажок 9 пружиной 11 по-



Фиг. 511. Детали кардана типа Рцеппа (нумерация деталей та же, что на фиг. 510).

стоянно прижимается к седлу 12, помещённому в торце полуоси. Максимальный угол между валами составляет 35—37°.

На фиг. 512 показан кардан Тракта, состоящий всего лишь из четырёх деталей: двух вилок 4 и 5 и двух фасонных кулаков 2 и 3. Вилка 4 изготовлена за одно целое с полуосью 1, а вилка 5 — с валом 6 привода



Фиг. 512. Кардан Тракта в сборе.

к ведущему колесу. Обе вилки лежат в одной плоскости и входят в пазы кулаков, охватывая их шейки. Для возможности соединения вилок с шейками кулаков последние имеют специальные лыски. Кулак 2 с внутренней стороны имеет плоский выступ с цилиндрической поверхностью, которым он входит в соответствующий паз в кулаке 3.

При наклоне вала 6 его вилка поворачивается относительно шейки кулака 3; одновременно с этим кулак 3 вместе с кулаком 2 поворачиваются в вилке 4. Вал 6 вместе с кулаком 3 может также поворачиваться относительно оси цилиндрической поверхности выступа кулака 2.

## § 7. КАРДАНЫЕ ВАЛЫ

Карданные валы бывают цельные и трубчатые. Трубчатые валы получили наибольшее распространение и применяются как в легковых, так и грузовых автомобилях. Применение трубчатого вала вместо цельного при одинаковом их весе и прочности позволяет увеличить жёсткость и повысить критическое число оборотов карданного вала<sup>1</sup>.

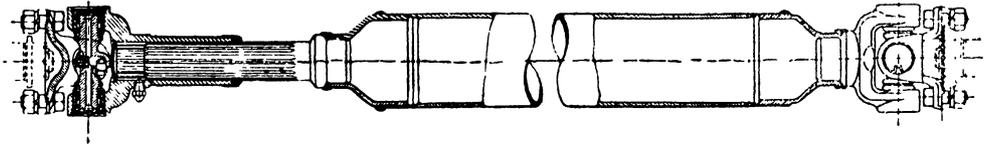
Для изготовления трубчатых валов применяются специальные стальные цельнотянутые или сварные трубы.

В легковых автомобилях передача крутящего момента от коробки передач к главной передаче в большинстве случаев осуществляется при

<sup>1</sup> Критическим числом оборотов называется такое, при котором период собственных колебаний вала совпадает с периодом действия внешней силы (или кратен ему), вследствие чего возникает явление резонанса, могущее привести к поломке вала.

помощи одного трубчатого карданного вала с двумя карданами. Устройство карданного вала такого типа показано на фиг. 513.

В грузовых автомобилях и автобусах, имеющих длинную базу, весьма часто вводится промежуточный карданный вал, имеющий дополнительную опору на поперечине рамы. Введение промежуточного



Фиг. 513. Карданный вал автомобиля ЗИС-101.

вала преследует цель сократить длину главного карданного вала и тем самым упростить его изготовление и уменьшить склонность к вибрациям.

Промежуточный вал применяется в автомобилях Форд 2G8T, G8T, ГАЗ-АА, ЗИС-8, ЯГ-6, ЯС-3 и многих других. Соединение промежуточного вала со вторичным валом коробки передач и главным карданным валом осуществляется при помощи мягкого или жёсткого карданов.

## Глава VI

### ГЛАВНАЯ ПЕРЕДАЧА

#### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТИПЫ ГЛАВНЫХ ПЕРЕДАЧ

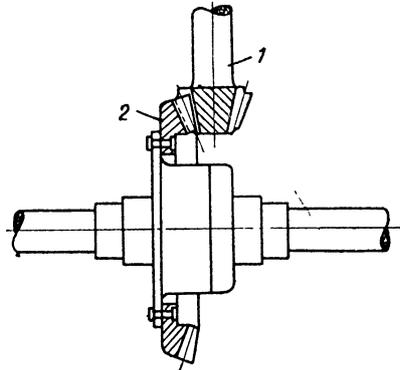
Главная передача автомобиля в ее простейшем выполнении (фиг. 514) состоит из двух конических шестерён 1 и 2, находящихся в постоянном зацеплении. Ведущая шестерня 1 связана с карданным валом, а ведомая шестерня 2 (коронная шестерня) укреплена на дифференциальной коробке, внутри которой смонтирован дифференциал, передающий вращение к полуосям автомобиля.

Ведущая шестерня имеет меньшее число зубьев, чем ведомая<sup>1</sup>.

Главная передача служит для увеличения крутящего момента, подводимого от карданного вала, и для передачи его на полуоси, расположенные под углом 90° к продольной оси автомобиля.

Главные передачи автомобилей в зависимости от их устройства могут быть разделены на следующие основные типы:

- 1) одинарная передача;
- 2) двойная передача.



Фиг. 514. Схема главной передачи автомобиля.

<sup>1</sup> Передаточное число конической пары шестерён, так же как и цилиндрической, определяется отношением числа зубьев ведомой и ведущей шестерён.

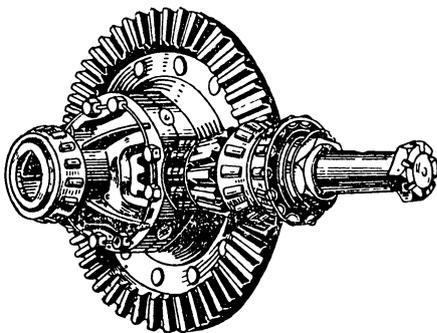
Основными требованиями, которым должна удовлетворять конструкция главной передачи, являются:

- 1) возможность осуществления необходимого передаточного числа при возможно малых габаритах;
- 2) высокая жёсткость конструкции, исключающая возможность смещения и деформации шестерён при передаче через них больших усилий;
- 3) бесшумность в работе.

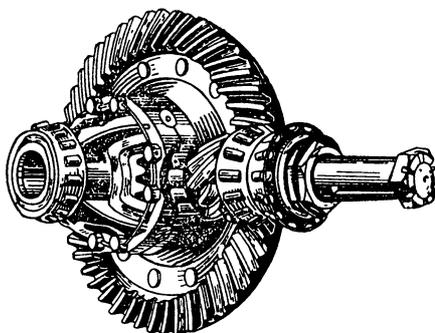
## § 2. ОДИНАРНАЯ ПЕРЕДАЧА

В зависимости от конструктивного выполнения элементов передачи одинарная передача имеет следующие разновидности:

Коническая передача с прямым зубом (фиг. 515) в прошлом имела весьма широкое распространение. После введения в практику автострессения конической передачи со спиральными зубьями



Фиг. 515. Коническая главная передача с прямым зубом.



Фиг. 516. Коническая главная передача со спиральным зубом.

благодаря ряду преимуществ она быстро вытеснила прямозубчатую передачу, в результате чего последняя в настоящее время применяется весьма редко.

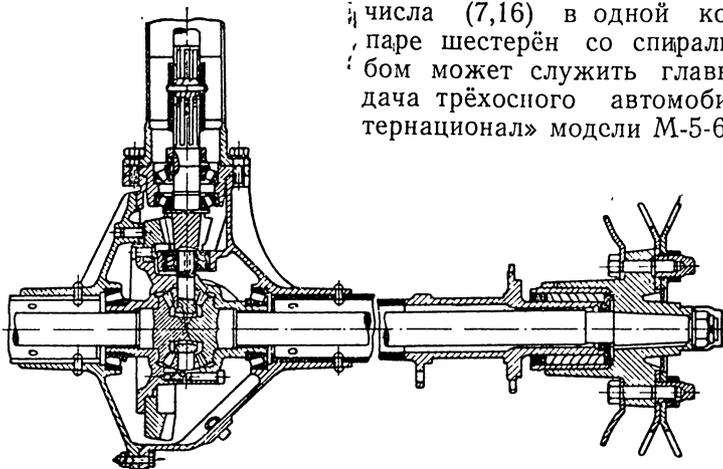
Коническая передача со спиральным зубом (фиг. 516) получила широкое применение в легковых автомобилях и в грузовых малой и средней грузоподъёмности ввиду бесшумности в работе, а также возможности осуществить большее передаточное число при тех же габаритных размерах. Последнее имеет особенно важное значение в связи с тем, что в настоящее время на автомобилях устанавливаются высокооборотные двигатели, вследствие чего возникает необходимость иметь довольно высокое передаточное число между карданным валом и ведущими колёсами.

Минимальное число зубьев ведущей шестерни с прямым зубом, исходя из возможности изготовления, не может быть взято меньше 8—9, поэтому для получения необходимого передаточного числа приходится выполнять ведомую шестерню довольно больших размеров, что приводит к уменьшению клиренса (расстояние между ведущим мостом автомобиля и дорогой).

При конической передаче со спиральным зубом ведущая шестерня может быть изготовлена с меньшим числом зубьев. Так, на автомобиле ГАЗ-АА (фиг. 517) ведущая шестерня главной передачи имеет пять зубьев, что даёт возможность, при относительно небольших размерах ве-

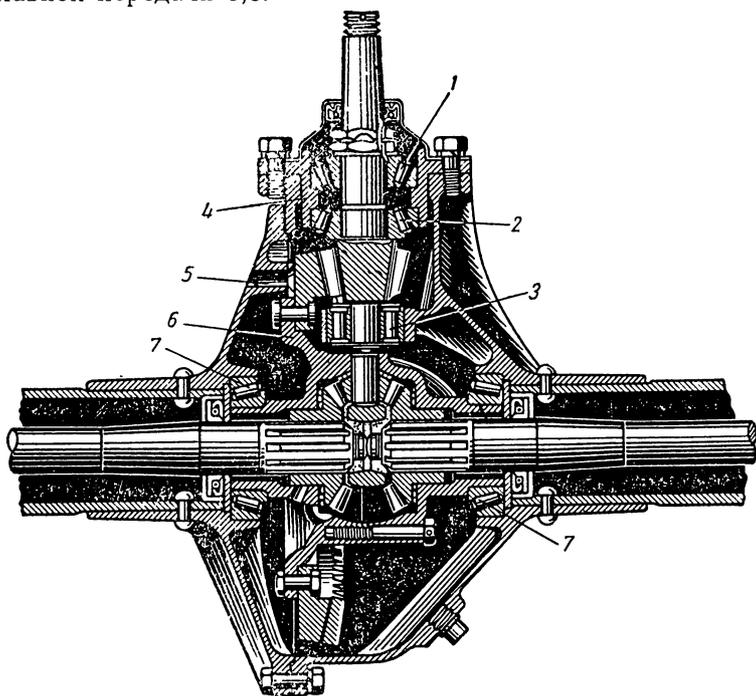
домой шестерни, имеющей 33 зуба, осуществить достаточно высокое передаточное число главной передачи (6,6)<sup>1</sup>.

Примером осуществления относительно высокого передаточного числа (7,16) в одной конической паре шестерён со спиральным зубом может служить главная передача трёхосного автомобиля «Интернационал» модели М-5-6.



Фиг. 517. Главная передача и дифференциал автомобиля ГАЗ-АА.

На фиг. 518 показана главная передача со спиральным зубом переднего ведущего моста автомобиля Студебеккер US6. Передаточное число главной передачи 6,6.



Фиг. 518. Главная передача и дифференциал автомобиля Студебеккер US6.

Вал ведущей шестерни установлен на трёх подшипниках: передний конец на двух конических роликовых 1 и 2, а задний — на роликовом

<sup>1</sup> Автозавод им. Молотова, не изменяя в целом конструкцию главной передачи, а изменив только число зубьев шестерён, в тех же габаритах заднего моста ставит главную передачу с передаточным числом 7,5 (автомобиль ГАЗ-42).

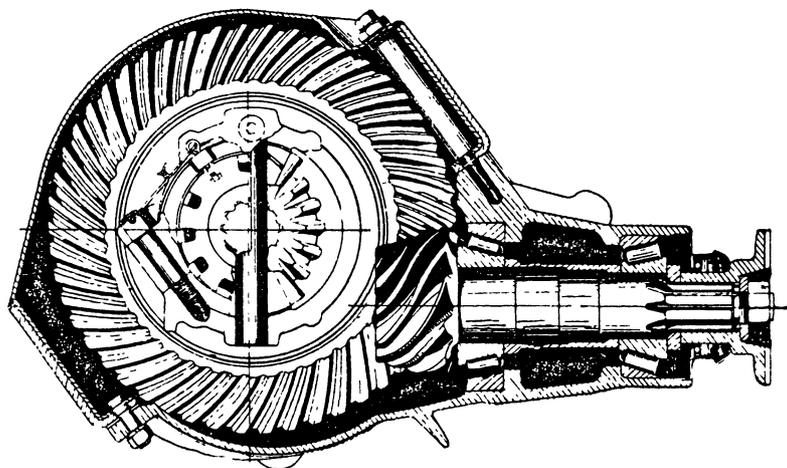
цилиндрическом 3. Конические роликовые подшипники воспринимают осевые и радиальные усилия и установлены в отдельном стакане 4, фланец которого привёрнут болтами к картеру главной передачи. Цилиндрический подшипник установлен в приливе картера и воспринимает радиальные усилия, обеспечивая жёсткость вала ведущей шестерни и предохраняя её от бокового сдвига при передаче больших усилий.

Для предохранения от нарушения зацепления шестерён при передаче через них больших усилий в приливе картера заднего моста установлен штифт 5 с бронзовой пластинкой, ограничивающий деформацию ведомой шестерни главной передачи.

Коробка дифференциала 6 установлена на двух конических роликовых подшипниках 7, воспринимающих как радиальные, так и осевые нагрузки. Для предохранения от вытекания смазки из картера главной передачи на выходящем наружу хвостовике вала ведущей шестерни, а также на полуосях по обе стороны дифференциальной коробки установлены сальники. Главные передачи и дифференциал среднего и заднего мостов автомобиля Студебеккер U:56 имеют такое же устройство, как и передний, и отличаются только тем, что у них отсутствуют сальники.

Главная передача аналогичной конструкции устанавливается на двухосном автомобиле Додж (модель Т-203-В), а также трёхосных автомобилях фирмы GMC.

Коническая передача с гипоидным зацеплением. Особенностью гипоидной передачи, по сравнению с обычной конической, является то, что в ней отсутствует взаимное пересечение осей ведущей и ведомой шестерён. Ось ведущей шестерни главной передачи располагается обычно ниже оси ведомой шестерни (фиг. 519). Это даёт возможность опустить ниже карданную передачу, раму и кузов и в результате

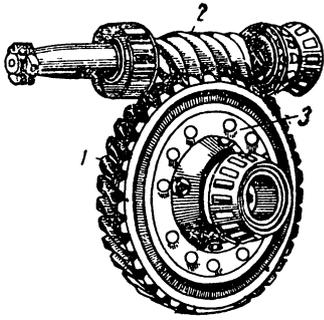


Фиг. 519. Главная передача с гипоидным зацеплением.

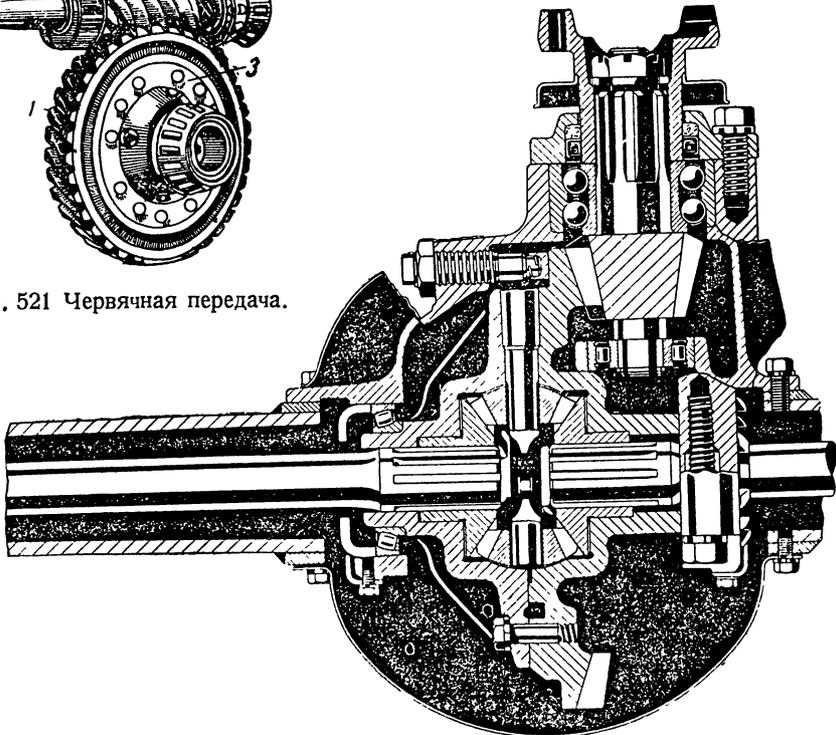
добиться снижения центра тяжести автомобиля, что повышает устойчивость автомобиля при движении с большими скоростями. Кроме того, гипоидная передача по сравнению с обычной конической передачей имеет следующие преимущества: 1) значительно большую плавность зацепления и, как следствие этого, бесшумность в работе, 2) более прочный зуб. Однако эксплуатация гипоидных передач связана с некоторыми дополнительными трудностями: гипоидная передача, по сравнению с другими типами передач, более чувствительна к нарушению правильности зацепления, поэтому к ней предъявляются повышенные требования в от-

ношении точности регулировки. В гипоидной передаче имеет место большое скольжение зубьев, вызывающее более резкое повышение температуры, следствием чего является разжижение и выдавливание смазки, приводящие к повышенному износу зубьев. Поэтому для гипоидных передач должна применяться специальная смазка.

Гипоидная передача получила широкое применение в легковых автомобилях, в частности на большинстве легковых автомобилей американского производства (Бюик, Кадиллак, Паккард и др.), а также на армей-



Фиг. 521 Червячная передача.



Фиг. 520. Гипоидная, главная передача автомобиля Шевроле G-7107.

ских легковых автомобилях Бантам ВРС и Виллис МВ. В последние годы этот тип передачи применяется и в грузовых автомобилях; так, например, снабжены гипоидной передачей почти все коммерческие грузовики фирмы Додж грузоподъемностью до 1,5 т, грузовики фирмы GMC (модели ССКW-352 и 353), Шевроле G-7107 (фиг. 520), Додж WF-32 и др.

Червячная передача (фиг. 521) применяется, главным образом, в грузовиках и автобусах и состоит из червячной шестерни 1, связанной с коробкой дифференциала, и червяка 2, связанного с карданным валом. В легковых автомобилях она применялась сравнительно редко и давно уже вышла из употребления.

Достоинствами червячной передачи являются бесшумность и возможность получения большого передаточного числа при относительно малых габаритных размерах.

Передаточное число червячной пары подсчитывается по следующей формуле:

$$i = \frac{z_2}{z_1},$$

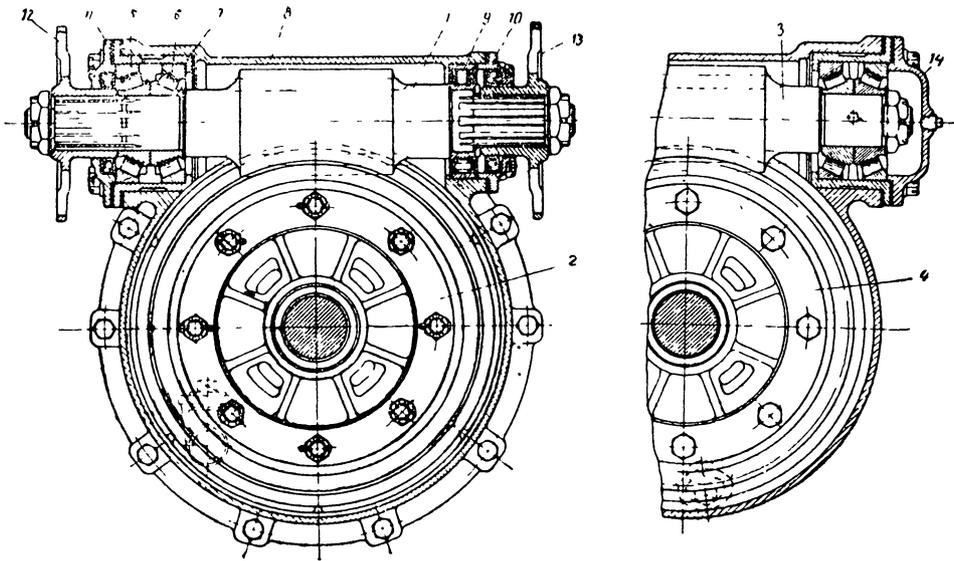
где  $i$  — передаточное число;

$z_1$  — число ниток или ходов червяка;

$z_2$  — число зубьев червячной шестерни.

К недостаткам червячной передачи, по сравнению с другими типами передач, относятся: 1) низкий к. п. д., особенно при малом числе ниток червяка; 2) сложность в производстве и более высокая стоимость и 3) необходимость применения для червячной шестерни специальных сплавов из цветных металлов (бронзы).

В червячных передачах червяк может быть расположен сверху или снизу червячной шестерни. Верхнее расположение червяка применяется, главным образом, в трёхосных грузовиках с двумя ведущими мостами (ГАЗ-ААА, ЗИС-6, Остин К-3, Альбион ВЗН). Преимущество такого



Фиг. 522. Главная передача автомобиля ГАЗ-ААА

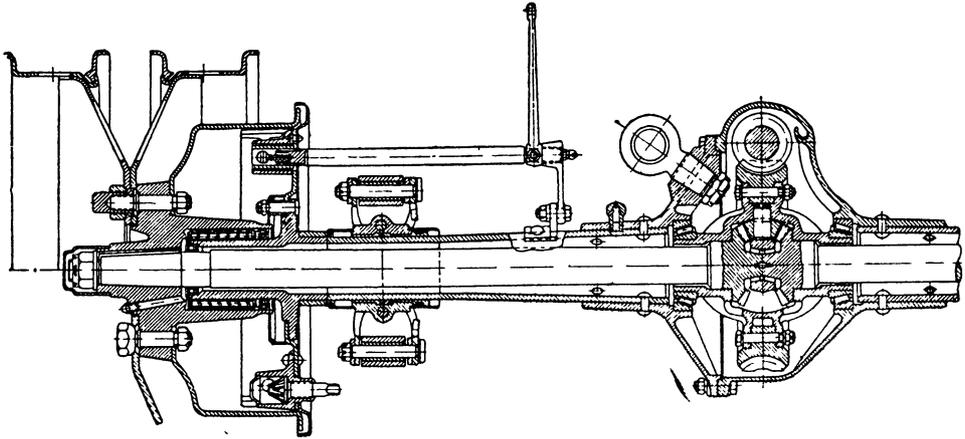
расположения заключается в том, что оно позволяет получить больший клиренс автомобиля, а также уменьшить угол наклона карданного вала и, как следствие этого, снизить потери мощности в карданах и уменьшить их износ.

Нижнее расположение червяка применяется, главным образом, в автобусах и троллейбусах. При этом имеется возможность значительно опустить карданный вал, понизить раму и кузов и тем самым снизить расположение центра тяжести и общую высоту машины, обеспечив удобные вход и выход пассажирам. При нижнем расположении рабочие поверхности червяка и червячной шестерни всегда находятся в масляной ванне, благодаря чему достигаются их хорошая смазка и охлаждение.

Недостатками нижнего расположения червяка являются увеличение углов, под которыми работает карданная передача, уменьшение клиренса под задним мостом и повышенные требования к сальникам, так как возможность утечки масла через сальники червяка значительно увеличивается.

На фиг. 522 показано устройство червячной главной передачи среднего и заднего мостов трёхосного автомобиля ГАЗ-ААА. Крутящий момент от демультипликатора при помощи карданной передачи подводится к червяку 1 среднего ведущего моста. Червяк изготовлен за одно целое с

валом и установлен в верхней части картера: спереди—на двух конических роликовых подшипниках 5 и 6, воспринимающих как осевую, так и радиальную нагрузку, а сзади—на цилиндрическом роликовом подшипнике 9, воспринимающем только радиальную нагрузку. В крышках 10 и 11 имеются сальники, предотвращающие утечку масла из картера. На высту-

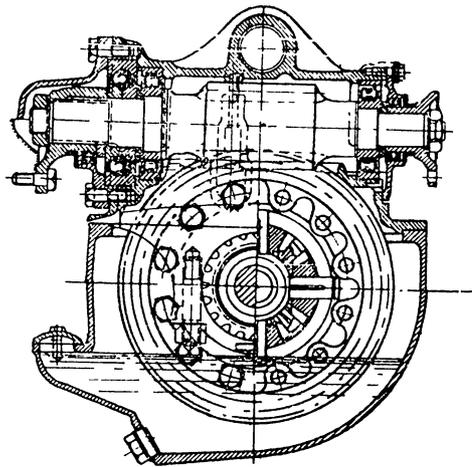


Фиг. 523. Разрез через ведущую ось автомобиля ГАЗ-ААА.

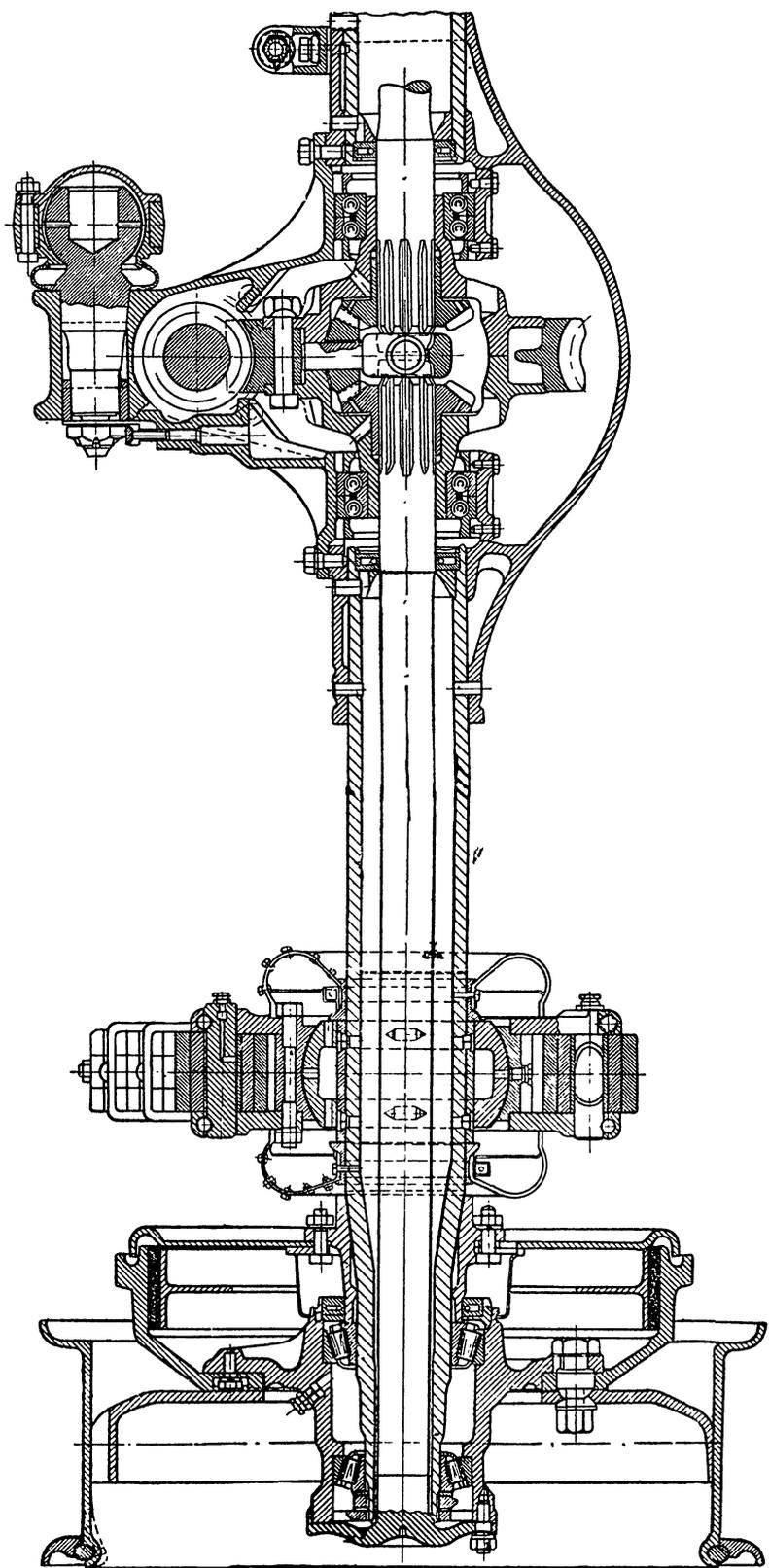
пающих из картера концов червяка установлены фланцы 12 и 13 для соединения с карданами главного и промежуточного валов. Червячные шестерни 2 и 4 изготовлены из бронзы и каждая из них на болтах крепится к коробке дифференциала, установленной в картере на конических роликовых подшипниках (фиг. 523). Передаточное число главной передачи 7,4 (число ниток червяка — 5, число зубьев шестерни — 37).

Червяк 1 (фиг. 522) среднего моста — проходной, с обеих сторон имеет сальники, а червяк 3 заднего моста со стороны роликовых подшипников имеет глухую крышку 14. Конические роликовые подшипники обоих червяков установлены в специальных стаканах, под крышки которых поставлены прокладки для регулировки осевого люфта червяков.

В главных передачах трёхосного автомобиля Остин К-3 (фиг. 524) червяк установлен на двух цилиндрических роликовых подшипниках, воспринимающих только радиальные усилия, и одном радиально-упорном шариковом подшипнике, воспринимающем усилия, действующие вдоль оси червяка. Червячная шестерня закреплена болтами между двумя половинами коробки дифференциала (фиг. 525), установленной на двухрядных радиально-упорных шариковых подшипниках, воспринимающих как радиальную, так и осевую нагрузки.



Фиг. 524. Главная передача ведущего моста трёхосного автомобиля Остин К-3.



Фиг. 525. Продольный разрез ведущей оси трёхосного автомобиля Остин К-3.

### § 3. ДВОЙНАЯ ПЕРЕДАЧА

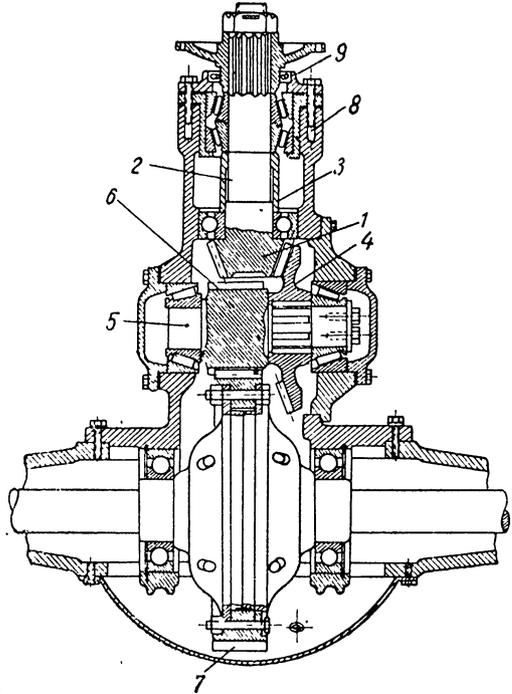
В целях получения высокого передаточного числа при возможно малых габаритах заднего моста и сохранения достаточного клиренса в грузовых автомобилях средней и высокой грузоподъёмности часто применяется двойная главная передача.

На фиг. 526 показана двойная главная передача автомобиля ЗИС-5. Она состоит из пары конических шестерён со спиральными зубьями и пары цилиндрических шестерён. Ведущая коническая шестерня 1, изготовленная за одно целое с валом 2, находится в зацеплении с ведомой шестернёй 4, установленной на шлицах промежуточного вала 5. За одно целое с промежуточным валом изготовлена малая цилиндрическая шестерня 6, находящаяся в зацеплении с большой цилиндрической шестернёй 7, укреплённой болтами к дифференциальной коробке.

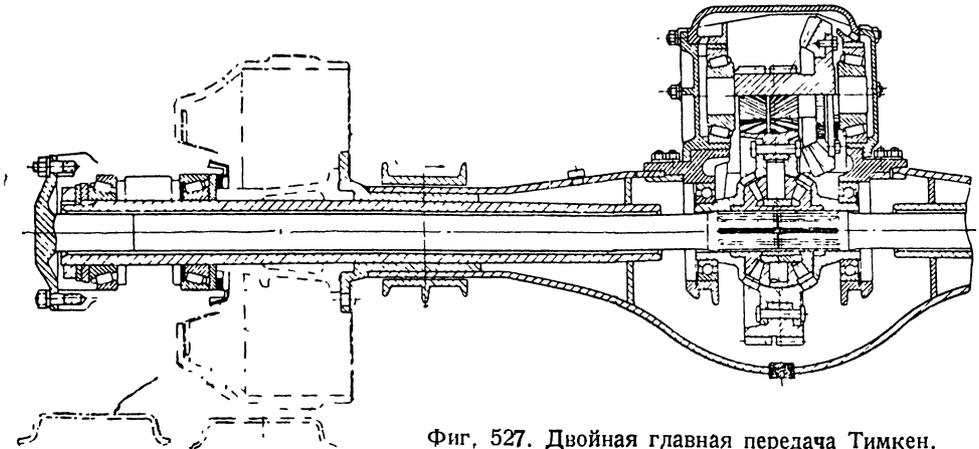
Конические роликовые подшипники ведущего вала смонтированы в специальном стакане, который устанавливается в картер заднего моста 8; стакан и его крышка 9 крепятся болтами к картеру.

Увеличение крутящегося момента происходит последовательно в двух парах шестерён, сначала в конической паре ( $i=2,33$ ), а затем в цилиндрической ( $i=2,75$ ); таким образом общее передаточное число  $i_0=6,41$ .

Аналогичная по типу главная передача с весьма высоким передаточным числом (10,9) устанавливается на пятитонном грузовике ЯГ-6 и самосвале ЯС-3.



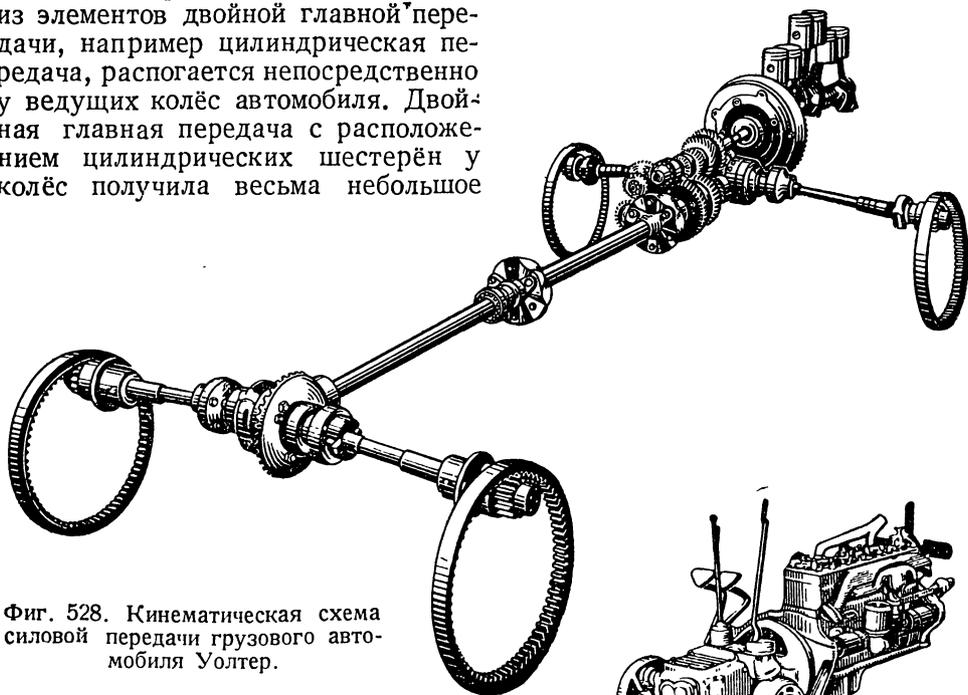
Фиг. 526. Двойная главная передача автомобиля ЗИС-5.



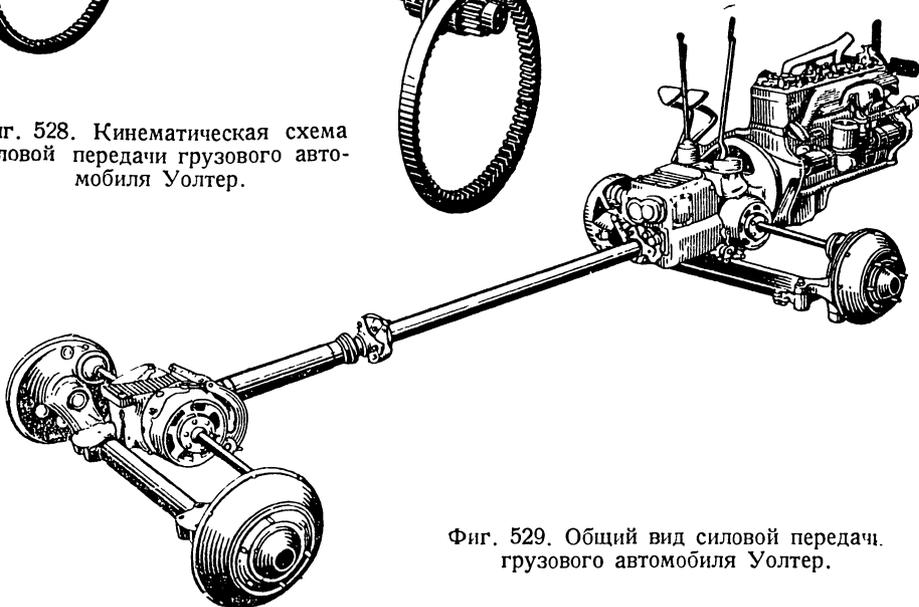
Фиг. 527. Двойная главная передача Тимкен.

На фиг. 527 показана двойная главная передача фирмы Тимкен. Особенностью данной передачи, по сравнению с ранее описанными, является то, что в ней цилиндрические шестерни имеют шевронный зуб.

В некоторых автомобилях один из элементов двойной главной передачи, например цилиндрическая передача, располагается непосредственно у ведущих колёс автомобиля. Двойная главная передача с расположением цилиндрических шестерён у колёс получила весьма небольшое



Фиг. 528. Кинематическая схема силовой передачи грузового автомобиля Уолтер.



Фиг. 529. Общий вид силовой передачи грузового автомобиля Уолтер.

распространение и применяется, главным образом, в тяжёлых и сверхтяжёлых грузовиках.

На фиг. 528 представлена кинематическая схема, а на фиг. 529—общий вид трансмиссии двухосного грузового автомобиля с обеими ведущими осями фирмы Уолтер. Главная передача, дифференциал и полуоси переднего и заднего мостов имеют одинаковое устройство. Коническая передача со спиральным зубом вместе с самоблокирующимся дифференциалом (см. ниже) установлены в отдельном картере, крепящемся к раме автомобиля. Передача крутящего момента к каждому из колёс осуществляется при помощи полуоси и цилиндрической пары шестерён с внутренним зацеплением, расположенной непосредственно у колёс. Каждая полуось имеет два кардана, обеспечивающие как равномерность враще-

ния, так и возможность изменения положения оси относительно рамы автомобиля.

Достоинство такого устройства главной передачи заключается в том, что оно позволяет осуществить достаточно высокое передаточное число и выполнить переднюю и заднюю оси в виде цельных балок, что имеет особенно важное значение для автомобилей высокой грузоподъёмности.

Кроме того, расположение цилиндрической передачи непосредственно у колёс позволяет уменьшить размеры полуосей и всех деталей дифференциала, так как в этом случае они передают значительно меньшие усилия.

Двойная главная передача описанной конструкции применяется фирмой Уолтер на тяжёлых и сверхтяжёлых грузовиках грузоподъёмностью до 20 т.

Для получения нужного направления вращения ведущих колёс ведомая коническая шестерня в двойной главной передаче устанавливается не слева, как это делается в одинарной передаче, а справа по ходу автомобиля.

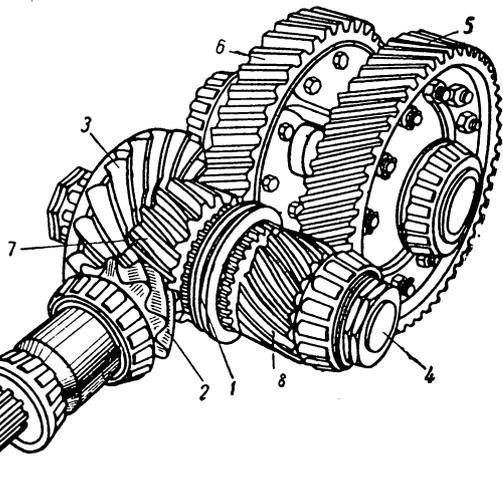
#### § 4. СМЕННАЯ ГЛАВНАЯ ПЕРЕДАЧА

Тяговые качества и экономичность автомобиля, а также долговечность его основных механизмов, в частности двигателя, в большой степени зависят от соответствия выбранного передаточного числа главной передачи действительным условиям эксплуатации данного автомобиля. Однако подбор передаточного числа осложняется, особенно для грузовых автомобилей, весьма большим разнообразием условий, в которых может эксплуатироваться один и тот же автомобиль. Так, при движении с полной нагрузкой по тяжёлой дороге (например в гористой местности) необходимо иметь более высокое передаточное число главной передачи, которое может обеспечить требуемые тяговые усилия, необходимые для преодоления сопротивлений движению, и позволит реже пользоваться промежуточными передачами коробки передач.

При движении мало нагруженного или порожнего автомобиля по хорошей дороге целесообразно иметь меньшее передаточное число главной передачи, при котором число оборотов двигателя на единицу пройденного пути (а следовательно и износ двигателя), а также расход топлива будут снижены.

С целью удовлетворения этим резко отличным условиям работы грузового автомобиля в США начинают получать известное распространение сменные главные передачи.

Сменная главная передача выполняется в виде редуктора с двумя ступенями, что даёт возможность в зависимости от условий движения изменять передаточное число между карданным валом и ведущими колёсами автомобиля. В качестве примера на фиг. 530 показана двухступенчатая главная передача, выпускаемая фирмой Тимкен для грузовиков



Фиг. 530. Двухступенчатая главная передача Тимкен

средней грузоподъёмности. Главная передача состоит из одной пары конических шестерён 2 и 3 и двух пар цилиндрических шестерён. Цилиндрические шестерни 5 и 6 привёрнуты болтами к коробке дифференциала, а шестерни 7 и 8 сидят на промежуточном валу 4 свободно; между ними помещена муфта 1, которая может перемещаться по шлицам вала 4 и входит в зацепление с зубчатыми венцами шестерён 7 и 8, соединяя их при этом с валом 4. При перемещении каретки 1 влево включается низшая передача (передаточное число—7,06), а при перемещении вправо—высшая (передаточное число—5,27). Переключение передач осуществляется непосредственно из кабины при помощи рычага и тяги, идущей к заднему мосту.

Известным недостатком такого типа передачи является усложнение конструкции и увеличение неподдресоренной массы автомобиля.

#### § 5. РЕГУЛИРОВКА ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ, СМАЗКА И УХОД

В главной передаче большинства автомобилей предусматриваются следующие регулировки:

- 1) осевого зазора в подшипниках вала ведущей шестерни (или червяка);
- 2) осевого зазора в подшипниках коробки дифференциала, на которой закреплена ведомая шестерня.
- 3) относительного положения шестерён.

В подшипниках главной передачи должен устанавливаться необходимый осевой зазор между роликами (или шариками) и обоймами подшипника. При слишком малом зазоре или полном отсутствии его происходит сильный нагрев подшипников, приводящий к повышенному износу, а в некоторых случаях к задирам, роликов (или шариков) и разрушению всего подшипника. Чрезмерно большой зазор также вреден, так как вызывает большие ударные нагрузки, ускоряющие износ и разрушающие подшипники.

Регулировка зазора в подшипниках вала ведущей шестерни главной передачи может производиться при помощи регулировочных гаек (фиг. 518), являющихся одновременно и упорными элементами подшипников, или же изменением прокладок, устанавливаемых между крышкой стакана и его фланцем (фиг. 526).

Для регулировки зазора в подшипниках коробки дифференциала обычно используются регулировочные гайки, упирающиеся в наружные обоймы подшипников, при помощи которых коробка дифференциала с ведомой шестернёй устанавливаются в определённое положение относительно ведущей шестерни. Вращением указанных гаек устанавливается необходимый зазор в подшипниках коробки дифференциала. Такой способ регулировки подшипников применяется в главных передачах, показанных на фиг. 533, 544 и 551.

Регулировка конических шестерён производится после регулировки подшипников и состоит в установлении правильного относительного положения (зацепления) шестерён при надлежащем зазоре между их зубьями. Регулировка зазора между зубьями производится перемещением ведомой шестерни относительно ведущей, а регулировка зацепления — перемещением ведущей шестерни относительно ведомой.

Перемещение ведомой шестерни в ту или другую сторону в большинстве случаев осуществляется путём отвёртывания на определённый угол гайки, упирающейся в наружную обойму подшипника коробки дифференциала с одной стороны и подвёртыванием на такой же угол гайки с противоположной стороны (фиг. 533, 544 и 551). В некоторых главных передачах, как, например, в автомобиле ЗИС-5 (фиг. 526), перемещение

ведомой шестерни осуществляется перестановкой одной или нескольких прокладок из-под крышки одного подшипника под крышку другого, не изменяя общей толщины прокладок. После установления правильного зазора производится регулировка зацепления зубьев шестерён.

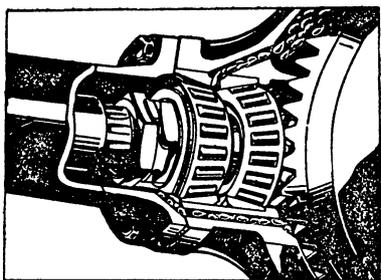
О правильности зацепления судят по отпечатку, получаемому на зубе ведомой шестерни. Для этой цели зуб ведущей шестерни покрывается тонким слоем краски. Затем ведущую шестерню поворачивают то в одну, то в другую сторону, притормаживая при этом ведомую шестерню. При правильном зацеплении отпечаток на зубе ведомой шестерни располагается, как это изображено на фиг. 531, а. При таком зацеплении шестерни работают бесшумно и с минимальным износом зубьев. Если же отпечаток располагается у наиболее узкой части зуба (фиг. 531, б), нужно сместить ведущую шестерню в направлении ведомой, а при расположении отпечатка у широкой части зуба (фиг. 531, в) ведущую шестерню нужно сместить в обратном направлении.



Фиг. 531. Расположение отпечатков на зубьях ведомой шестерни главной передачи при регулировке зацепления шестерён.

Перемещение вала ведущей шестерни может производиться изменением толщины прокладок, установленных между картером и фланцем стакана, в котором установлены подшипники вала, или же перемещением вала при помощи регулировочной гайки, упирающейся в наружную обойму подшипника.

После того как получен правильный отпечаток, необходимо проверить величину зазора между зубьями, так как при регулировке зацепления он мог измениться и выйти из установленных пределов.



Фиг. 532. Схема циркуляционной смазки переднего подшипника вала ведущей шестерни главной передачи автомобиля М-1.

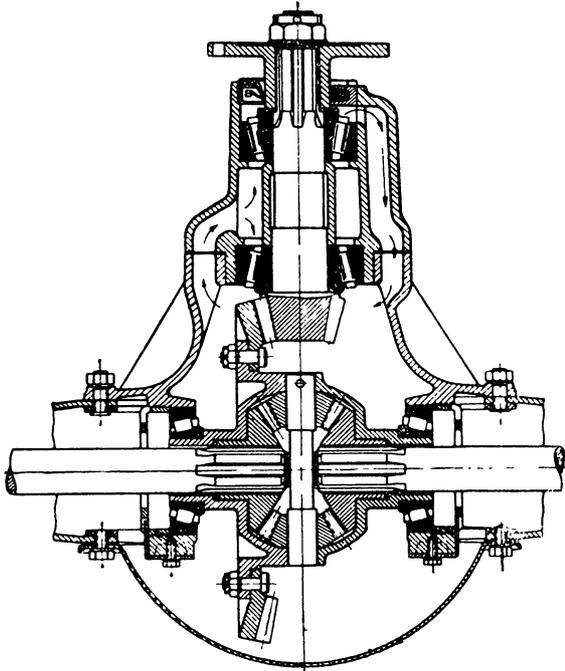
Если отпечаток располагается у вершины зуба (фиг. 531, г) или его основания (фиг. 531, д), то в первом случае это свидетельствует о слишком большом зазоре, а во втором — об отсутствии его. Регулировка зазора, как указывалось ранее, производится перемещением ведомой шестерни.

В червячных главных передачах регулировка зацепления червяка и червячной шестерни производится путём осевого перемещения червячной шестерни, что может производиться при помощи регулировочных гаек, упирающихся в наружные обоймы подшипников коробки дифференциала.

В целях упрощения обслуживания у некоторых автомобилей эксплуатационная регулировка подшипников не предусматривается. Так, например, не регулируются подшипники коробки дифференциала у автомобилей Студебеккер US6 (фиг. 518), М-1, ГАЗ-АА (фиг. 517), ГАЗ-67 и др.

Для смазки главной передачи масло заливается через наливное отверстие в картер заднего моста до уровня отверстия. Для спуска масла в нижней части картера устанавливается спускная пробка. Из всех деталей главной передачи в худших условиях в отношении смазки нахо-

дится передний подшипник вала ведущей шестерни, так как к нему затруднён доступ смазки. Поэтому во многих главных передачах в целях обеспечения смазки указанного подшипника применяется циркуляционная смазка, схема которой показана на фиг. 532. Здесь в верхней части горловины картера против ведомой шестерни имеется специальный карман, соединённый при помощи канала с внутренней полостью стакана, в



Фиг. 533. Главная передача Тимкен с циркуляционной смазкой подшипников вала ведущей шестерни.

котором установлены подшипники вала ведущей шестерни. Во время работы масло с ведомой шестерни непрерывно забрасывается в карман и далее по каналу поступает к подшипникам. Масло, пройдя через передний подшипник, стекает обратно в картер по каналу в нижней части горловины картера. Благодаря такой циркуляции масла достигаются хорошая смазка и охлаждение подшипника. Аналогичная смазка переднего подшипника применяется в главной передаче Тимкен, показанной на фиг. 533.

Уход за главной передачей состоит в поддержании надлежащего уровня масла в картере, смене масла в сроки, установленные для каждого автомобиля заводской инструкцией, а также в сезонной смене смазки (осенью и зимой). Сроки до-

ливки и смены смазки, а также сорта масел, применяемых для смазки главной передачи (кроме гипоидной передачи), обычно те же, что и для коробки передач. В процессе работы весьма важное значение имеет поддержание нормального уровня масла в картере, так как избыток масла может привести к выбрасыванию его через сальники чулков и к попаданию в тормозы. Недостаток масла приводит к повышенному износу деталей главной передачи.

## Глава VII

### ДИФЕРЕНЦИАЛ

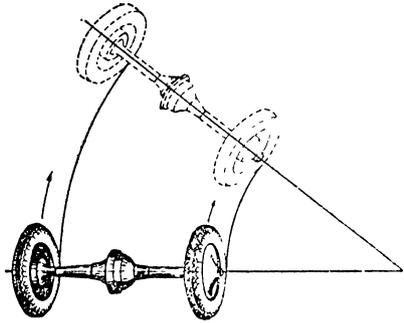
#### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ДИФЕРЕНЦИАЛА

При движении автомобиля по неровной дороге, а также при повороте (фиг. 534) ведущие колёса вынуждены в одинаковые отрезки времени проходить различные по величине пути. Если бы ведущие колёса были соединены между собой общим валом, то они во всех случаях движения вращались бы с одинаковым числом оборотов, что неизбежно приводило бы к проскальзыванию и пробуксовке колёс относительно дороги. Следствием этого явились бы: 1) повышенный износ шин, 2) затрата мощности на работу скольжения и буксования, 3) повышение

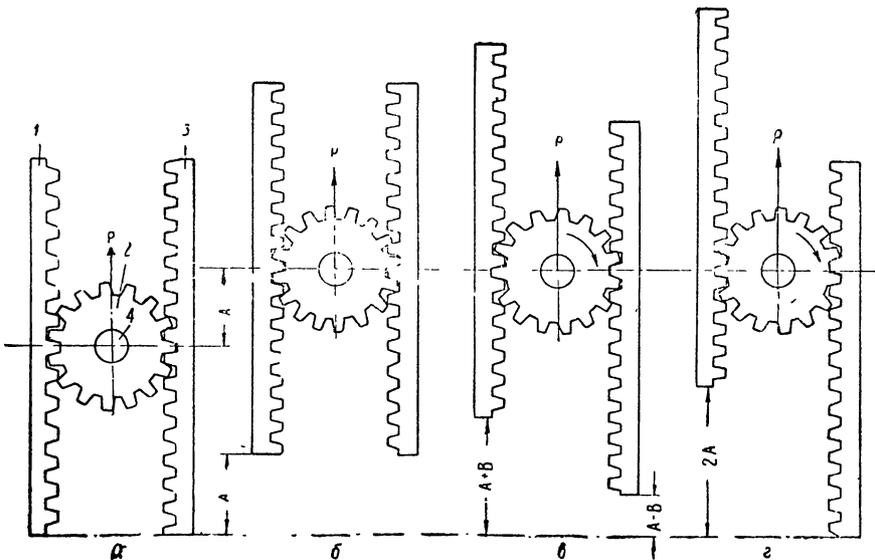
расхода топлива на единицу пройденного пути, 4) трудность поворота автомобиля. Аналогичные явления могли бы иметь место и при прямолинейном движении автомобиля по ровной дороге, но при неодинаковом размере радиуса качения левого и правого ведущих колёс, например при неодинаковом давлении воздуха в шинах, неодинаковом износе шин левого и правого колёс, при неравномерном распределении груза на автомобиле и т. п.

Этим и объясняется то, что на всех современных автомобилях ведущие колёса устанавливаются не на общем валу, а на полуосях, между которыми помещается дифференциал, назначение которого состоит в том, чтобы обеспечить возможность ведущим колёсам вращаться с разным числом оборотов.

Принцип действия дифференциала может быть иллюстрирован на следующем примере. Представим две зубчатые рейки 1 и 3, между которыми расположена шестерня 2, насаженная на ось 4 (фиг. 535, а). Если к оси шестерни приложить силу  $P$ , направленную вверх, то под воздействием этой силы шестерня будет перемещаться вверх, увлекая за собой обе рейки, с которыми она нахо-



Фиг. 534. Схема движения задней оси при повороте автомобиля.

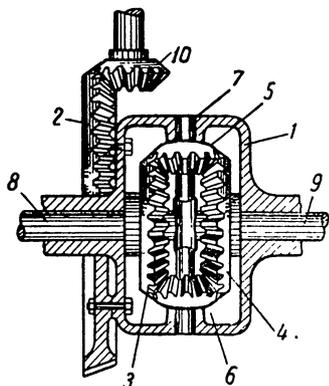


Фиг. 535. Схема действия дифференциального механизма.

дится в зацеплении. Если принять, что сила сопротивления передвижению левой и правой реек одинакова, то шестерня 2, перемещаясь вверх, поворачиваться относительно оси 4 не будет, так как в данном случае она представляет собой равноплечий рычаг, к концам которого приложены равные силы. Поэтому шестерня и обе рейки с одинаковой скоростью переместятся вверх на одну и ту же величину, например  $A$ , из чего следует, что перемещение шестерни равно полусумме перемещений реек (фиг. 535, б).

Если движение одной из реек, предположим правой, замедлить, то шестерня, поднимаясь вверх, одновременно будет поворачиваться относительно своей оси в направлении, указанном стрелкой (фиг. 535, в). В результате этого перемещение левой рейки увеличится на некоторую величину  $B$ ; на эту же величину уменьшится перемещение первой рейки.

Если принять, что ось шестерни переместится на ту же величину  $A$ , что и в предыдущем случае, то правая рейка переместится на величину  $A - B$ , а левая — на величину  $A + B$ , т. е. скорость перемещения левой рейки будет больше, чем правой. Если же правую рейку сделать неподвижной (фиг. 535, з), то при перемещении оси шестерни вверх шестерня будет катиться по неподвижной правой рейке, благодаря чему скорость и перемещение левой рейки будут в два раза больше, чем у оси шестерни. Если принять перемещение шестерни, как и в предыдущем случае, равным  $A$ , то перемещение левой рейки будет равно  $2A$ .



Фиг. 536. Схема устройства дифференциала.

Если ось шестерни закрепить и перемещать одну рейку, то шестерня будет вращаться на своей оси, а другая рейка переместится на ту же величину, но в противоположном направлении.

Во всех рассмотренных случаях сохраняется одна и та же зависимость, заключающаяся в том, что линейное перемещение шестерни равно полусумме перемещений левой и правой реек.

По такой же принципиальной схеме работает дифференциал, упрощенная схема которого показана на фиг. 536. Ведомая шестерня 2 главной передачи вращает скрепленную с ней дифференциальную коробку 1, в которой жестко крепится ось 7, на последней свободно сидят конические шестерни 5 и 6 (сателлиты), находящиеся в зацеплении с коническими шестернями 3 и 4, называемыми полуосевыми шестернями. Последние укреплены на внутренних концах полуосей 8 и 9 ведущих колес.

Рассмотрим два случая работы дифференциала. При прямолинейном движении автомобиля по ровной дороге оба ведущих колеса при одинаковых радиусах качения проходят одинаковые пути, поэтому дифференциальная коробка и обе полуосевые шестерни, а следовательно, и ведущие колеса при этом вращаются с одинаковым числом оборотов.

При повороте автомобиля, а также при движении по неровной дороге одно из ведущих колес проходит меньший путь, поэтому оно должно вращаться медленнее. Если же одна из полуосевых шестерен замедляет свое вращение, то сателлиты будут поворачиваться вокруг своих осей, ускоряя вращение другой полуосевой шестерни, благодаря чему и обеспечивается возможность ведущим колесам проходить за одно и то же время различные по величине пути.

Введём обозначения:

- $n_x$  — число оборотов в минуту левой полуосевой шестерни;
- $n_n$  — число оборотов в минуту правой полуосевой шестерни;
- $n_0$  — число оборотов в минуту коробки дифференциала;
- $n_c$  — число оборотов в минуту сателлитов вокруг своих осей;
- $z_c$  — число зубьев сателлита;
- $z_x$  — число зубьев левой полуосевой шестерни;
- $z_n$  — число зубьев правой полуосевой шестерни.

Если принять, что автомобиль поворачивает влево, то левая полуось уменьшит число оборотов на величину, равную

$$n_c \cdot \frac{z_c}{z_x}.$$

Правая полуось при этом увеличит число оборотов на ту же величину. Если до поворота автомобиля число оборотов в минуту левой полуоси было  $n_x = n_0$ , то при повороте автомобиля её обороты уменьшатся и будут:

$$n_x = n_0 - n_c \frac{z_c}{z_x}.$$

На сколько уменьшится число оборотов левой полуоси, на столько же увеличится число оборотов правой полуоси. Обороты правой полуоси при повороте автомобиля выразятся уравнением:

$$n_n = n_0 + n_c \frac{z_c}{z_n}.$$

Числа зубьев полуосевых шестерён всегда берутся равными, т. е.  $z_x = z_n$ , поэтому если просуммировать уравнения для левой и для правой полуосей, то получим:

$$n_x + n_n = 2n_0.$$

Таким образом сумма оборотов полуосей при повороте автомобиля, так же как и при прямолинейном движении, равна удвоенному числу оборотов дифференциальной коробки.

Допустим, что одна из полуосей остановлена, например  $n_x = 0$ , тогда из последнего уравнения следует, что  $n_n = 2n_0$ . При этом сателлиты будут вращаться вокруг своих осей и катиться по неподвижной шестерне левой полуоси, вращая при этом правую полуосевую шестерню со скоростью в два раза большей по сравнению со скоростью вращения дифференциальной коробки.

Если при движении автомобиля остановить дифференциальную коробку, т. е. если  $n_0 = 0$ , то из того же уравнения получим:

$$n_x = -n_n.$$

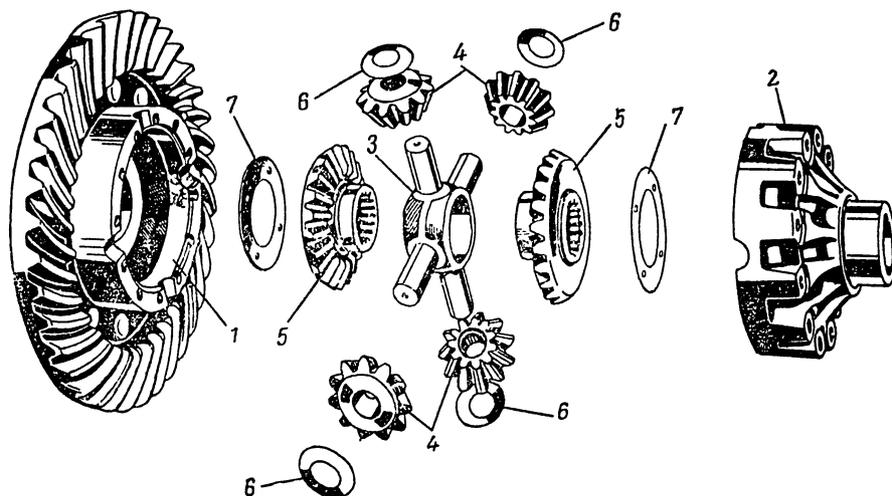
Это значит, что если при неподвижной дифференциальной коробке вращать одно из ведущих колёс, например, по часовой стрелке, то другое будет вращаться с тем же числом оборотов, но в противоположном направлении. Такое явление может произойти при резком торможении автомобиля центральным тормозом, расположенным на карданном валу.

В зависимости от типа шестерён дифференциала различают: 1) конический дифференциал и 2) цилиндрический дифференциал. В современных автомобилях преимущественное применение имеют дифференциалы с коническими шестернями.

## § 2. КОНИЧЕСКИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛ

Схема устройства конического дифференциала была приведена на фиг. 536. Общий вид дифференциалов, выполненных по указанной схеме, представлен на фиг. 517, 518, 520, 523, 525 и др. Детали, входящие в устройство конического дифференциала, показаны на фиг. 537. Дифференциальная коробка в большинстве случаев выполняется из двух половин,

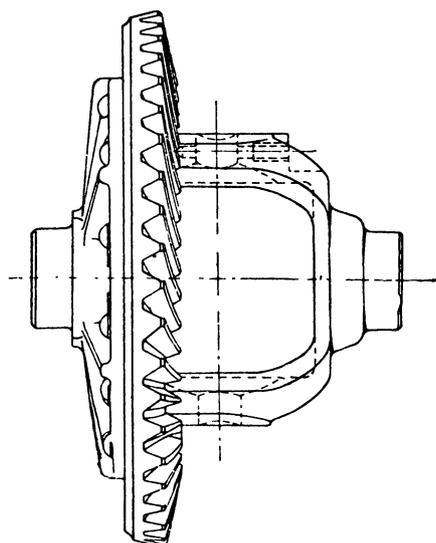
стягиваемых болтами. Плоскость разъёма коробки лежит в плоскости, перпендикулярной к оси заднего моста, и проходит через оси сателлитов. В некоторых случаях, например у автомобиля ГАЗ М-1, коробка дифе-



Фиг. 537. Детали конического дифференциала:

1 — левая часть дифференциальной коробки; 2 — правая часть дифференциальной коробки; 3 — крестовина; 4 — сателлиты; 5 — полуосевые шестерни, 6, 7 — опорные латунные шайбы.

ренциала состоит из трёх частей: левой шейки, выполненной за одно целое с ведомой шестерней главной передачи, и средней части, состоящей из двух половин. Правая шейка выполнена заодно с правой частью. Все три части коробки стягиваются болтами.



Фиг. 538. Неразъёмная дифференциальная коробка автомобиля ЗИС-101.

Число сателлитов дифференциала берётся равным от 2 до 4. Дифференциалы с двумя сателлитами применяются преимущественно на легковых автомобилях, например ЗИС-101, КИМ-10, Бюик, Крайслер, Додж и др.; в этом случае вместо крестовины применяется цилиндрический палец, в связи с чем упрощается конструкция дифференциальной коробки, которая может быть выполнена неразъёмной, а следовательно, более жёсткой. Такая дифференциальная коробка показана на фиг. 538. В ней для монтажа шестерён выполнены два окна, которые одновременно обеспечивают надёжное поступление смазки к трущимся деталям дифференциала. Дифференциалы с тремя сателлитами встречаются сравнительно редко.

Дифференциалы с четырьмя сателлитами применяются, главным образом, на грузовых автомобилях: Студебеккер US6 (фиг. 518), Шевроле G-7107 (фиг. 520), Остин К-3 (фиг. 525), «Интернационал» М-5-6 (фиг. 544), Форд G8T и др.

Шестерни дифференциала обычно выполняются прямозубчатыми. Полуосевые шестерни соединяются с полуосями посредством шлиц, как это выполнено на автомобилях Студебеккер US6 и US6×4, Додж Т-203-8, «Интернационал» М-5-6, Форд G8T, ЗИС-101, ЗИС-5 и др., или изготавливаются с полуосями за одно целое, как, например, в автомобилях ГАЗ-М-1, КИМ-10 и ГАЗ-АА.

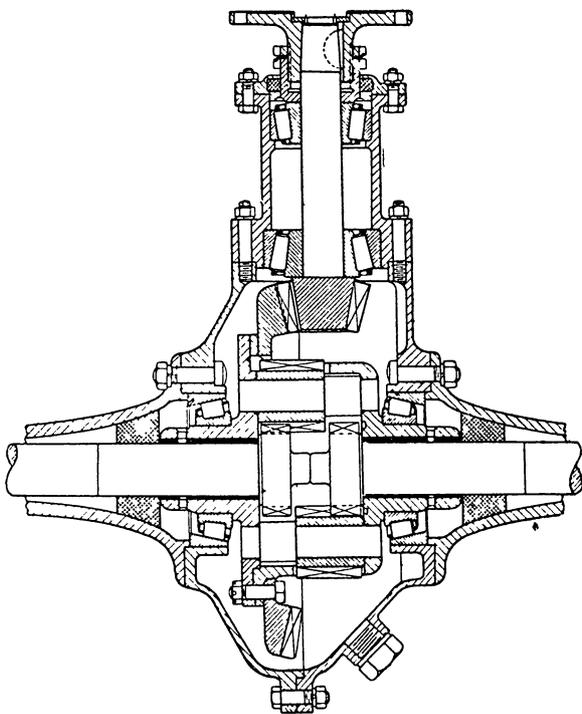
Торцевая поверхность сателлита, которой он опирается на коробку дифференциала, в большинстве случаев выполняется сферической, что обеспечивает лучшую центровку сателлита и правильность его зацепления с полуосевыми шестернями.

При передаче крутящего момента от ведомой шестерни главной передачи на полуоси вдоль осей сателлитов и полуосевых шестерён действуют значительные усилия, поэтому для уменьшения трения между опорными поверхностями сателлитов и полуосевых шестерён, с одной стороны, и дифференциальной коробкой — с другой, в современных автомобилях часто устанавливаются латунные прокладки (фиг. 537). При замене этих прокладок можно компенсировать износ сопряжённых деталей установкой утолщённых новых прокладок. Такие прокладки применяются на многих автомобилях, как, например, Форд G8T, Студебеккер US6, ЗИС-101 и др.

### § 3. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ ДИФЕРЕНЦИАЛ

Устройство цилиндрического дифференциала (фиг. 539) заключается в следующем: полуосевые шестерни выполнены цилиндрическими и находятся в постоянном зацеплении с цилиндрическими сателлитами, установленными на пальцах, укрепленных в коробке дифференциала. Сателлиты попарно находятся в зацеплении между собой, причём один из них одновременно находится в зацеплении с левой полуосевой шестернёй, а другой — с правой.

Ширина каждого сателлита берётся такой, при которой он, находясь в зацеплении с полуосевой шестернёй и парным сателлитом, не находился бы в зацеплении с другой полуосевой шестернёй. Число сателлитов в цилиндрическом дифференциале обычно берётся равным шести. Действие цилиндрического дифференциала аналогично действию дифференциала с коническими сателлитами.

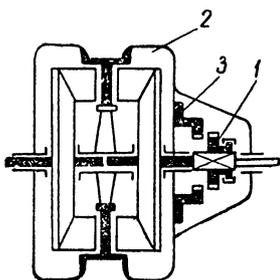


Фиг. 539. Цилиндрический дифференциал легкового автомобиля Хильман.

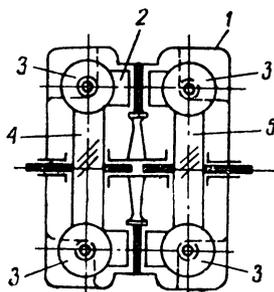
#### § 4. БЛОКИРОВКА ДИФФЕРЕНЦИАЛА

При передаче крутящего момента от главной передачи на полуоси сателлиты давят на зубья левой и правой полуосевых шестерён с одинаковой силой, так как каждый сателлит представляет собой равноплечий рычаг; поэтому крутящие моменты, подводимые к левой и правой полуосям, всегда равны между собой.

Если одно из ведущих колёс автомобиля попадает на скользкий участок дороги (грязь, снег, лёд), то сцепление колеса с дорогой может оказаться весьма малым, и колесо начнёт буксовать. В этом случае благодаря свойствам дифференциала на второе колесо, находящееся на лучшем, более твёрдом участке грунта, не может передаваться большее усилие, чем на первое колесо, вследствие чего указанное колесо перестаёт вра-



Фиг. 540. Схема дифференциала, блокируемого водителем.



Фиг. 541. Схема самоблокирующегося дифференциала.

щаться, в то время как буксующее колесо вращается с удвоенным числом оборотов, при этом автомобиль останавливается и не может продолжать движения.

Ввиду этого на некоторых автомобилях, предназначенных для эксплуатации в тяжёлых с точки зрения проходимости дорожных условиях, применяется **б л о к и р о в к а** (выключение) дифференциала, состоящая в том, что при помощи особого приспособления обе полуоси автомобиля оказываются жёстко соединёнными между собой и вращаются как одно целое вместе с дифференциальной коробкой и ведомой шестернёй главной передачи. Схема устройства для блокировки дифференциала показана на фиг. 540. На шлицах одной из полуосей посажена кулачковая муфта 1. Если муфта находится в положении, показанном на фиг. 540, то дифференциал работает. Если же муфту передвинуть так, чтобы её кулачки вошли в зацепление с кулачками, имеющимися у ступицы 3 дифференциальной коробки, то полуось окажется жёстко связанной с дифференциальной коробкой 2. При этом сателлиты относительно своих осей не смогут поворачиваться, и левая полуось будет вращаться с той же скоростью, что и правая.

В дифференциалах такого типа перемещение муфты, выключающей дифференциал, обычно производится с места водителя при помощи отводки и системы тяг.

На многих автомобилях повышенной проходимости применяются **с а м о б л о к и р у ю щ и е с я** д и ф ф е р е н ц и а л ы<sup>1</sup>. Конструкции таких дифференциалов весьма разнообразны. Схема одного из них представлена на фиг. 541. С ведомой шестернёй главной передачи связана

<sup>1</sup> Под термином «самоблокирующийся дифференциал» понимается дифференциал, могущий распределять крутящий момент между ведущими колёсами не поровну.

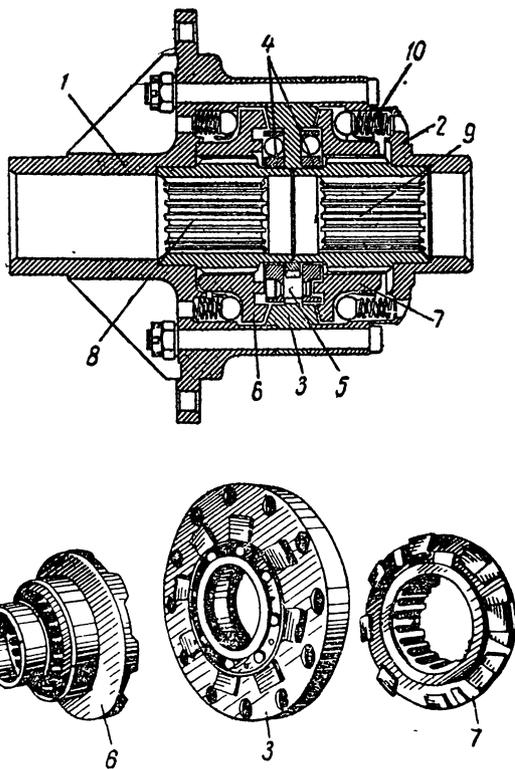
дифференциальная коробка 1, в которой помещаются червячные шестерни 2, служащие сателлитами, полуосевые червячные шестерни 4 и 5 и червяки 3, обеспечивающие передачу вращения от шестерён 2 к шестерням 4 и 5.

При прямолинейном движении автомобиля вся система червяков и червячных шестерён вращается вместе с дифференциальной коробкой как одно целое. При повороте автомобиля колесо, внутреннее по отношению к центру поворота, стремится вращаться медленнее, чем наружное. В этом случае червяки 3 и червячные шестерни 2 начинают поворачиваться на своих осях, допуская различное число оборотов полуосевых червячных шестерён 4 и 5.

Если одно из колёс автомобиля, например левое, попадает на скользкий грунт, оно будет стремиться увеличить число своих оборотов. Однако для этого следует преодолеть сопротивление трению нескольких червячных пар: 4—3, 3—2, 2—3, 3—5. Получающийся при этом момент трения увеличивает крутящий момент на правой полуоси и уменьшает его на левой полуоси.

Отношение моментов на полуосях характеризует степень блокировки дифференциала. Подбором угла наклона ниток червяка можно подбирать отношение указанных моментов в достаточно широких пределах. В самоблокирующемся дифференциале, выполненном по схеме, представленной на фиг. 541, это отношение в зависимости от конструкции может меняться в пределах 15—22.

На фиг. 542 показан самоблокирующийся дифференциал типа «Мультипул». Действие этого дифференциала основано на том, что если одно из ведущих колёс автомобиля увеличивает число оборотов, то на него прекращается передача крутящего момента, и весь момент от дифференциальной коробки передаётся только на другое колесо. Дифференциальная коробка выполнена из двух частей 1 и 2, между которыми зажато при помощи болтов ведущее кольцо 3, имеющее с обеих сторон кулачки. В гнездах ведущего кольца 3 монтируются два кольца 4, связанных между собой при помощи пальцев 5, проходящих через отверстия в ведущем кольце 3. В отверстиях, имеющихся в обоих кольцах 4, помещаются стальные шарики. С ведущим кольцом находятся в зацеплении кулачковые муфты 6 и 7, имеющие два концентрических ряда кулачков: широкие — для зацепления с кулачками ведущего кольца и узкие, входящие в промежутки между шариками в кольцах 4.



Фиг. 542. Самоблокирующийся дифференциал типа «Мультипул».

Муфты 6 и 7 сидят на шлицованных втулках 8 и 9, по которым они могут перемещаться. Шлицованные втулки 8 и 9 связаны с полуосями автомобиля. Каждая муфта прижимается к ведущему кольцу тремя пружинами 10 посредством стальных шариков, упирающихся во фланцы муфт.

Когда автомобиль движется прямолинейно вперед или назад, то ведущее кольцо 3, будучи сцеплено кулачками с муфтами 6 и 7, вращает полуоси с одинаковой скоростью независимо от сцепления каждого из колёс с дорогой. Таким образом при прямолинейном движении при условии равенства радиусов качания ведущих колёс полуоси жёстко связаны между собой и дифференциал не работает.

При повороте автомобиля ведущее кольцо 3 дифференциала своими кулачками ведёт муфту, расположенную со стороны внутреннего по отношению к центру поворота колеса. Муфта, расположенная на стороне забегающего колеса, должна вращаться с большей скоростью, чем муфта, расположенная на стороне отстающего колеса. Поэтому, как только начался поворот, кулачки ведущего кольца отстают от кулачков забегающей муфты. Возможность такого отставания обуславливается тем, что ширина кулачков меньше ширины впадин между кулачками.

Как только начинается относительный сдвиг между кулачками ведущего кольца и забегающей муфты, внутренние кулачки забегающей муфты, ранее находившиеся между шариками кольца 4, входят в соприкосновение с шариками, в результате чего кулачки муфты выходят из зацепления с кулачками ведущего кольца. Таким образом полуось забегающего колеса автомобиля оказывается выключенной и весь крутящий момент от главной передачи передаётся только на одно внутреннее по отношению к центру поворота колесо.

По окончании поворота муфта под воздействием пружин 10 входит обратно в зацепление с ведущим кольцом. На фиг. 542 показан момент, когда из зацепления с ведущим кольцом выведена левая муфта, т. е. поворот происходит направо.

Работа дифференциала при неодинаковом сцеплении ведущих колёс с дорогой, а также при некоторой разнице в размерах радиусов качения колёс происходит так же, как и при повороте автомобиля.

## § 5. МЕЖОСЕВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛ

На некоторых автомобилях повышенной проходимости (все оси ведущие) помимо дифференциалов, установленных между полуосями каждой оси, ставят также дифференциал между осями. Для выяснения назначения межосевого дифференциала рассмотрим движение двухосного автомобиля с обеими ведущими осями по неровной дороге.

Предположим, что задние колёса автомобиля катятся по ровному участку дороги, а передние встречают препятствие, в результате чего передние и задние колёса за одно и то же время должны проходить различные по величине пути. Чтобы в этих условиях колёса передней и задней осей катились без скольжения и буксования, они должны иметь возможность вращаться с различными угловыми скоростями. Последнее возможно лишь в том случае, если между ведущими осями автомобиля установлен дифференциал.

В трёхосных автомобилях со всеми ведущими осями межосевой дифференциал можно устанавливать между передней осью и задней тележкой. Установка дифференциала между осями задней тележки распространения не получила.

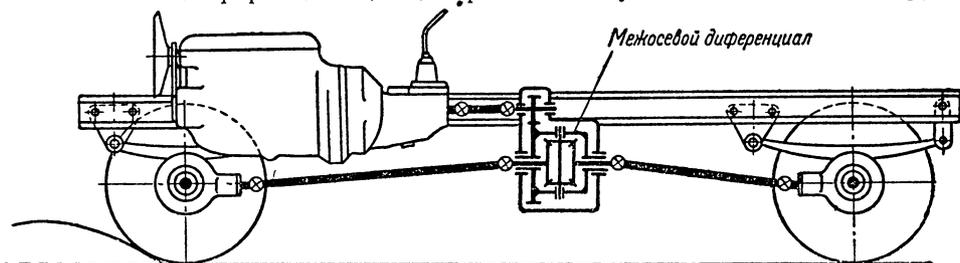
Межосевой дифференциал чаще всего размещается в одном общем картере с раздаточной коробкой, а иногда в отдельном картере, крепящемся к картеру одного из ведущих мостов.

Необходимо отметить, что установка между ведущими осями дифференциала обычной конструкции может привести к снижению проходимости автомобиля по двум причинам:

- 1) различными весами, приходящимися на переднюю и заднюю ведущие оси;
- 2) различными значениями коэффициента сцепления колёс передней и задней ведущих осей.

Снижение проходимости автомобиля вследствие неодинакового распределения нагрузок на оси устраняется введением дифференциала, распределяющего крутящий момент между ведущими осями в соответствии с весом, приходящимся на них. Такой дифференциал может быть дополнен устройством для его блокировки.

Вторая из указанных причин возможного снижения проходимости автомобиля может быть устранена применением самоблокирующегося межосевого дифференциала; одновременная установка самоблокирующего



Фиг. 543. Схема расположения межосевого дифференциала.

щихся дифференциалов и между полуосями ведущих осей обеспечивает значительное повышение проходимости автомобиля.

На фиг. 486 показан цилиндрический межосевой дифференциал, помещённый в картере раздаточной коробки и смонтированный в гнезде, расточенном в теле шестерни 9, получающей вращение от промежуточной шестерни 6 раздаточной коробки. Таким образом дифференциальной коробкой являются тело шестерни 9 и крышка 12, имеющая ступицу. Дифференциальная коробка своими ступицами установлена в картере раздаточной коробки на двух шариковых подшипниках.

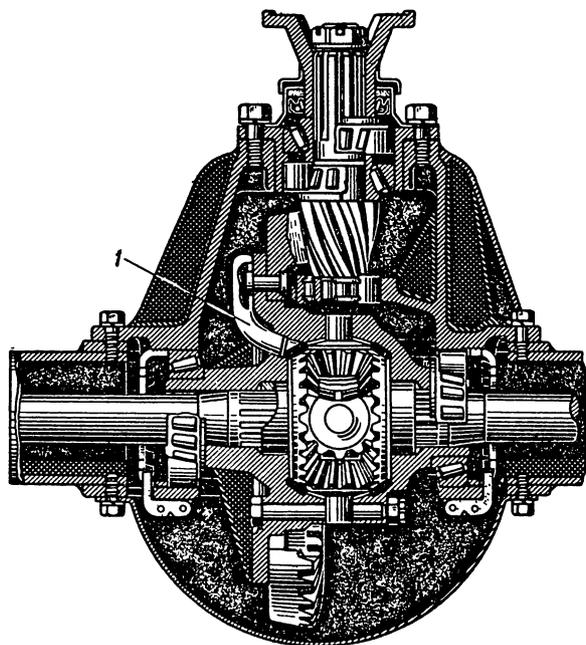
Особенностью устройства описываемого дифференциала является то, что в нём диаметры шестерён не равны между собой. Диаметр шестерни 10, сидящей на валу 8 привода на две задние оси, в два раза больше, чем шестерни 11, сидящей на валу 14, передающем усилие на переднюю ось. Благодаря большой разнице в размерах шестерён 10 и 11 первая из них выполнена с внутренним зубом, а вторая с наружным. Между указанными шестернями установлены три сателлита. Дифференциал выполняет две функции: первая заключается в том, что он позволяет валам 14 и 8, а следовательно, передним и задним колёсам в необходимых случаях вращаться с разным числом оборотов; вторая — в том, что он распределяет крутящий момент между валами 14 и 8 в отношении 1 : 2 соответственно весу, приходящемуся на ведущие оси спереди и сзади. Такое распределение крутящего момента получается благодаря тому, что диаметр шестерни 10 в два раза больше, чем шестерни 11.

Описанный дифференциал имеет устройство для блокировки в виде каретки 13, которая может передвигаться по шлицам вала 14. Если каретка сдвинута, как показано на фиг. 486, то дифференциал работает. Если же каретку переместить так, что она своими зубьями войдёт в пазы ступицы шестерни 9, то последняя начинает вращаться как одно целое с шестернёй 11, и дифференциал оказывается выключенным.

В качестве примера установки межосевого самоблокирующегося дифференциала может служить тяжёлый грузовой автомобиль фирмы Уолтер, у которого самоблокирующиеся дифференциалы установлены также и между полуосями обеих ведущих осей.

## § 6. СМАЗКА ДИФЕРЕНЦИАЛА

Детали дифференциала смазываются маслом, содержащимся в картере заднего моста, поэтому для обеспечения хорошей смазки зубьев сателлитов и полуосевых шестерён, а также пальцев, на которых сидят сателлиты, в дифференциальной коробке выполняются отверстия для прохода смазки, а в сателлитах сверлятся радиальные отверстия, через которые смазка поступает к трущимся поверхностям.



Фиг. 544. Дифференциал автомобиля «Интернационал» М-5-6 с черпаком для принудительной подачи смазки внутрь дифференциальной коробки.

Иногда смазка из картера в дифференциальную коробку подаётся посредством специального устройства. Примером такого устройства может служить дифференциал автомобиля «Интернационал» (фиг. 544), в котором к фланцу дифференциальной коробки прикреплён специальный черпак 1; последний, вращаясь вместе с коробкой, захватывает смазку из картера и подаёт её внутрь коробки, обеспечивая тем самым надёжную смазку деталей дифференциала.

## Глава VIII

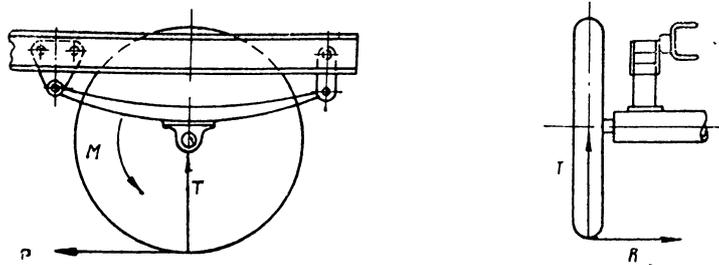
### ПРИВОД К ВЕДУЩИМ КОЛЕСАМ

#### § 1. ПОЛУОСИ

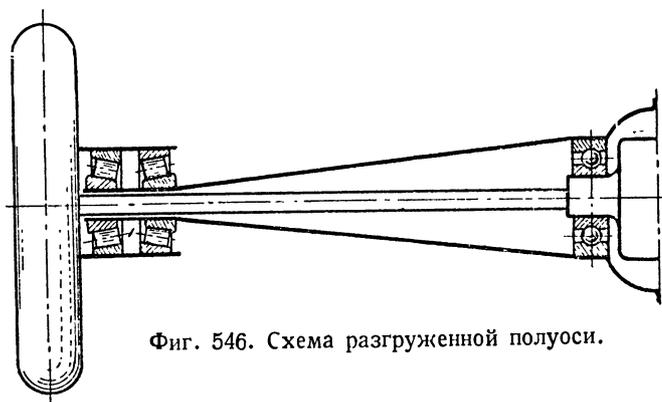
Назначение полуосей состоит в том, чтобы передавать крутящий момент от дифференциала к ведущим колёсам автомобиля.

Помимо крутящего момента полуоси могут быть нагружены изгибающими моментами.

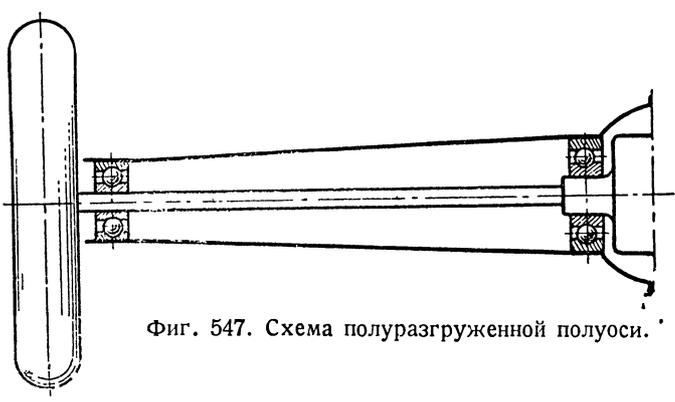
На фиг. 545 представлена схема сил, действующих на ведущее колесо автомобиля, где  $M$  — крутящий момент, подводимый к колесу;  $T$  — реакция веса, приходящегося на колесо;  $P$  — сила тяги (при торможении и заднем ходе автомобиля эта сила имеет противоположное направление);  $R$  — боковая сила, возникающая при движении по неровной дороге, при повороте и заносе автомобиля. Все эти силы создают моменты, могущие изгибать полуось. В зависимости от способа установки полу-



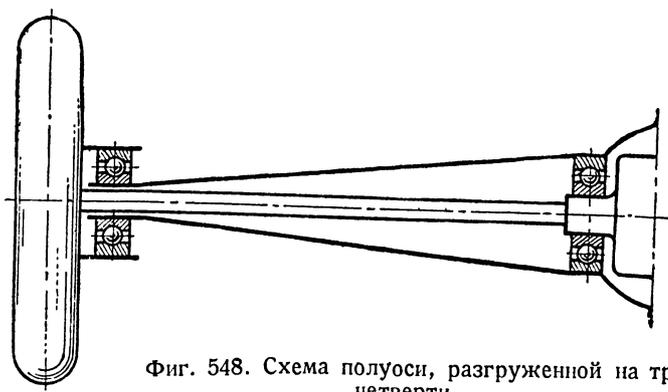
Фиг. 545. Схема сил, действующих на ведущее колесо автомобиля.



Фиг. 546. Схема разгруженной полуоси.



Фиг. 547. Схема полуразгруженной полуоси.

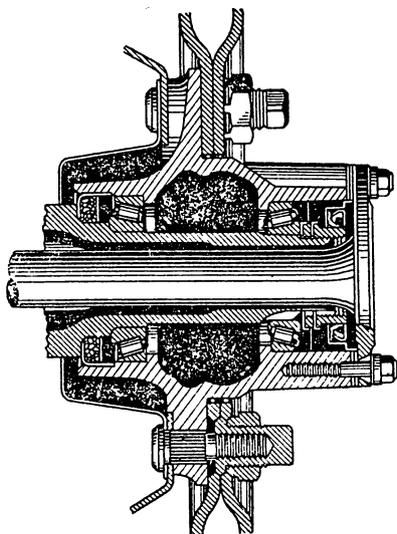


Фиг. 548. Схема полуоси, разгруженной на три четверти

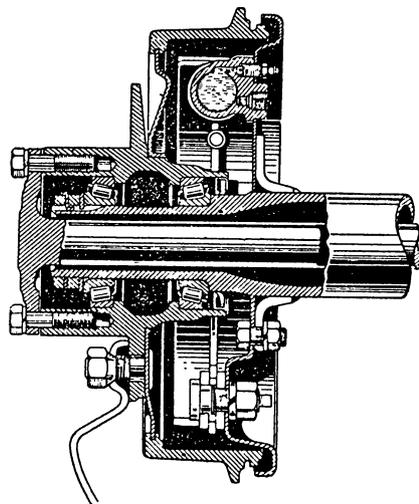
осей в картере заднего моста они могут быть полностью или частично разгружены от указанных моментов.

Соответственно этому полуоси подразделяются на три типа: 1) разгруженные полуоси (фиг. 546), 2) полуразгруженные полуоси (фиг. 547) и 3) полуоси, разгруженные на три четверти (фиг. 548).

Разгруженными полуосями называются полуоси, полностью разгруженные от изгибающих моментов — от сил  $P$ ,  $T$  и  $R$  и, следовательно, передающие только крутящий момент  $M$ . Это достигается тем, что ступица колеса (фиг. 546) устанавливается на чулке заднего моста на двух подшипниках, в результате чего изгибающие моменты от указанных выше сил воспринимаются чулком заднего моста.



Фиг. 549. Привод к ведущим колёсам задней тележки автомобилей Студебеккер US6 и US6×4



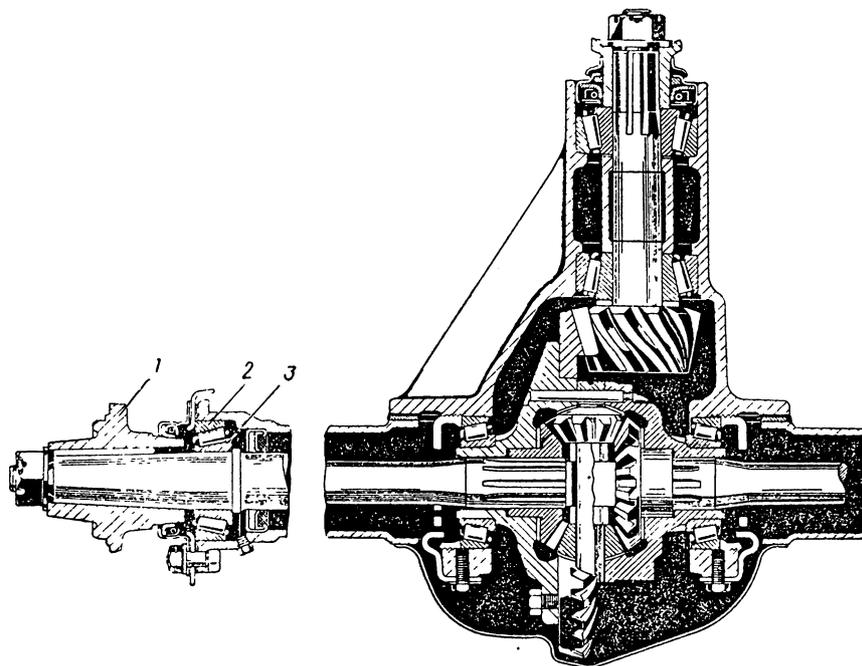
Фиг. 550. Привод к ведущим колёсам автомобилей Бантам ВРС и Виллис МВ.

Разгруженные полуоси применяются, главным образом, в грузовых автомобилях. Так, например, почти все модели американских грузовиков имеют разгруженные полуоси. Все грузовые автомобили производства ЗИС и Ярославского завода имеют разгруженные полуоси.

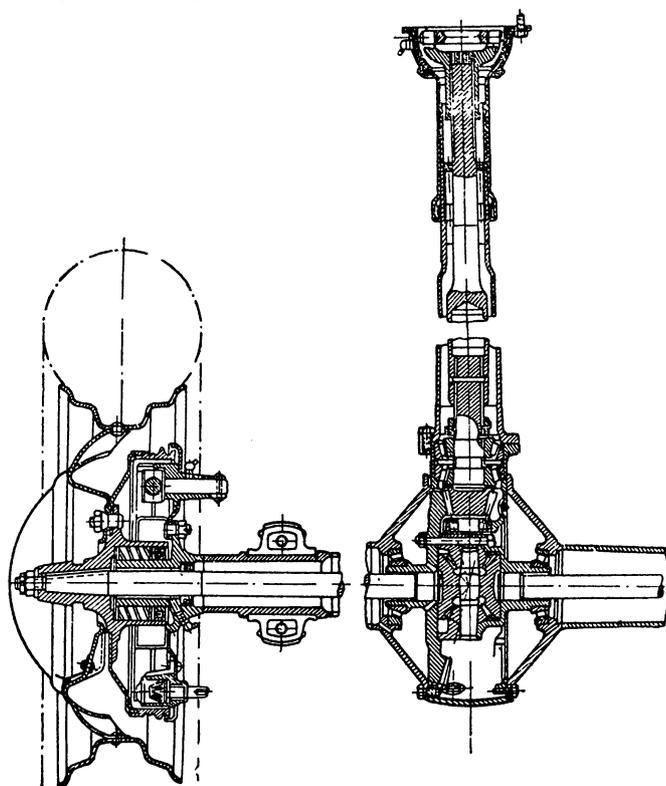
На фиг. 549 показан привод к ведущим колёсам задней тележки автомобилей Студебеккер US6 и US6×4. Внутренний шлицованный конец полуоси входит во втулку полуосевой шестерни. С наружной стороны полуоси откован фланец, при помощи которого она крепится к ступице ведущего колеса, установленной на чулке заднего моста на двух конических роликовых подшипниках. Со стороны внутрененго подшипника установлен сальник, предохраняющий от выбрасывания масла из ступицы. Аналогичное устройство имеют полуоси грузовых автомобилей Форд G8T, «Интернационал» М-5-6, а также легковых армейских автомобилей Бантам ВРС и Виллис МВ (фиг. 550) и др.

Если полуось непосредственно опирается на подшипники, установленные в чулке заднего моста (фиг. 547), то она воспринимает изгибающий момент от всех указанных на фиг. 545 сил; полуоси такого типа называются **п о л у р а з г р у ж е н н ы м и**.

Примером полуразгруженной полуоси может служить полуось автомобилей Додж (WC, WD15), показанная на фиг. 551. Внутренний конец полуоси имеет шлицы, на которых сидит полуосевая шестерня; на наружном конце на шпонке устанавливается ступица колеса 1.



Фиг. 551. Привод к ведущим колёсам автомобилей Додж (WC, WD15).



Фиг. 552. Привод к ведущим колёсам автомобиля ГАЗ М-1

С наружной стороны каждая полуось установлена на коническом роликовом подшипнике, внутренняя 3 обойма которого напрессована на полуось и упирается в её буртик, а наружная 2 установлена в гнезде чулка заднего моста.

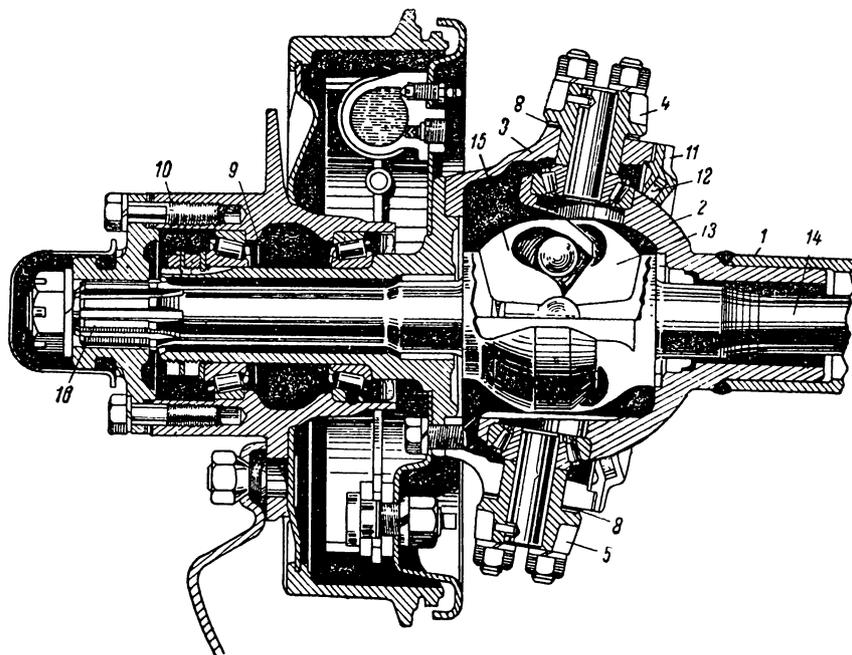
Полуразгруженные полуоси применяются, главным образом, в легковых автомобилях, а также грузовиках малой грузоподъёмности, в частности почти все американские легковые автомобили имеют полуразгруженные полуоси и лишь на некоторых автомобилях, как, например, Кадиллак мод. V-16-90, Форд, Линкольн-Зефир, применяются полуоси, разгруженные на три четверти.

На фиг. 548 представлена схема полуоси, разгруженной на три четверти. Так как опорой колеса служит не полуось, а подшипник, установленный на чулке заднего моста, то изгибающие моменты от сил  $P$ ,  $T$  и  $R$  воспринимаются в большей мере чулком заднего моста, чем полуосью.

Полуоси на три четверти разгруженные применяются на некоторых легковых автомобилях, а также грузовиках малой и средней грузоподъёмности. Полуоси указанного типа установлены на отечественных автомобилях — ГАЗ М-1 (фиг. 552), ГАЗ-АА (фиг. 517) и др.

## § 2. ПРИВОД К УПРАВЛЯЕМЫМ ВЕДУЩИМ КОЛЁСАМ

Угол поворота управляемых колёс изменяется в значительных пределах и может достигать  $40^\circ$ . Отсюда возникает сложность осуществления привода этих колёс. В современных автомобилях для обеспе-



Фиг. 553. Привод к управляемым ведущим колёсам автомобилей Бантам ВРС и Виллис МВ.

чения равномерного вращения колёс при различных углах поворота привод к управляемым колёсам обычно осуществляется при помощи карданов постоянной угловой скорости. Широкое применение для этой цели получили карданы типа Бендикс-Вейс, Рцелпа и Тракта. Первый тип кардана получил наибольшее распространение и устанавливается на

автомобилях Студебеккер US6, «Интернационал» М-5-6, Шевроле G-7107, Додж Т-203-В, Бантам ВРС, Виллис МВ и др.

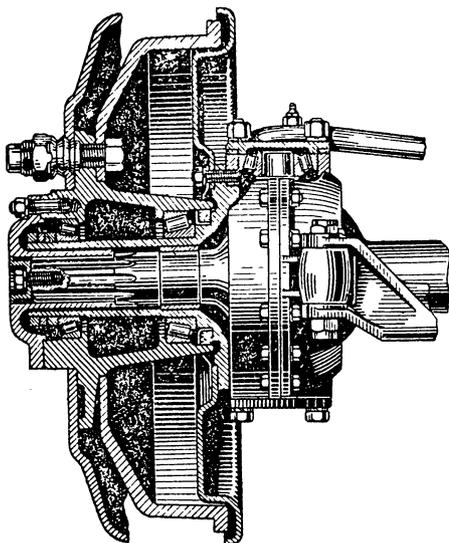
В качестве примера на фиг. 553 показан привод к управляемым колёсам автомобилей Бантам ВРС и Виллис МВ. К чулкам 1 заднего моста приварены сферические чашки 2, каждая из которых входит внутрь корпуса поворотной цапфы 3. В отверстиях корпуса цапфы сверху и снизу установлены втулки 4 и 5 со шкворневыми пальцами, опирающиеся на конические роликовые подшипники, установленные в гнездах сферической чашки. Фланцы втулок 4 и 5 болтами привёрнуты к корпусу цапфы. Под фланцы втулок подложены прокладки 8 для регулировки зазора в подшипниках. Верхняя втулка изготовлена за одно целое с рычагом поперёчной рулевой тяги.

С наружной стороны к корпусу цапфы болтами привёрнута поворотная цапфа 9, на которой на конических роликовых подшипниках смонтирована ступица колеса 10. С внутренней стороны к корпусу цапфы болтами привёрнут фланец 11 с уплотнительным фетровым кольцом 12.

Внутри сферической чашки 2 и корпуса цапфы 3 установлен кардан типа Бендикс-Вейс. Внутренняя вилка 13 кардана изготовлена за одно целое с полуосью 14; наружная вилка 15 — с хвостовиком 16. На шлицах хвостовика закреплён фланец, который одновременно болтами привёрнут к ступице колеса. Таким образом кардан позволяет передавать крутящий момент от полуоси к колесу при повороте последнего.

На фиг. 554 показан общий вид привода к управляемым колёсам грузового автомобиля Студебеккер US6. Здесь, так же как у автомобилей Бантам ВРС и Виллис МВ, передача крутящего момента от полуоси

к колесу осуществляется при помощи кардана типа Бендикс-Вейс. Основное отличие в устройстве привода заключается в том, что подшипники шкворневых пальцев установлены не в сферической чашке чулка, как это выполнено у автомобилей Бантам ВРС и Виллис МВ, а в корпусе поворотной цапфы; соответственно этому шкворневые пальцы установлены в сферической чашке чулка. Корпус цапфы выполнен разъемным, состоящим из двух половин, стягиваемых болтами.



Фиг. 554. Привод к управляемым ведущим колёсам автомобиля Студебеккер US6.

# РАЗДЕЛ V

## ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

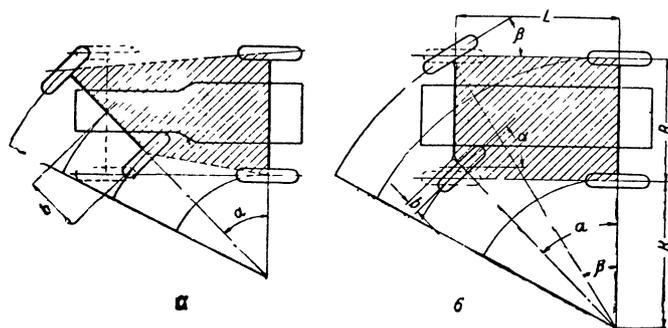
### Глава I

#### РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ

##### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ДЕЙСТВИЕ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Изменение направления движения автомобиля осуществляется поворотом управляемых колёс. Совокупность механизмов и устройств, служащих для этой цели, объединяется понятием рулевого управления автомобиля.

Для того чтобы при повороте все колёса автомобиля катились без бокового скольжения, по дугам концентрических окружностей, необхо-



Фиг. 555. Схемы поворота двухосного автомобиля.

димо, чтобы продолжения осей всех колёс пересекались в одной точке, являющейся центром поворота автомобиля.

Рассмотрим процесс поворота автомобиля применительно к типовой схеме двухосного автомобиля с передними управляемыми колёсами.

У первых появившихся автомобилей изменение направления движения осуществлялось поворотом всей передней оси, аналогично тому, как это делается в повозках конной тяги (фиг. 555, а). Хотя при таком устройстве оси указанное выше условие, обеспечивающее отсутствие бокового скольжения колёс при повороте, выполняется автоматически, в настоящее время на автомобилях такая схема не применяется ввиду ряда присущих ей недостатков. Для поворота колёс на значительные углы необходимо или сужать переднюю часть рамы, что затрудняет установку двигателя, или же поднимать раму для прохода колеса под ней, в результате чего поднимается центр тяжести. Кроме того, с увеличением угла поворота оси условная плоскость опоры автомобиля (заштрихованная на рисунке) уменьшается. То и другое ухудшает устойчивость автомобиля. Наконец, вследствие большого плеча  $b$  при ударах одного из колёс о неровности дороги создаётся значительный момент сопротивления, поворачивающий ось и затрудняющий управление автомобилем.

В современных автомобилях изменение направления движения осуществляется поворотом передних колёс вместе с цапфами, шарнирно установленными на переднем мосту, неподвижном относительно рамы (фиг. 555, б). При такой схеме условная плоскость опоры автомобиля не уменьшается, плечо  $b$ , а следовательно, и момент сопротивления повороту значительно меньше. Чтобы в этом случае удовлетворить условию качения колёс без бокового скольжения, передние колёса как видно из схемы, должны быть повёрнуты на различные углы:  $\alpha > \beta$ .

Разность этих углов тем больше, чем меньше радиус поворота автомобиля, и, следовательно, в процессе поворота автомобиля непостоянна. Математическая зависимость между указанными углами может быть выведена из чертежа (фиг. 555, б):

$$\operatorname{ctg} \beta = \frac{K+B}{L}; \quad \operatorname{ctg} \alpha = \frac{K}{L};$$

$$\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \alpha = \frac{B}{L}.$$

Устройство привода к управляемым колёсам должно быть таково, чтобы приведённое соотношение удовлетворялось с возможно бóльшим приближением.

На фиг. 556 приведён график, показывающий теоретически требуемую зависимость между углами поворота колёс для автомобиля ЗИС-101 (кривая 1); пунктиром на графике показана зависимость, действительно полученная на данном автомобиле (кривая 2). Разность между теоретическими и действительными углами поворота, изображённая отдельной кривой 3 в крупном масштабе, показывает, что в пределах наиболее употребительных малых углов поворота отклонения незначительны.

Маневренность автомобиля характеризуется минимальным значением его радиуса поворота, определяемого по внешнему колесу. Чем меньше радиус поворота, тем меньшая ширина проезжей части дороги требуется для разворота автомобиля.

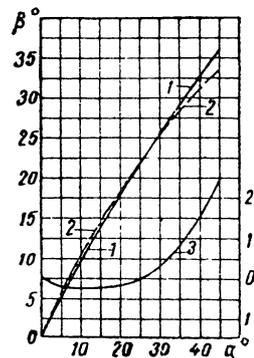
Радиус поворота автомобиля зависит от двух величин: углов поворота передних колёс и базы автомобиля (фиг. 557):

$$R = \frac{L}{\sin \beta}.$$

Предельная величина угла поворота колёс в современных автомобилях составляет примерно 40—45°. При одинаковых значениях предельных углов поворота колёс автомобиль с большей базой будет иметь и больший радиус поворота. Таким образом с увеличением базы маневренность автомобиля, как правило, снижается.

Минимальные величины радиуса поворота для современных автомобилей с передними управляемыми колёсами колеблются в среднем для легковых автомобилей от 5 до 8 м, для грузовых автомобилей от 7 до 13 м.

Высокая маневренность достигается за счёт уменьшения радиуса поворота автомобиля и имеет особое значение для армейских автомо-



Фиг. 556. График отклонения действительного угла поворота колёс от теоретически необходимого.

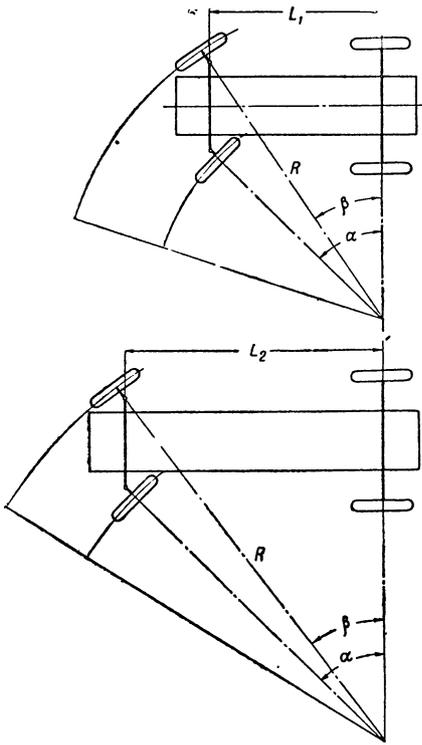
билей: бронеавтомобилей и автомобилей специального назначения. Возможность быстро развернуться на дороге, маневрировать на узких лесных проездах и т. п. является для машин данной области использования исключительно важным тактическим фактором.

В связи с этим ряд типов армейских автомобилей выполняется с передними и задними управляемыми колёсами, что позволяет в два раза уменьшить радиус поворота при нормальных значениях предельного угла поворота колёс (фиг. 558):

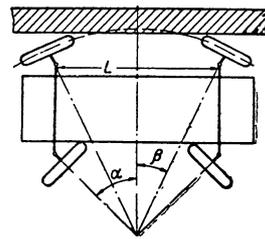
$$R = \frac{L}{2 \sin \beta}.$$

Дополнительным преимуществом рассмотренной схемы является то, что задние колёса всегда идут по колею передних; последнее повышает проходимость автомобиля при движении по мягким грунтам и по снегу.

Однако помимо общего усложнения конструкции автомобиля с пе-



Фиг. 557. Схемы поворота автомобилей с разными длинами базы.



Фиг. 558. Схема поворота автомобиля со всеми управляемыми колёсами.

редними и задними управляемыми колёсами обладают следующими недостатками:

1. При повороте автомобиля задние колёса перемещаются в сторону, противоположную повороту автомобиля, что затрудняет управление и в отдельных случаях снижает маневренность; так, если автомобиль стоял у стены или кювета, то отъехать с одновременным крутым поворотом невозможно (фиг. 558).

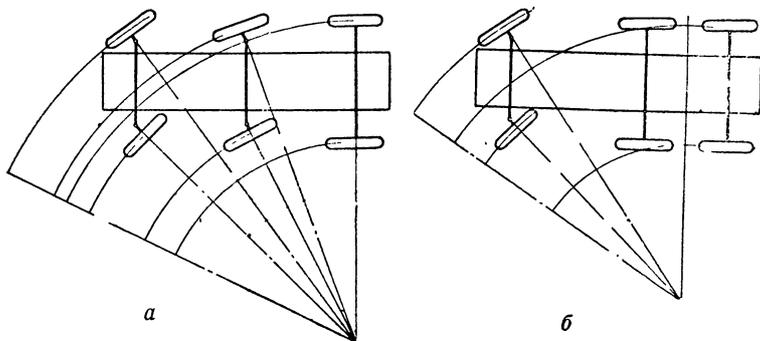
2. Как правило, привод к задним управляемым колёсам более сложный и длинный, чем к передним. Ввиду неизбежных при этом увеличенных деформаций и люфтов наблюдается отставание поворотов задних колёс от передних, вследствие чего происходит виляние автомобиля при движении с повышенными скоростями. В связи с этим рулевое управление дополнительно усложняется механизмом, выключающим привод на задние колёса и фиксирующим их в нейтральном положении.

Указанные недостатки проявлялись бы и при одних задних поворотных колёсах. Поэтому такие автомобили, не имеющие никаких преимуществ по сравнению с автомобилями с передними управляемыми колёсами, не применяются.

Рассмотренные выше положения по повороту двухосного автомобиля могут быть применены к автомобилям с большим числом осей.

В трёхосных автомобилях с целью устранения бокового скольжения колёс при повороте требуется наличие управляемых колёс на двух осях с расположением центра поворота на продолжении третьей оси (фиг. 559, а).

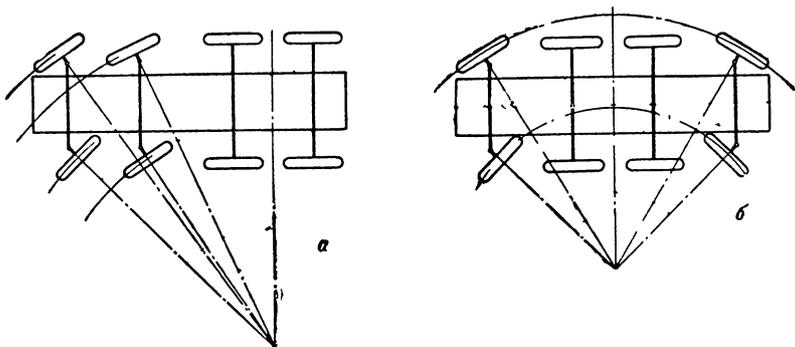
Однако ввиду значительных конструктивных затруднений, возникающих при осуществлении подобной схемы, подавляющее большинство



Фиг. 559. Схемы поворота трёхосных автомобилей.

трёхосных автомобилей имеет управляемыми только передние колёса. Схема поворота такого автомобиля показана на фиг. 559, б, при этом центр поворота автомобиля располагается на прямой, лежащей примерно посередине между задними мостами. Для того чтобы свести к минимуму неизбежное при такой схеме боковое скольжение управляемых колёс, оси последних должны быть по возможности сближены.

В четырёхосных автомобилях по аналогичным соображениям поворотными делаются колёса только на двух осях. При этом допускается

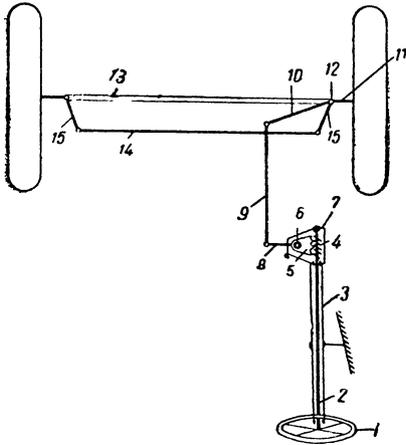


Фиг. 560. Схемы поворота четырёхосных автомобилей.

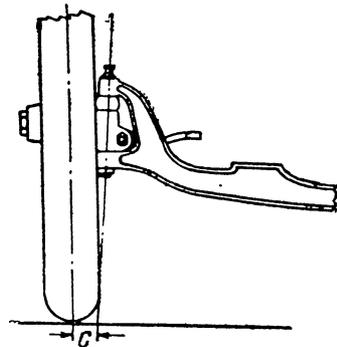
некоторое скольжение управляемых колёс. На фиг. 560, а показана схема поворота автомобиля с управляемыми колёсами на двух передних осях. По такой схеме выполнено, например, управление четырёхосного швейцарского автомобиля Заурер, модель 8М. В отдельных конструкциях управляемыми делают колёса передней и задней осей, как показано на схеме фиг. 560, б, а средние оси максимально сближают для уменьшения бокового скольжения управляемых колёс. По такой схеме выполнены, например, английские четырёхосные тягачи АЕС и германские броневые автомобили Австро-Даймлер (тип ADCZ).

## § 2. ОБЩАЯ КОМПОНОВКА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Простейшая схема рулевого управления автомобиля представлена на фиг. 561. Для поворота автомобиля водитель прикладывает усилие к рулевому колесу — штурвалу 1, сидящему на конце рулевого вала 2. Опорой для вала служит рулевая колонка 3, укрепленная в кабине. На другом конце рулевого вала посажен червяк 4, зацепленный с червячным сектором 5, насаженным на валу 6, расположенном перпендикулярно рулевому валу. Система двух валов и червячной пары, т. е. механизм, увеличивающий усилие водителя, передаваемое на вал 6, заключена в картере 7, крепящийся на лонжероне рамы. На конце вала 6, выступающем из картера, укреплен рычаг — рулевая сошка 8. При повороте штурвала влево или вправо рулевая сошка поворачивается и за-



Фиг. 561. Схема рулевого управления автомобиля.



Фиг. 562. Схема установки поворотного колеса.

ставляет перемещаться по продольную рулевую тягу 9, шарнирно связанную с ней и с рычагом 10 поворотной цапфы 11, которая имеет возможность поворачиваться вокруг неподвижного шкворня 12, укрепленного в кулаке передней оси 13. Одновременно с поворотом одного колеса поворачивается и второе, шарнирно связанное с первым поперечной рулевой тягой 14, соединяющей рычаги 15 обеих поворотных цапф. Система, состоящая из неподвижной оси 13, поперечной тяги 14 и поворотных рычагов 15, образует рулевую трапецию — трапецию Жанто. Этот механизм назван по имени французского мастера Жанто, впервые применившего его в 1878 г. к автомобилю; его назначение — обеспечить поворот управляемых колес автомобиля на различные углы в соответствии с приведенным выше требованием пересечения осей вращения управляемых колес в одной точке, лежащей на продолжении оси задних колес.

Как видно из изложенного выше, рулевое управление автомобиля можно разбить на две группы деталей:

1) рулевая передача — механизм, увеличивающий усилие, приложенное водителем к штурвалу;

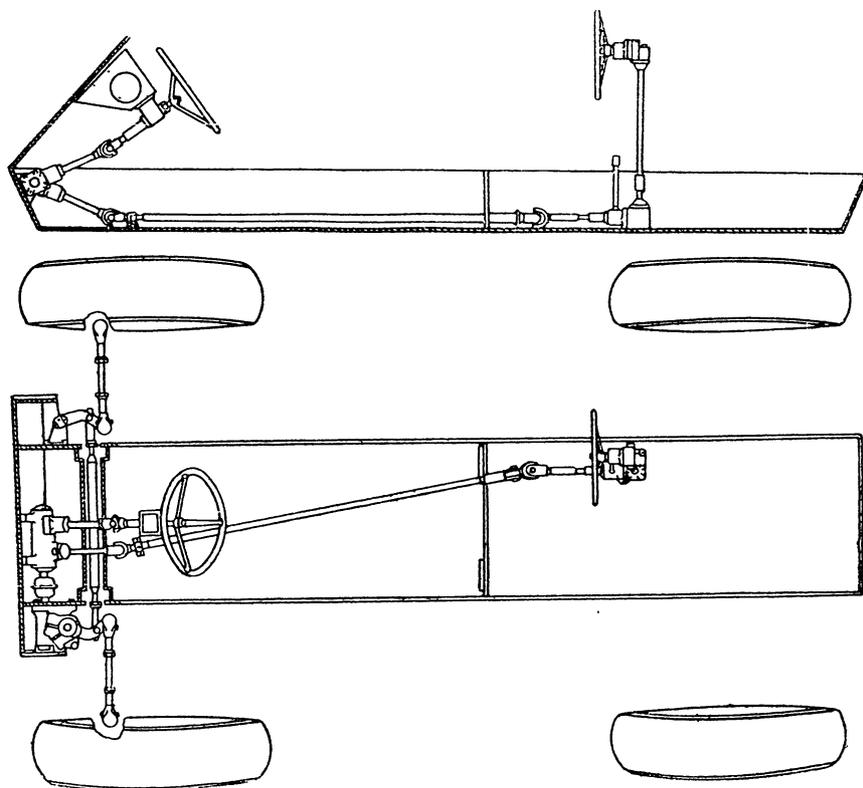
2) рулевой привод к управляемым колесам — механизм, подводящий усилие от рулевой передачи к управляемым колесам для их поворота.

Передаточное число рулевой передачи  $i_1$  зависит от размеров элементов передачи и может иметь постоянное или переменное значение в зависимости от типа передачи. Величина передаточного числа

составляет в среднем от 10 до 15 у легковых автомобилей и от 10 до 25 — у грузовых.

Передающее число рулевого привода  $i_2$  является отношением длины рычага поворотной цапфы к длине рулевой сошки. Величина его не остаётся постоянной в процессе поворота колёс вследствие изменяющихся плеч рычагов, однако эти изменения не велики. Передающее число привода составляет в среднем у различных автомобилей величину от 0,85 до 1.

Угловое передаточное число  $i_\omega$  рулевого управления представляет собой отношение угла поворота штурвала к углу поворота управляемых



Фиг. 563. Двойной пост рулевого управления.

колёс. Оно определяется как произведение передаточных чисел рулевой передачи и рулевого привода:  $i_\omega = i_1 \cdot i_2$ . В современных автомобилях угол поворота управляемых колёс в одну сторону не превышает  $45^\circ$ , чему соответствует поворот штурвала на 1,5—3 оборота; значение углового передаточного числа колеблется в пределах от 8,5 до 25.

Силовое передаточное число  $i_p$  рулевого управления представляет собой отношение усилия, получаемого на управляемых колёсах в точках их опоры на грунт, к усилию, приложенному водителем на штурвале. Оно зависит от углового передаточного числа и плеч, на которых приложены усилия:

$$i_p = i_\omega \frac{R}{C},$$

где  $R$  — радиус штурвала;

$C$  — расстояние от средней точки контакта колеса на горизонтальной плоскости до точки пересечения последней с продолжением оси шкворня поворотной цапфы (фиг. 562).

Значение силового передаточного числа колеблется для различных автомобилей от 100 до 300.

В некоторых автомобилях, по конструктивным соображениям, рулевую трапецию выносят вперёд, располагая поперечную тягу перед осью. Возможность повреждения деталей трапеции при наезде на препятствие представляет некоторый недостаток такого устройства.

Рулевая колонка устанавливается в кабине водителя либо с левой, либо с правой стороны, в соответствии с принятым в данной стране направлением движения транспорта по дорогам. При «правом» движении рулевая колонка устанавливается слева; это обеспечивает водителю лучшую видимость встречного транспорта, в частности при обгоне, а также даёт возможность пассажиру, сидящему рядом с водителем, выходить из автомобиля непосредственно на тротуар или обочину дороги. Левое расположение рулевой колонки принято на всех отечественных и американских автомобилях. Автомобили производства тех стран, где принято «левое» движение (Англия, Италия и некоторые другие), соответственно имеют правое расположение рулевой колонки.

На бронеавтомобилях некоторых типов устанавливают два поста управления — спереди и сзади — для возможности надёжного вождения машины не только передним, но и задним ходом. В этом случае рулевая передача устанавливается только на переднем посту, задний же пост управления связывается с передним при помощи той или другой системы привода. На фиг. 562 показана установка двух постов управления на английском бронеавтомобиле Даймлер.

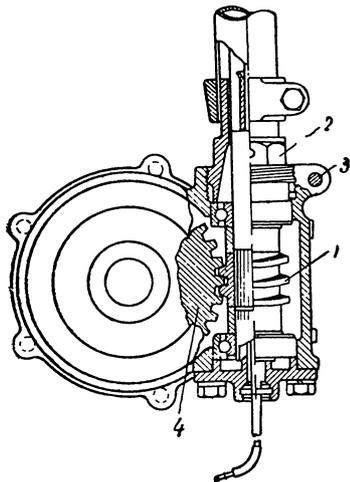
### § 3. РУЛЕВАЯ ПЕРЕДАЧА

Механизм рулевой передачи должен увеличивать усилие, прикладываемое водителем к штурвалу, настолько, чтобы управление автомобилем не требовало чрезмерной затраты физических сил.

Для облегчения поворота желательно иметь передаточное число рулевой передачи возможно большим, однако пропорционально увеличению передаточного числа возрастает угол поворота штурвала, а значит и время, необходимое для поворота колёс.

Современные автомобили, не только легковые, но и грузовые, развивают высокие скорости, при которых необходимо иметь возможность быстрого отклонения автомобиля от прямого направления, например при объезде внезапно появившегося препятствия. Это возможно только при малом передаточном числе, позволяющем производить значительные отклонения колёс при малых углах поворота штурвала, т. е. в короткое время. Для удовлетворения указанных противоречивых требований в рулевой передаче желательно иметь переменное передаточное число. Рулевые передачи современных автомобилей можно разбить на следующие группы: 1) червячные передачи, 2) передачи с винтом и кривошипом, 3) передачи с винтом и гайкой, 4) реечные передачи.

Ниже приводятся типовые конструкции по каждой группе рулевых передач.



Фиг. 564. Механизм «червяк и червячное колесо».

## Червячная передача

В настоящее время имеют распространение три типа червячных передач: 1) червяк и червячное колесо, 2) червяк и червячный сектор, 3) червяк и ролик.

Рулевая передача «червяки и червячное колесо» представлена на фиг. 564 (автомобиль Бедфорд). Здесь рулевой вал имеет на нижнем конце мелкие шлицы, на которых посажен однозаходный цилиндрический червяк 1. Вал смонтирован в картер на двух радиально-упорных шариковых подшипниках. Верхний подшипник может перемещаться для выборки люфта червяка по мере износа подшипников, что производится регулировочной гайкой 2, ввёрнутой в горловину картера. Фиксация гайки осуществлена стяжным болтом 3, сжимающим разрезную часть горловины картера. Червяк находится в зацеплении с бронзовой червячной шестернёй 4, сидящей на шлицах вала рулевой сошки и укреплённой на нём гайкой. При износе и появлении большого люфта в зацеплении шестерня снимается с вала и ставится в зацепление с червяком нейзношенными зубцами. При износе червяка регулировка зацепления становится невозможной.

Рулевая передача «червяк и червячный сектор» устанавливается на английских автомобилях Альбион, американских Додж и многих других. Устройство передачи такого типа показано на фиг. 565. Здесь в зацеплении находятся глобоидальный<sup>1</sup> червяк 1 и червячный сектор 2, представляющий часть червячной шестерни. Червяк напрессован на рулевой вал и имеет по торцам конические поверхности, служащие для опоры роликов двух конических роликовых подшипников. Наружное кольцо верхнего подшипника используется для регулировки, что осуществляется изменением числа регулировочных прокладок 3 под верхней крышкой картера 4. Трёхзубый червячный сектор 2 откован заодно с валом рулевой сошки 5, сидящим в гнезде боковой крышки картера 6 в двух бронзовых втулках 7. Изменение осевого люфта вала рулевой сошки достигается регулировочным винтом 8, ввёрнутым в картер до упора в торец вала.

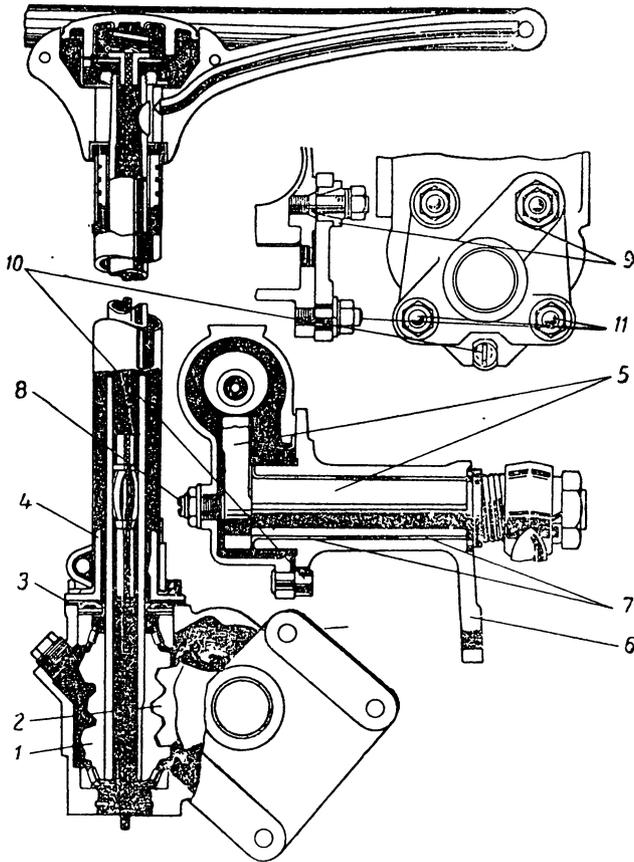
С целью регулировки зацепления червячной пары сектор может перемещаться по отношению к червяку вместе с боковой крышкой 6. Перемещение крышки осуществляется эксцентриковой втулкой 9 и эксцентриковой шпилькой 10. При вращении первой сектор приближается или удаляется от червяка, а при вращении второй сектор перемещается вдоль оси червяка. Диаметр отверстий под шпильки 11 увеличен для возможности перемещения крышки 6.

Регулировкой достигается положение оси сектора против середины червяка с наименьшим зазором в зацеплении, что должно соответствовать положению управляемых колёс при движении автомобиля по прямой. Червяку придана такая форма, что по мере отклонения сектора от среднего положения, при повороте управляемых колёс, зазор в зацеплении увеличивается. Это обеспечивает невозможность заедания механизма в крайних положениях сектора после регулировки и выборки люфта по средней наиболее изношенной нитке червяка. Характер изменения зазора изображён на фиг. 566.

Рулевая передача «червяк и ролик» (передача типа Марвелл) устанавливается на отечественных автомобилях ГАЗ и ЗИС-101, американских легковых и грузовых автомобилях Форд и др.

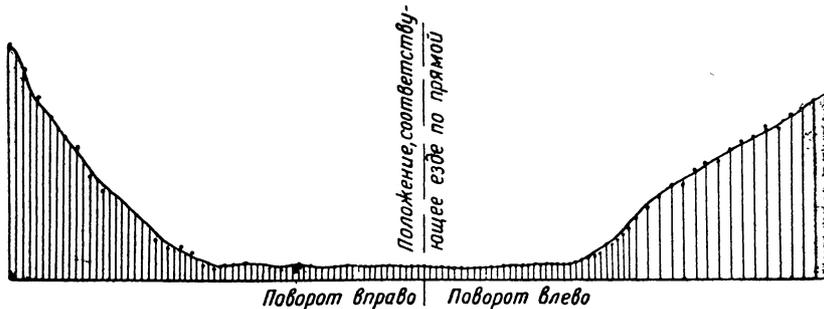
<sup>1</sup> Глобоидальным червяком называется такой, у которого образующая нарезной поверхности является дугой окружности.

Пример передачи такого типа изображён на фиг. 567. Здесь рабочая пара механизма состоит из глобоидального червяка 1 и двойного ролика 2, входящего своими выступами между его витками. Между червяком и



Фиг. 565. Механизм рулевой передачи автомобиля Додж.

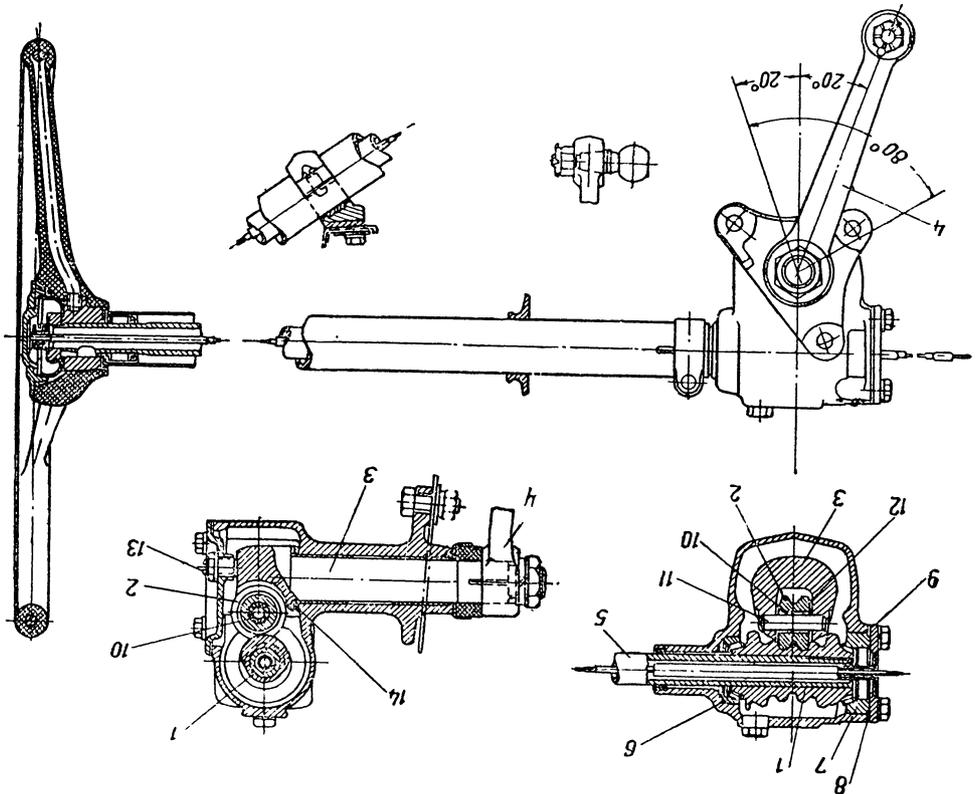
роликом имеет место трение качения, что значительно повышает срок службы указанных деталей и к. п. д. передачи. При вращении червяка



Фиг. 566. Диаграмма изменения зазора в зацеплении.

ролик, перекатываясь по его нарезке, поворачивает вал 3 и закреплённую на нём сошку 4; червяк 1, снабжённый внутренними шлицами, напрессо-

ван на рулевой вал 5. Верхний конец вала опирается на роликовый подшипник, установленный в рулевой колонке. Червяк помещён в двух конических роликовых подшипниках 6, расположенных по его концам. Наружное кольцо нижнего подшипника 7 имеет в картере скользящую посадку и используется для регулировки подшипников, осуществляемой изменением числа прокладок 8, зажатых под нижней крышкой картера 9. Ролик 2 вращается на игольчатом подшипнике 10 и оси 11, запрессованной в массивную головку вала 3 рулевой сошки. Между торцами ролика и стенками паза находятся закалённые стальные шайбы 12 с гладкой полированной поверхностью, устраняющие осевые перемещения ролика.



Фиг. 567. Механизм рулевой передачи автомобиля ГАЗ М-1.

Осевые перемещения вала сошки ограничиваются с одной стороны бронзовым регулировочным винтом 13, сидящим в боковой крышке картера и упирающимся в шлифованный торец вала, а с другой — регулировочными прокладками 14, находящимися между торцом головки вала и стенкой картера.

Как видно из рисунка, ось ролика 11 не лежит на одной вертикали с осью червяка, а несколько сдвинута. Поэтому при снятии части прокладок 14 из-под головки вала и ввёртывании винта 13 ось ролика переместится в сторону червяка и сократит расстояние между центрами этой пары, что уменьшит зазор в её зацеплении.

Двойной ролик в совокупности с головкой вала сошки выполняет те же функции, что и червячный сектор вышеприведённой рулевой передачи.

Передаточное число всех типов червячных передач постоянно и подсчитывается по формуле:

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1},$$

где  $z_1$  — число заходов червяка;

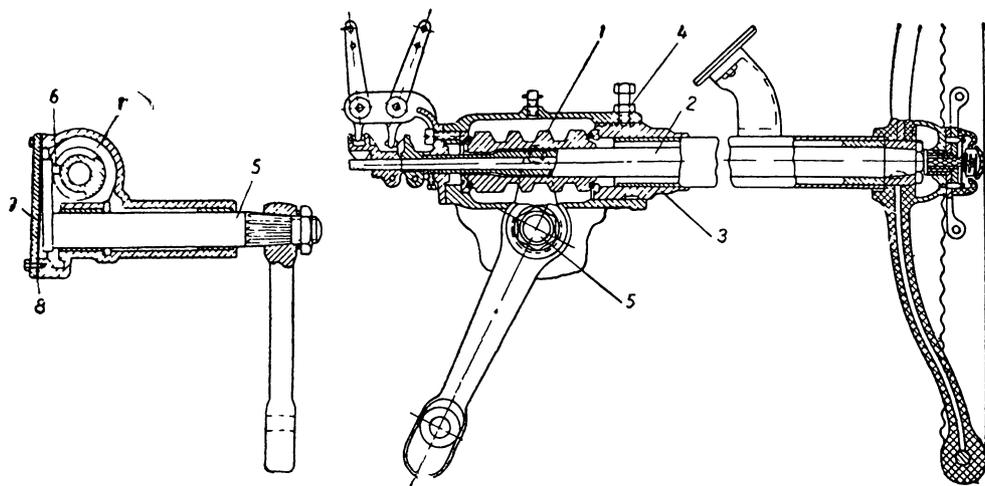
$z_2$  — число зубьев червячной шестерни.

### Рулевые передачи с винтом и кривошипом

Рулевая передача «винт и кривошип» (передача типа Росс) представлена двумя основными типами, имеющими одинаковое распространение в настоящее время: 1) винт и кривошип с одним шипом и 2) винт и кривошип с двумя шипами. В обоих типах шип может быть неподвижным или вращающимся.

Винт и кривошип с одним неподвижным шипом. Механизм этого типа установлен на отечественных автомобилях ЗИС-5 и ЯГ-6, на английских автомобилях Остин, американском—Бантам и др.

Типовая конструкция передачи Росс показана на фиг. 568. Винт 1 напрессован шлицеванным отверстием на рулевой вал 2. На обоих



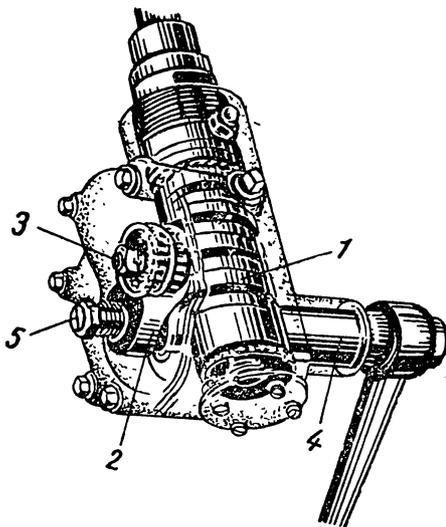
Фиг. 568. Механизм рулевой передачи автомобиля ЗИС-5.

концах винта обработаны кольцевые канавки, образующие беговые дорожки упорных шариковых подшипников. Наружные кольца подшипников установлены: нижнего — в картере рулевого механизма, а верхнего — в регулировочной гайке 3, ввёрнутой сверху в картер и закреплённой стопорным болтом 4 с контргайкой. В приливе картера на двух бронзовых втулках установлен вал рулевой сошки 5. Внутренний конец вала имеет кривошип — рычаг с конусным шипом 6, входящим в трапецевидную нарезку винта. При вращении рулевого вала шип, скользящий по нарезке винта, поворачивает через кривошип вал рулевой сошки. Рычаг кривошипа с противоположной от шипа стороны шлифован и скользит по шлифованному выступу крышки 7 картера. Между крышкой и картером устанавливаются регулировочные прокладки 8, при снятии которых вал перемещается глубже в картер, а шип заходит глубже в нарезку винта, уменьшая зазор в соединении. В крайних положениях шипа зазор в зацеплении увеличивается, обеспечивая этим невозможность заеда-

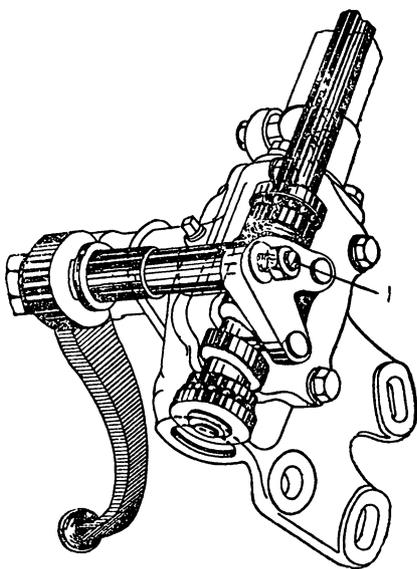
ний и заливаний шипа при больших поворотах управляемых колёс.

Основным недостатком рулевой передачи этого типа является быстрый износ шипа, что влечёт за собой необходимость смены вала сошки, так как шип выполнен за одно целое с кривошипом.

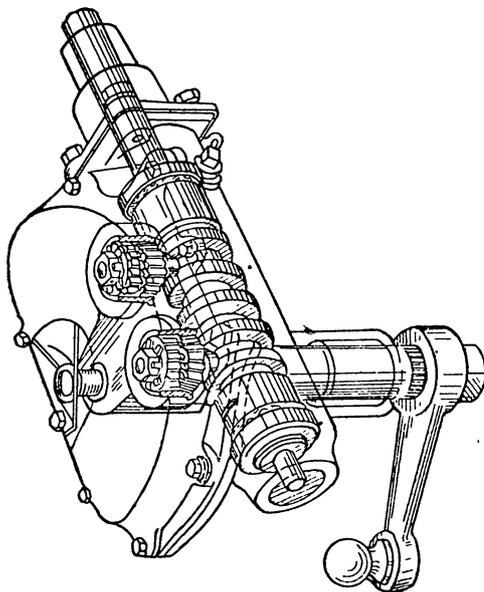
Винт и кривошип с шипом, вращающимся в подшипнике. Для устранения указанного выше недостатка, а также для повышения к. п. д. передачи в более поздних конструкциях рулевых передач типа Росс шип выполняется не за одно целое с кривошипом, а смонтирован на подшипниках качения в щеке кривошипа. Благодаря этому трение скольжения шипа заменяется трением качения, износ рабочих поверхностей снижается, а к. п. д. передачи увеличивается. Устройство механизма рулевой передачи этого типа показано на фиг. 569. Устройство и крепление валов здесь выполнено аналогично предыдущей конструкции. Шип, соединяющий нарезку винта 1 рулевого вала с кривошипом 2, укреплён



Фиг. 569. Механизм рулевой передачи германского тягача Фамо.



Фиг. 570. Механизм рулевой передачи автомобиля Виллис.

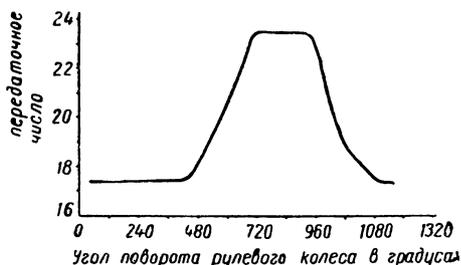


Фиг. 571. Механизм рулевой передачи автомобиля «Интернационал».

в последнем на двух конических роликовых подшипниках, регулируемых гайкой 3 на хвостовике шипа. Осевые смещения вала рулевой сошки 4 ограничиваются регулировочным болтом 5, упирающимся в торец вала; этим одновременно устанавливается правильное зацепление.

Винт и кривошип с двумя неподвижными шипами. Механизм такого типа устанавливается на американских автомобилях: легковом Виллис, трёхосном грузовом Студебеккер и др. Фиг. 570 показывает, что по устройству механизм этот в основном совершенно одинаков с предыдущими, но имеет на кривошипе два шипа, одновременно входящие в нарезку винта. Шипы впрессованы в щёку кривошипа и при износе их можно заменить. Зацепление регулируется, как обычно, при помощи регулировочного винта 1.

Для осуществления правильного изменения передаточного отношения нарезка винта выполнена так, что при движении автомобиля по прямой механизм имеет большое передаточное отношение. По мере увеличения поворота автомобиля один из шипов выходит из зацепления, а второй перемещается по нарезке средней части винта, чем обеспечивается меньшее передаточное отношение.



Фиг. 572. График изменений передаточного числа в зацеплении винт—кривошип.

Винт и кривошип с двумя вращающимися шипами. Рулевая передача этого типа установлена на американских трёхосных грузовиках «Интернационал» и др. По характеру устройства деталей (фиг. 571) и регулировочным приспособлениям

она не отличается от рулевой передачи, приведённой на фиг. 570, кроме того, что оба шипа установлены на двойных конических роликовых подшипниках, сидящих в кривошипе вала сошки.

Описанная группа передач имеет переменное передаточное число, изменение которого зависит от шага винта. Нормально передаточное число в этих механизмах увеличивается при среднем положении кривошипа и уменьшается по мере его отклонений. Характер изменения передаточного числа представлен на фиг. 572, где его изменение показано при повороте рулевого колеса от одного до другого крайнего положения.

Значение передаточного отношения может быть подсчитано по формуле:

$$i_1 = \frac{2\pi m}{h \cos^2 \beta},$$

где  $m$  — расстояние от оси винта до оси вала сошки;

$h$  — шаг винта;

$\beta$  — угол отклонения кривошипа от среднего положения.

### Рулевые передачи с винтом и гайкой

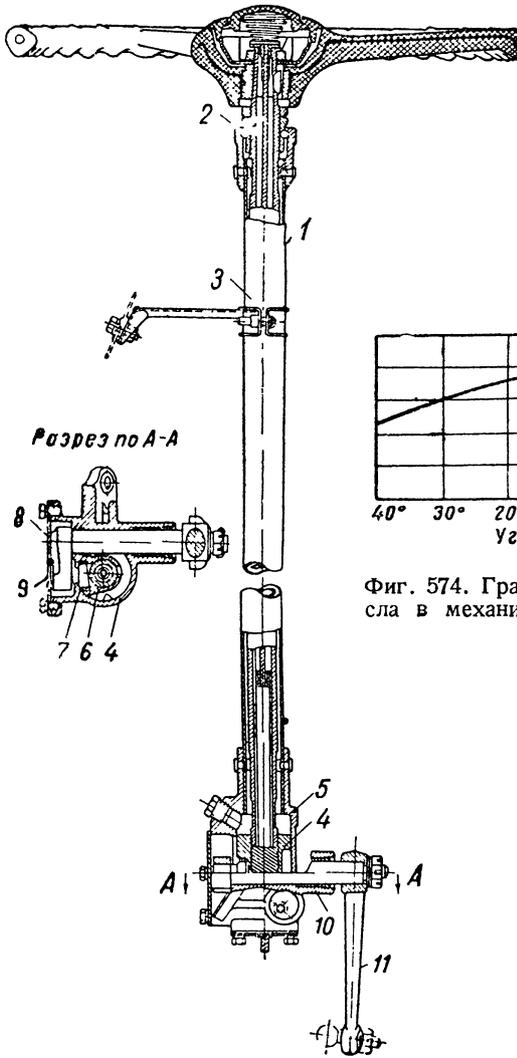
В передачах этого типа вращение винта рулевого вала преобразуется в прямолинейное движение гайки, а последнее — во вращательное движение вала рулевой сошки.

Применяющиеся в настоящее время передачи винтом и гайкой можно разбить на два вида: 1) винт, гайка и кривошип; 2) винт, гайка и сектор.

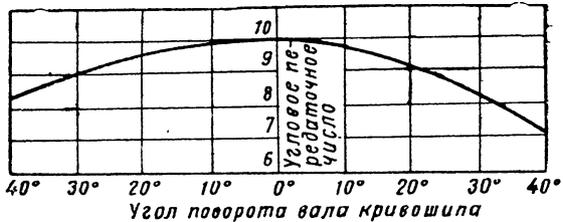
Винт, гайка и кривошип. Такой механизм, устанавливавшийся на автомобиле КИМ-10, показан на фиг. 573. Рулевой вал 1 опирается верхним концом на упорный шариковый подшипник 2 рулевой колонки 3. Нижний конец вала выполнен в виде пятизаходного винта.

На резьбу вала навёрнута фасонная гайка 4, наружной поверхностью скользящая в цилиндрическом канале картера 5 рулевого механизма. С боковой стороны гайки имеется отверстие, в которое запрессована втулка 6. В отверстие втулки входит палец 7 кривошипа 8, удерживающий гайку от вращения.

Кривошип выполнен заодно с валом рулевой сошки. Наружный конец вала рулевой сошки проходит через втулку 10 и имеет конус со шлицами для крепления рулевой сошки 11. Кривошип опирается внутренней стороной на прилив картера, а наружной — на плоскую крышку 9 картера. Так как палец имеет перемещение по дуге круга, то гайка, кроме осевого движения, совершает ещё в обе стороны некоторый поворот относительно среднего положения. При вращении рулевого вала гайка перемещается по его винту, а палец, следуя за



Фиг. 573. Механизм рулевой передачи автомобиля КИМ-10.



Фиг. 574. График изменения передаточного числа в механизме рулевой передачи автомобиля КИМ-10.

гайкой, поворачивает кривошип вала рулевой сошки.

Передаточное число такого механизма подсчитывается по формуле:

$$i_1 = \frac{2\pi m \cos \beta}{h},$$

где  $m$  — расстояние от оси вала сошки до оси пальца;

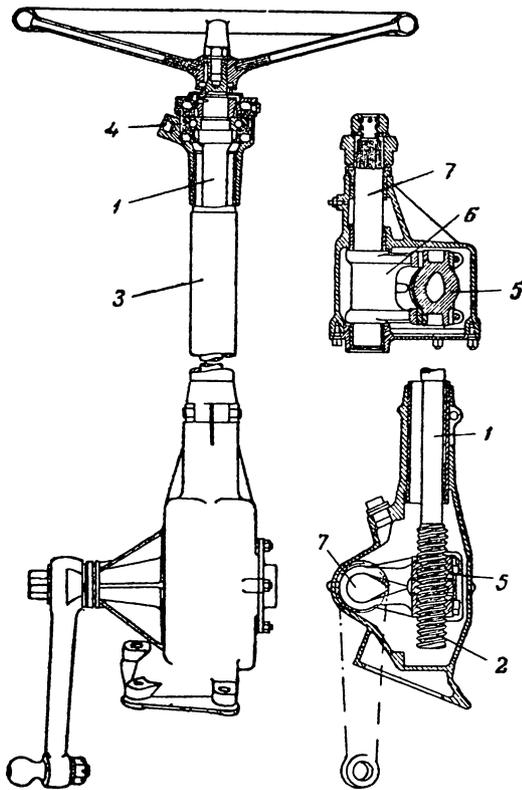
$h$  — шаг винта.

При  $\cos \beta = 1$ , т. е. в нейтральном положении управляемых колёс, значение передаточного числа будет макси-

мальным. На фиг. 574 показан график изменения передаточного числа в зависимости от угла поворота кривошипа.

Винт, гайка и кривошип с качающимся винтом. Механизм такого типа изображён на фиг. 575. Рулевой вал 1 с винтом 2, выполненным на его нижнем конце, установлен в рулевой колонке 3 на подшипниках 4, обеспечивающих отсутствие перемещений вала в осевом направлении, но допускающих наклон его оси. На резьбу винта 2 на-

вёрнута гайка 5, сидящая своими цапфами в вильчатом рычаге 6 вала рулевой сошки 7. При перемещении гайки по винту за ней следует рычаг, поворачивая вал сошки. Движение гайки, связанной цапфами с рычагом, совершается по дуге постоянного радиуса, что заставляет отклоняться в стороны винт с рулевым валом. Большой внутренний диаметр рулевой колонки не ограничивает качаний нижнего конца вала;



Фиг. 575. Механизм рулевой передачи автомобиля АЕС.

ограничителями поворота являются выступы картера, в которые упирается вильчатый рычаг в крайних положениях. Этот механизм допускает изменение передаточного числа, совершенно аналогичное с предыдущим, и подсчёт его ведётся по приведённой выше формуле. Оба рассмотренных типа рулевых передач обладают общими существенными недостатками:

- 1) сравнительно малый к. п. д. ввиду большого трения в резьбе;
- 2) значительный износ нарезок, особенно в среднем положении гайки;
- 3) отсутствие надёжных приспособлений для устранения люфта при износе резьбы.

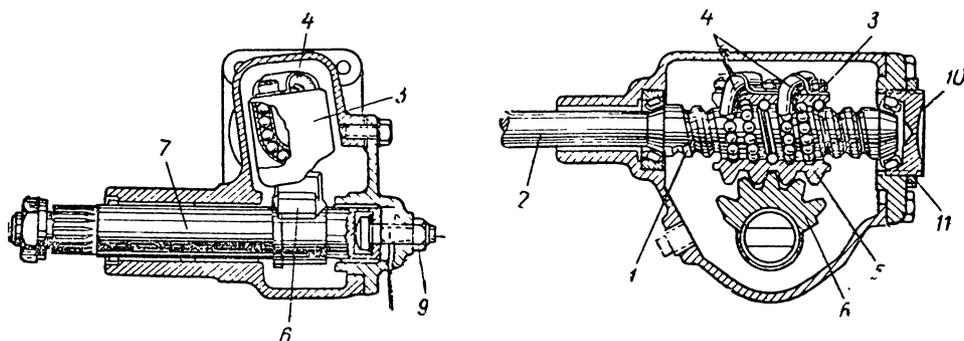
В появившемся в последнее время третьем типе рулевой передачи, описываемом ниже, частично ликвидированы указанные недостатки.

Винт, гайка и сектор. Этот тип рулевой передачи показан на фиг. 576. Винт 1, соединённый с рулевым валом 2

при помощи сварки, смонтирован на двух конических самоустанавливающихся подшипниках с бочкообразными роликами. На винт 1 надета гайка 3, свободно скользящая по его наружной поверхности. Нарезки винта и гайки имеют форму цилиндрического канала, половина которого выполнена в теле винта и половина в теле гайки. Этот винтовой канал заполняется стальными шариками, образующими две петли по два витка каждая. Две трубчатые направляющие 4, укрепленные на гайке, отклоняют шарики от их винтообразного пути в конце петли и выводят в диагонально противоположном направлении обратно в канал в начале петли, обеспечивая замкнутый путь движения шариков в каждой петле. При вращении винта катящиеся шарики перемещают гайку вдоль винта. На поверхности гайки нарезана зубчатая рейка 5, сцепляющаяся с зубчатым сектором 6, выполненным заодно с валом рулевой сошки 7. Движение гайки вдоль винта передаётся через рейку и сектор валу рулевой сошки.

В хвостовике вала сошки имеется прямоугольный паз с торцевой прорезью. В паз вставлена цилиндрическая головка регулировочного винта 8, имеющего шаровой торец. Регулировочный винт ввёрнут в бо-

ковую крышку картера и имеет наружную контргайку 9 и торцевой прорез для отвёртки. Винт 8 служит для регулировки зацепления рейки 5 с сектором 6 и одновременно удерживает от осевых смещений вал сошки 7. Регулировка осевого люфта подшипников винта производится гайкой 10, ввёрнутой в крышку картера, и стопорится контргайкой 11.



Фиг. 576. Механизм рулевой передачи автомобиля Шевроле.

Передача этого типа отличается от предыдущих тем, что здесь трение скольжения гайки по винту заменено трением качения шариков, что снижает потери в механизме, обеспечивая лёгкое управление.

Передачное отношение механизма постоянно и подсчитывается по формуле:

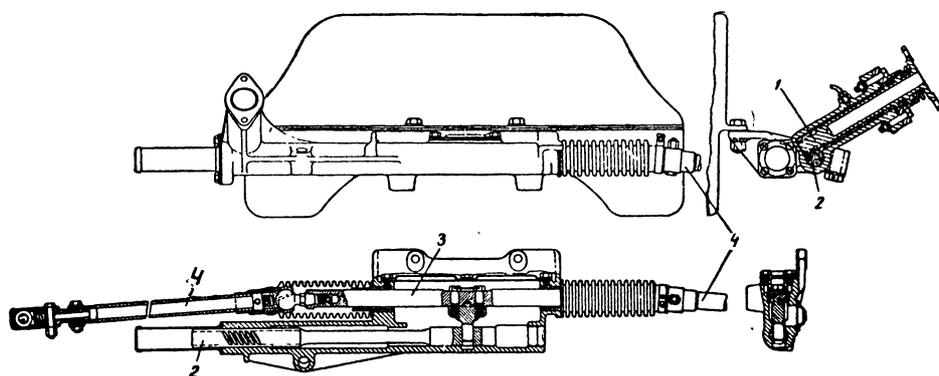
$$i_1 = \frac{\pi D_0}{h},$$

где  $h$  — шаг винта;

$D_0$  — диаметр начальной окружности сектора.

### Реечная передача

Устройство реечной передачи показано на фиг. 577. Рулевой вал имеет на нижнем конце цилиндрическую шестерню 1, зацеплённую с зубчатой рейкой 2. Параллельно рейке в картере передачи, неподвижно



Фиг. 577. Механизм рулевой передачи автомобиля BMW.

закреплённом на раме, помещён подвижной шток 3, связанный с рейкой пальцем, входящим в отверстие рейки. Концы штока, выходящие из картера, связаны шаровыми шарнирами с двумя поперечными рулевыми

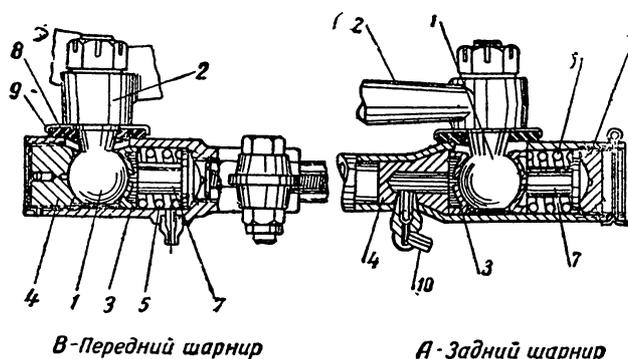
тягами 4, которые соединены с рычагами поворотных цапф. При вращении штурвала происходит перемещение рейки и штока, которое вызывает поворот управляемых колёс. Шарниры на концах штока размещаются с таким расчётом, чтобы не было самопроизвольного поворота при вертикальных перемещениях колёс.

Передачи данного типа применяются наряду с другими при независимой подвеске колёс.

#### 4. РУЛЕВОЙ ПРИВОД К УПРАВЛЯЕМЫМ КОЛЕСАМ

Рулевой привод соединяет вал рулевой передачи с цапфами поворотных колёс и состоит из рулевой сошки, продольной рулевой тяги, рычагов поворотных цапф и поперечной рулевой тяги. Соединения этих деталей следует выполнять надёжно, учитывая особую ответственность рулевого управления.

Рулевая сошка подвергается толчкам, передающимся от управляемых колёс, поэтому крепление сошки на валу должно быть особо



Фиг. 578. Продольная рулевая тяга автомобиля ГАЗ-М-1.

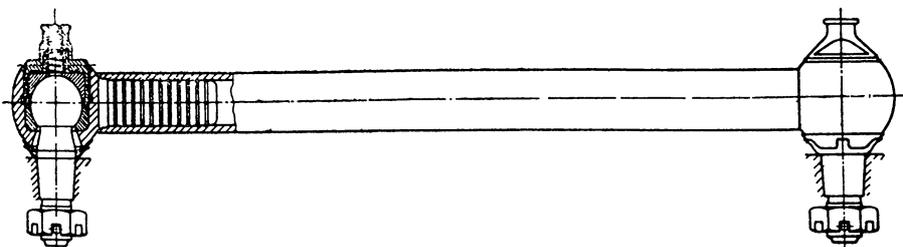
надёжным. Наилучшим типом крепления, имеющим наибольшее распространение, является рифтовое соединение, т. е. такое соединение, когда на конусном конце вала выфрезеровано большое количество мелких выступов треугольного сечения (иногда называемых «елочный шлиц»); конусное отверстие головки сошки обработано соответствующим образом.

Соединение нижнего конца рулевой сошки, так же как и рычагов поворотных цапф с тягами, в настоящее время выполняется почти исключительно шаровыми шарнирами, обеспечивающими свободу качания тяг при перемещениях колёс на подвеске и перекосы при поворотах рычагов. На фиг. 578 показано шаровое шарнирное соединение. Шаровой палец 1 вставлен конусным хвостовиком в нижнюю головку сошки 2 и затянут гайкой. Шаровая головка пальца зажата между сферическими поверхностями сухарей 3, представляющих собой штампованные чашки, упирающиеся с одной стороны в заглушку 4, запрессованную в наколочник тяги, а с другой — в торец пружины 5, поджатой пробкой 6. Внутри пружины помещён стержень 7, ограничивающий её сжатие.

Пружина поставлена для смягчения ударов от колёс на рулевую сошку и механизм рулевой передачи при толчках; кроме того, пружина автоматически выбирает зазоры при износе сочленения. При сильных толчках сухарь 3 упирается в торец стержня 7, предотвращая, таким образом, удар витков пружины и возможную её поломку.

Установка пружин в переднем и заднем шарнирах выполнена различно, чтобы усилие на пальцы передавалось через пружины независимо от направления его действия. Для защиты от грязи и пыли отверстие в наконечнике тяги, в месте прохода шарового пальца, закрыто накладкой 8 из маслостойкой резины, заключённой в штампованный кожух 9. Через маслёнку 10 в шарнир подаётся смазка.

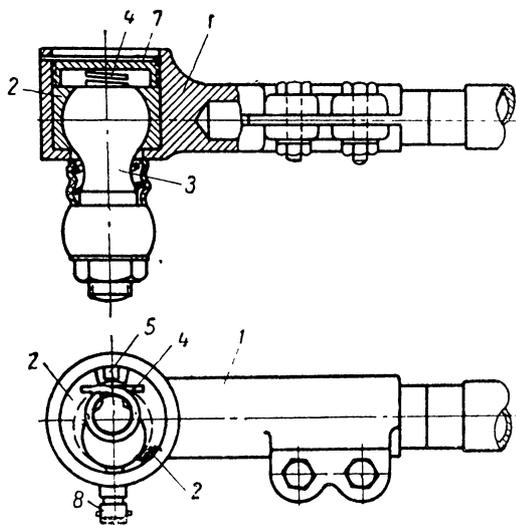
Поперечные рулевые тяги в некоторых случаях снабжаются шаровыми шарнирами без пружин (фиг. 579), так как при ослаблении пружин



Фиг. 579. Стандартная рулевая тяга FAUDI.

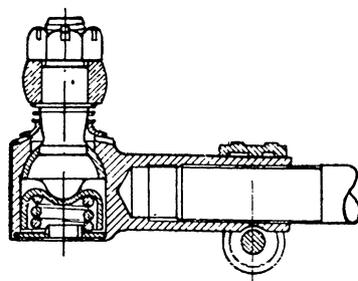
может возникнуть поперечное колебание колёс. При таком соединении необходимо избегать возможного люфта, который возникает даже при небольшом износе деталей соединения.

Крепление типа Томсон, при котором усилие передаётся помимо пружин и автоматически выбирается зазор при износе соединения, применяется, в частности, на автомобилях ЗИС (фиг. 580). В цилиндрическом гнезде наконечника 1 поперечной рулевой тяги помещены два стальных сухаря 2, внутренняя сферическая поверхность которых выполнена эксцентрично по отношению к наружной цилиндрической поверхности. Зажатый между



Фиг. 580. Шарнир поперечной рулевой тяги автомобиля ЗИС-5.

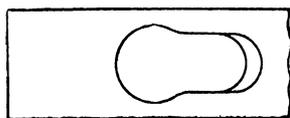
сухарями шаровой палец 3 несколько смещён от оси гнезда. В утолщённых концах сухарей высверлены отверстия, в которые вставлены предварительно сведённые концы пружины 4. Пружина, стремясь развести концы, разводит сухари, зажимая, как клинья, шар пальца в гнезде. Вращение сухарей в гнезде ограничивается шпонкой 5. По мере износа шара сухари автоматически выбирают зазор, заклиниваясь под действием пружины.



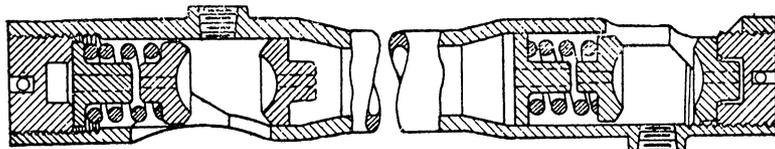
Фиг. 581. Шарнир поперечной рулевой тяги типа Томсон.

сухарями шаровой палец 3 несколько смещён от оси гнезда. В утолщённых концах сухарей высверлены отверстия, в которые вставлены предварительно сведённые концы пружины 4. Пружина, стремясь развести концы, разводит сухари, зажимая, как клинья, шар пальца в гнезде. Вращение сухарей в гнезде ограничивается шпонкой 5. По мере износа шара сухари автоматически выбирают зазор, заклиниваясь под действием пружины.

Другой вариант шарнирного соединения показан на фиг. 581. Здесь палец имеет две сферические поверхности различного диаметра. Большая сфера опирается на шаровую втулку, помещённую в гнезде головки тяги, прижимаясь к ней под действием пружины, поджатой крышкой, через сухарь, помещённый на малой сфере пальца. Верхнее отверстие головки прикрыто скользящим сальником.



Продольная рулевая тяга (фиг. 582) обычно выполняется трубчатой. По концам тяги имеются утолщённые трубчатые головки для помещения шаровых шарниров. Во избежание выскакивания шарового пальца при поломке пружины



Фиг. 582. Продольная рулевая тяга SAE.

паз головки тяги, через который палец заводится внутрь, выполняется фигурным.

Поперечная рулевая тяга (фиг. 580) выполняется как сплошной, так и трубчатой с отдельными наконечниками для шаровых соединений. Наконечники навинчиваются на наружные концы тяги и закрепляются стяжными болтами. Нарезка концов тяги выполняется различной по направлению резьбы, поэтому вращением тяги при неподвижных наконечниках можно изменять её длину, одновременно свинчивая или навинчивая наконечники.

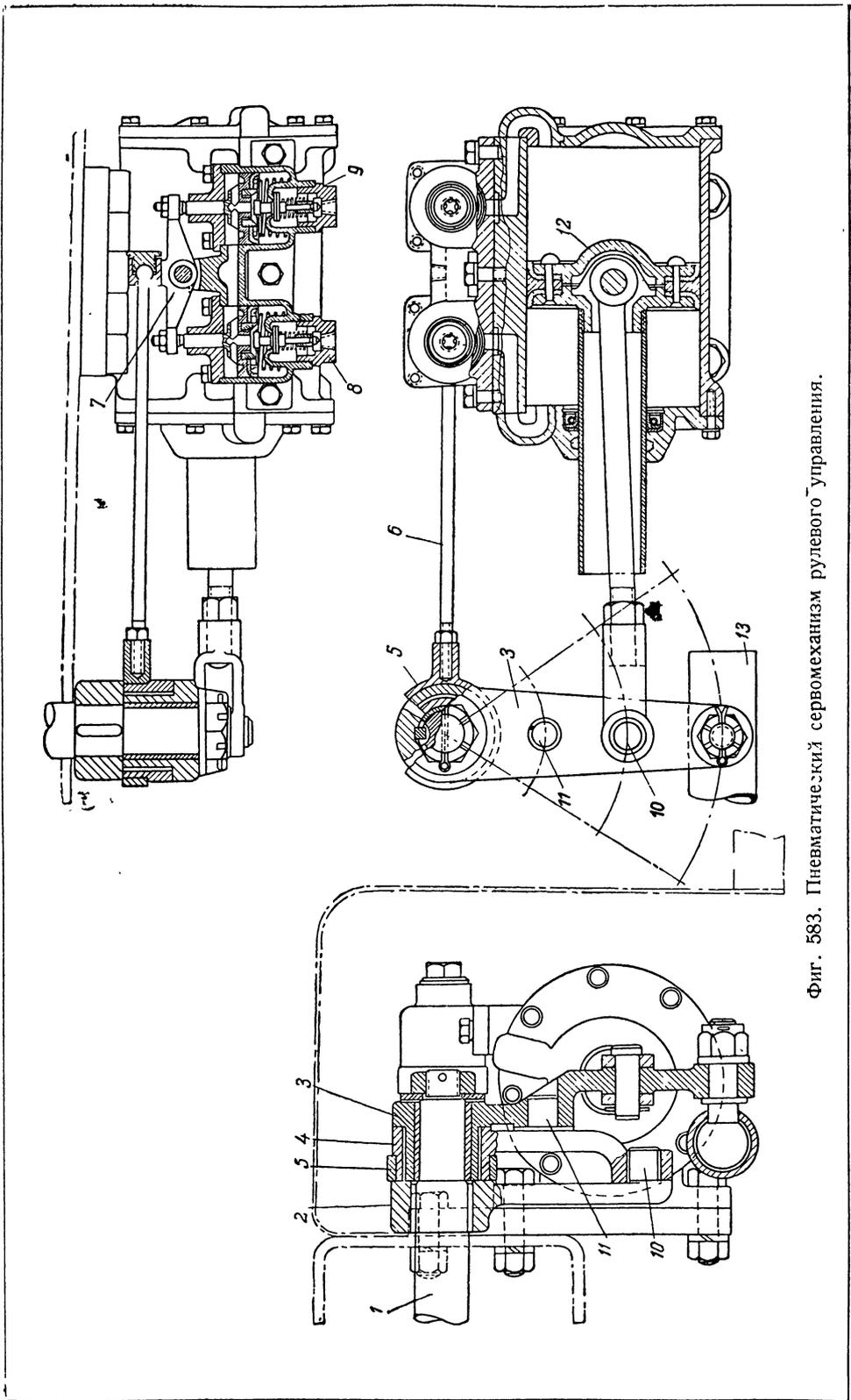
### Сервомеханизмы рулевых приводов

В некоторых тяжёлых грузовиках и автобусах для облегчения работы водителя в систему рулевого управления вводятся сервомеханизмы, которые при том же усилии на штурвале значительно повышают приводное усилие к управляемым колёсам.

Пневматический сервомеханизм системы Бендикс—Вестингауз показан на фиг. 583. На валу 1, связанном с нормальным механизмом рулевой передачи, жёстко закреплён рычаг 2 и свободно сидит рулевая сошка 3; втулку последней с зазором окружает втулка промежуточного рычага 4, охватываемая в свою очередь хомутом 5 тяги 6. Последняя связана с коромыслом 7, управляющим клапанами 8 и 9. Рычаг 4 соединяется с рычагом 2 и сошкой 3 пальцами 10 и 11. Если, вращая штурвал, повернуть вал 1 вместе с рычагом 2 так, что нижний его конец отойдёт направо, то верхняя втулка рычага 4 отойдёт влево на величину зазора и откроет тем самым клапан 8. Воздух из специального резервуара будет подаваться под давлением в левую полость цилиндра и перемещать поршень 12, последний своим штоком будет поворачивать рулевую сошку 3 и перемещать продольную рулевую тягу 13.

### Рулевые приводы при независимой подвеске колёс

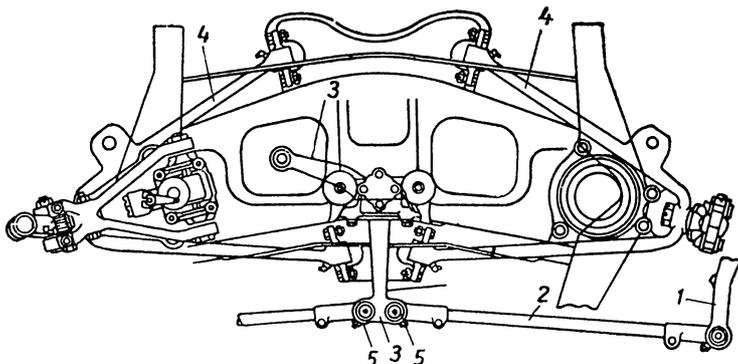
Привод при независимой подвеске колёс должен обеспечить невозможность произвольного поворота каждого колеса в отдельности при его качании на подвеске. Для этого необходимо возможно близкое совпадение осей качания колеса и тяги привода. Последнее достигается



Фиг. 583. Пневматический сервомеханизм рулевого управления.

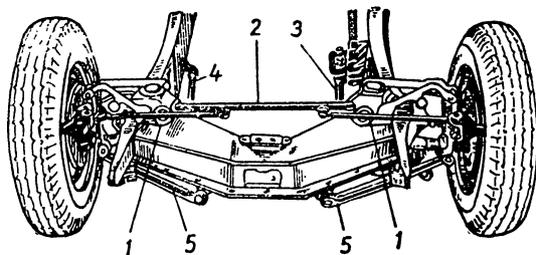
применением разрезной поперечной тяги с приводом от обычного механизма рулевой передачи или же от специальной рулевой передачи реечного типа, описанной выше.

Пример привода при независимой подвеске колёс приведён на фиг. 584. Поворот колёс совершается рычагами 1 поворотных цапф, свя-



Фиг. 584. Рулевое управление автомобиля Бисик.

занных шарнирно поперечными тягами 2 с качающимся двуплечим рычагом 3, установленным на раме. Второе плечо рычага соединено продольной тягой с рулевой сошкой обычного механизма рулевой передачи. Как видно на рисунке, оси качания рычагов 4, на которых подвешены колёса, примерно совпадают с осями шарниров 5.



Фиг. 585. Рулевое управление автомобиля Понтиак.

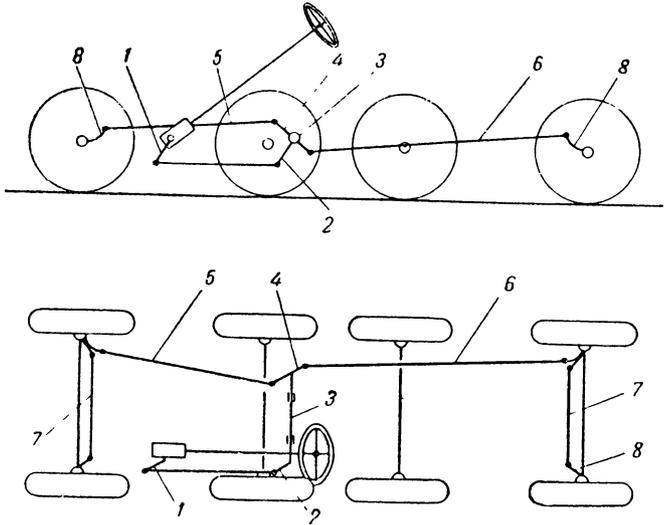
Другой, менее употребляемый, вариант привода показан на фиг. 585. Здесь поворот колёс производится дополнительными поперечными тягами 1, связанными шарнирно с поперечной тягой 2. Перемещение поперечной тяги 2 происходит от рулевой сошки 3, качающейся поперёк автомобиля; второй конец тяги сидит на дополнительном рычаге 4 такой же формы, как и рулевая сошка. Шарниры тяг 1 размещены в точках, расположенных над осями качания рычагов 5 подвески колёс.

#### Рулевые приводы к четырём управляемым колёсам

Из рассмотрения схем поворота автомобилей различных типов было выяснено, что в зависимости от расположения управляемых колёс на различных осях возможны два случая работы механизма привода. В первом случае необходимо осуществить поворот колёс автомобиля в разных направлениях (фиг. 557, 559, б). Это требуется в двухосных автомобилях со всеми управляемыми колёсами и четырёхосных с крайними

управляемыми колёсами. Во втором случае поворот всех колёс необходимо осуществить в одном направлении (фиг. 558, 559, а).

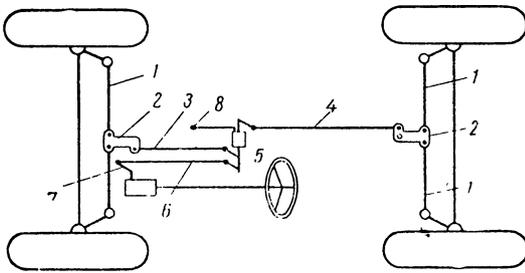
Схема привода при нормальной подвеске колёс приведена на фиг. 586. Поворот осуществляется от обычного механизма рулевой передачи, рулевая сошка 1 которого связана с рычагом 2 про-



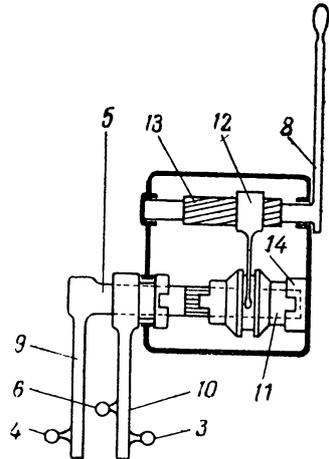
Фиг. 586. Схема привода к четырём управляемым колёсам.

межуточного валика 3. Наружный, конец валика имеет равноплечий рычаг 4, шарнирно соединённый по концам с двумя продольными тягами 5, 6, идущими к управляемым колёсам передней и задней осей автомобиля. Поворотные цапфы каждого моста соединены поперечными рулевыми тягами 7 и рычагами 8.

Схема привода при независимой подвеске колёс



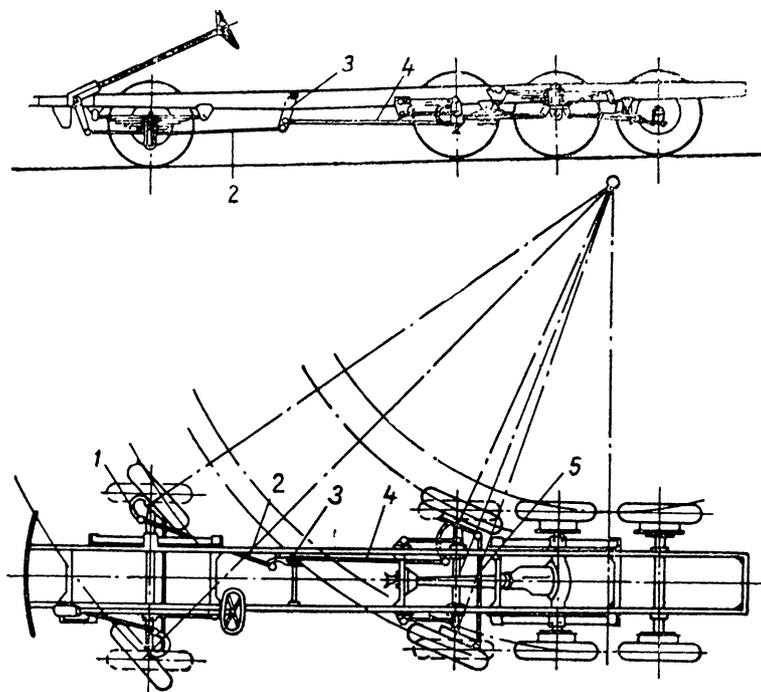
Фиг. 587. Схема привода при независимой подвеске.



Фиг. 588. Схема механизма блокировки задних управляемых колёс.

приведена на фиг. 587. Здесь поворот всех колёс осуществляется отдельными поперечными тягами 1, связанными шарнирно с двуплечими рычагами 2, качающимися в горизонтальной плоскости на осях, укрепленных на раме. Качание рычагов 2 производится продольными тягами 3 и 4, шарнирно скрепленными с рычагами, расположенными на валу 5.

Один из рычагов вала 5 соединён продольной тягой 6 с рулевой сошкой 7 механизма рулевой передачи. Механизм, управляемый рукояткой 8 и размещённый в картере вала 5, может выключать поворот задних колёс на то время, когда это требуется по условиям движения автомобиля, закрепляя их в нейтральном положении. Схема этого механизма приведена отдельно на фиг. 588 с сохранением номеров деталей предыдущей фигуры. Механизм состоит из вала 5 с рычагом 9, несущим шаровой палец 4 для соединения с тягой, идущей к двуплечему рычагу 2 заднего моста. На вал 5 свободно надета втулка с рычагом 10, несущая палец 3, соединяемый с тягой переднего моста, и палец 6, соединяемый с про-



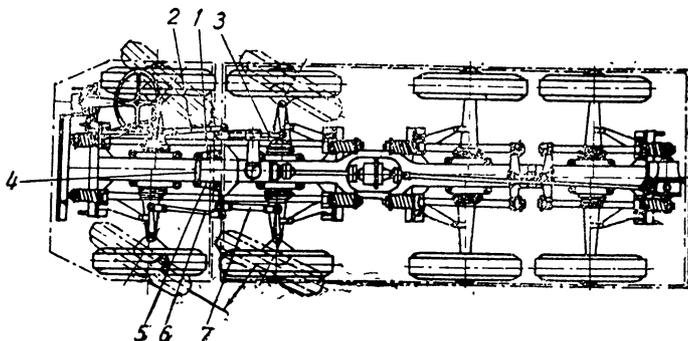
Фиг. 589. Механизм поворота четырёхосного автомобиля.

дольной тягой от рулевой сошки. На шлицах средней части вала 5 посажена муфта 11, которая может перемещаться по шлицам вилкой гайки 12, передвигаемой по винту 13 поворотом рукоятки 8. На торцах муфты 11 имеются кулачковые выступы, а соответствующие им пазы выполнены в картере механизма 14 и во втулке рычага 10. При соединении муфты 11 со втулкой рычага 10 качание рычагов 9 и 10 происходит одновременно, производя поворот всех колёс автомобиля. В правом крайнем положении муфта 11 скрепляется с картером и делает неподвижным вал 5, удерживая задние колёса в положении прямолинейного движения. При этом остаются управляемыми только передние колёса.

Схема привода при нормальной подвеске четырёхосного автомобиля показана на фиг. 589. Здесь обе цапфы переднего моста получают усилие для поворота от продольной и поперечной рулевых тяг через механизм рулевой передачи по обычной схеме. Правая цапфа, имеющая второй рычаг 1, связана дополнительной передней тягой 2 с качающимся маятниковым рычагом 3, сидящим на раме. Маятниковый рычаг связан также с дополнительной задней тягой 4, идущей к правой

поворотной цапфе второго моста, от которой поперечная тяга 5 передаёт поворот на левое колесо этого моста. Так как колёса второго управляемого моста должны быть повернуты на меньшие углы, чем соответствующие колёса переднего моста, то крепление задней дополнительной тяги 4 к маятниковому рычагу сделано на меньшем плече.

Схема привода при независимой подвеске четырёхосного автомобиля приведена на фиг. 590. Здесь продольная рулевая тяга соединена с качающимся двуплечим рычагом 1, расположенным на раме между управляемыми мостами. На наружном плече рычага помещены два шаровых шарнира дополнительных тяг 2 и 3 поворотных цапф



Фиг. 590. Шасси автомобиля Заурер.

правой стороны автомобиля, причем шарнир задней тяги имеет меньший радиус качания, что обеспечивает поворот заднего колеса на меньшие углы.

Внутреннее плечо рычага 1 соединено шарнирно при помощи поперечной планки 4 с аналогичным двуплечим рычагом 5, передающим поворот левым колёсам через дополнительные тяги 6 и 7.

### § 5. УХОД ЗА РУЛЕВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Уход за рулевым управлением включает в себя: а) смазку механизма рулевой передачи и всех шарнирных соединений; б) проверку креплений; в) проверку величин люфтов и г) регулировку механизма рулевой передачи.

Механизм рулевой передачи смазывается после сборки путём заливки в его картер масла, которое в процессе эксплуатации только добавляется; вследствие этого картер имеет только одну заливную пробку или маслёнку. Полная смена смазки производится при разборках механизма. Для смазки обычно употребляются те же сорта масел, что и для коробки передач; реже используются масла для двигателей или специальные смазки.

Смазка шарнирных соединений рулевого управления производится регулярно в сроки, устанавливаемые заводом-изготовителем. Для смазки используются консистентные мази: солидолы или полугустые смазки, рекомендуемые заводами. Каждое шарнирное соединение обязательно имеет для этой цели маслёнку.

Крепление деталей рулевого управления проверяется периодически, ибо потеря автомобилем управления приводит к катастрофе. Обязательной проверке подлежат затяжка болтов, крепящих картер к раме; затяжка гайки, крепящей сошку на валу; затяжка пробок и целость шплинтов шаровых шарниров продольной и попереч-

ной тяг, а также наконечников последней; затяжка гаек креплений рычагов к поворотным цапфам.

Проверка величин люфтов и отсутствия заеданий в рулевом управлении должна производиться особенно тщательно перед каждым выездом, независимо от того, в каком состоянии автомобиль был оставлен накануне. Люфты проверяются величиной свободного хода штурвала, при наличии которого поворот штурвала на некоторый угол не вызывает поворота управляемых колёс. Заедание в рулевом управлении и тугое вращение штурвала представляют опасность не меньшую, чем чрезмерно большой свободный ход штурвала. Для безопасности движения автомобиля величина свободного хода штурвала не должна превышать  $36^\circ$ , или  $1/10$  оборота штурвала. Следует, однако, иметь в виду, что небольшой свободный ход (около  $10^\circ$ ) неизбежен и даже необходим для удобства управления автомобилем. Неизбежность его вытекает из наличия рабочих зазоров между деталями механизмов рулевого управления, в сумме дающих указанный минимальный свободный ход, а необходимость вытекает из условий движения автомобиля. Действительно, если бы штурвал не имел свободного хода, то малейший его поворот немедленно вызвал бы поворот управляемых колёс и автомобиль с трудом сохранял бы прямолинейное направление. В случае чрезмерно большого свободного хода сохранение прямолинейности движения автомобиля ещё более затруднительно.

Регулировка механизма рулевой передачи требуется при сборке или при появлении большого свободного хода штурвала. Основные требования к регулировке следующие: создание наибольшей лёгкости управления и достижение минимальных рабочих зазоров в сопряжённых деталях. При этом должна отсутствовать возможность «заедания» механизма в любом положении поворота.

В различных конструкциях механизмов рулевых передач эти требования выполняются разными средствами, но почти для всех типов конструкций можно указать общие основные правила регулировки и методы их выполнения.

Схема каждого механизма рулевой передачи представляет собой два вала, расположенных под прямым углом друг к другу. Соединение валов для передачи усилия осуществляется различными способами. Задача регулировки состоит в следующем: а) создать каждому из валов возможность лёгкого вращения на своих опорах при наличии минимального осевого перемещения, б) установить зацепление между элементами валов в положении минимальных рабочих зазоров при отсутствии торможения валов; в) установить правильность зацепления при достигнутых зазорах, гарантирующую отсутствие заедания в любом рабочем положении.

В разных рулевых механизмах выполнение задач регулировки конструктивно может быть осуществлено различно, но схемы решения каждой задачи всюду одинаковы. Так, например, уменьшение осевого перемещения рулевого вала всюду производится путём сближения его подшипников в картере, но осуществляется в одних случаях изменением числа прокладок под крышкой подшипников (фиг. 565, 571), в других случаях — перемещением гайки, ввёрнутой в картер (фиг. 567, 568).

Осевые перемещения короткого вала рулевой сошки в большинстве случаев регулируются торцевым болтом (фиг. 565, 569) или прокладками крышки картера, упирающейся в торец вала (фиг. 568, 573).

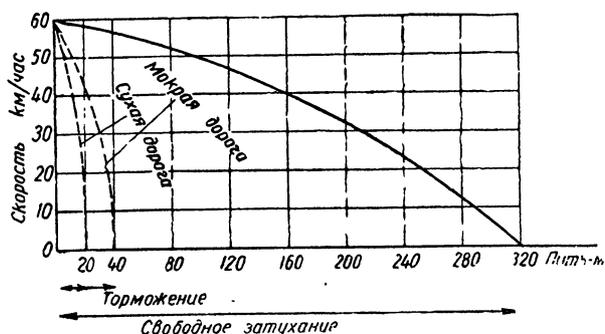
Регулировка зацепления по зазору различна в зависимости от конструкции передачи и производится изменением взаимного положения элементов зацепляемой пары путём перемещения валика рулевой сошки указанными выше способами после установки рулевого вала.

## ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА АВТОМОБИЛЯ

### § 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ТОРМОЗАХ

Если в автомобиле, движущемся с определённой скоростью, отъединить ведущие колёса от двигателя, то автомобиль по инерции будет продолжать свое движение с постепенно уменьшающейся скоростью. Путь, пройденный автомобилем в этих условиях, будет тем больше, чем больше масса автомобиля и начальная скорость движения. На графике фиг. 591 сплошная кривая показывает, как меняются скорости и пройденные пути при движении автомобиля по инерции (свободное затухание скорости).

В практических условиях движения необходимо иметь возможность значительно более резко снижать скорость автомобиля. Для этой цели служит тормозная система автомобиля.



Фиг. 591. График путей свободного затухания и торможения автомобиля.

Принцип действия тормозной системы состоит в том, что водитель принудительно уменьшает скорость вращения колёс автомобиля, и, как только окружная скорость колеса станет меньше скорости движения автомобиля, между колесом и дорогой появятся силы трения (сцепления), препятствующие движению автомобиля. Эти силы, суммируясь с силами сопротивления движению автомобиля при свободном затухании (сопротивление качению колёс и сопротивление воздуха) и будучи по величине значительно больше последних, вызывают резкое снижение скорости автомобиля на коротком участке пути (пунктирные кривые на графике фиг. 591).

Сила сцепления колёс автомобиля с дорогой, являющаяся в данном случае тормозной силой автомобиля, зависит от веса автомобиля и коэффициента сцепления между колёсами и дорогой:

$$P_{\tau} = G_k \varphi,$$

где  $P_{\tau}$  — тормозная сила автомобиля;

$G_k$  — вес, приходящийся в процессе торможения на тормозные колёса;

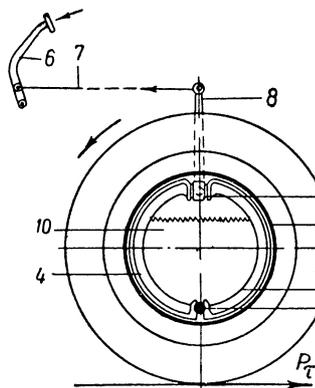
$\varphi$  — коэффициент сцепления.

Таким образом для заданного автомобиля величина тормозной силы зависит от величины коэффициента сцепления  $\varphi$ , которая в свою очередь зависит, главным образом, от качества дороги.

Для сухой дороги величина  $\varphi$  колеблется в среднем от 0,5 до 0,8. На мокрых или грязных дорогах значения коэффициента сцепления  $\varphi$

падают до 0,2—0,3. Соответственно этому на мокрой и скользкой дороге тормозной путь значительно больше, чем на сухой (пунктирные кривые на фиг. 591).

Схема действия тормоза показана на фиг. 592. Катящееся с некоторой скоростью колесо 1 вращается в направлении, указанном стрелкой, вместе с тормозным барабаном 2. Внутри барабана установлены на неподвижном тормозном диске две тормозные колодки 3 и 4, сидящие шарнирно на оси 5. Тормозной диск с колодками укреплен жестко на фланце автомобильного моста. Тормозная педаль 6 при помощи тяги 7 связана с рычагом 8 разжимного кулака 9. Кулак при повороте раздвигает колодки в стороны, прижимая их к тормозному барабану, в результате чего между неподвижными колодками и вращающимся барабаном возникает сила трения, стремящаяся остановить колесо. При этом между колесом и дорогой появляется тормозная сила  $P_T$ , действующая в направлении, противоположном движению автомобиля. При прекращении давления на педаль пружина 10 отводит тормозные колодки от барабана, и торможение прекращается.



592. Схема действия колодочного тормоза.

Общая тормозная сила, действующая на автомобиль в целом, складывается из тормозных сил, действующих на каждое заторможенное колесо. Чем больше колёс участвует в торможении, тем интенсивнее оно происходит. Тормозной путь у двухосного автомобиля с тормозами на всех колёсах почти в два раза короче, чем у того же автомобиля с тормозами только на задних колёсах. В силу этого на подавляющем большинстве современных автомобилей все колёса снабжаются тормозами.

На автомобилях устанавливаются, как правило, две самостоятельно действующие системы тормозов. По способу приведения в действие они имеют название ножного и ручного тормозов.

На некоторых типах автомобилей в виде исключения имеется только одна система тормозов, но приведение её в действие осуществляется и тем и другим способами.

Рабочим тормозом, систематически используемым при движении, выполняется ножной; ручной тормоз служит для торможения автомобиля при стоянке во избежание случайного откатывания. С этой целью рычаг ручного тормоза снабжается храповым устройством, позволяющим оставлять ручные тормоза в затянутом положении. Ручным тормозом пользуются также в тех случаях, когда тормозная система с ножным приводом отказывает в работе.

Для того чтобы замедлить вращение ведущих колёс автомобиля, вообще говоря, достаточно затормозить любую вращающуюся деталь трансмиссии, постоянно соединённую с ведущими колёсами. Если располагать тормоз в системе трансмиссии (центральный тормоз), то в отношении размещения его и привода наиболее удобно делать это непосредственно за коробкой передач, демультипликатором или за раздаточной коробкой (в автомобилях со всеми ведущими колёсами).

Преимуществом такого трансмиссионного тормоза являются:

- 1) простота привода;
- 2) увеличение подводимого от тормоза к колёсам тормозного момента за счёт передаточного числа главной передачи;

3) автоматическое уравнивание между колёсами тормозных моментов вследствие действия дифференциала.

Существенным недостатком трансмиссионного тормоза является то, что все детали трансмиссии, расположенные между тормозом и колёсами, оказываются нагруженными тормозным моментом. Эта нагрузка, имеющая ударный характер (при резком торможении) и превосходящая нагрузку от передачи к ведущим колёсам крутящего момента двигателя, может вызвать поломку ряда деталей трансмиссии, в частности скручивание полуосей и карданного вала, выкрашивание зубьев шестерён главной передачи и др.

Указанный недостаток полностью отпадает в случае расположения тормозов непосредственно у колёс; такое расположение и получило исключительное применение на современных автомобилях для рабочих — ножных тормозов.

Очевидно также, что расположение тормоза непосредственно у колеса для неведущих колёс является единственно возможным.

Трансмиссионный тормоз применяется на некоторых типах автомобилей в целях упрощения привода только в качестве вспомогательного — ручного тормоза. Во избежание пользования им в качестве рабочего тормоза размеры трансмиссионного тормоза делаются малыми и недостаточными для эффективного торможения, а рычаг располагается так, что затрудняет водителю постоянное пользование им.

Встречающееся на современных автомобилях размещение тормозов можно свести к трём основным схемам, показанным на фиг. 593, где  $T_n$  — тормоза, работающие от ножного привода, и  $T_p$  — от ручного.

Схема *A* включает только одну систему расположенных у колёс тормозов, приводимых в действие как ножным, так и ручным приводом.

Схема *B* включает две независимые системы расположенных у колёс тормозов, причём на задних колёсах расположены двойные тормозы.

Схема *B* включает тоже две независимые системы тормозов, но ручной тормоз расположен не на колёсах, а на трансмиссии.

В каждой тормозной системе можно выделить две группы устройств: 1) механизм тормоза, 2) тормозной привод.

Конструктивное выполнение этих устройств в современных автомобилях весьма разнообразно.

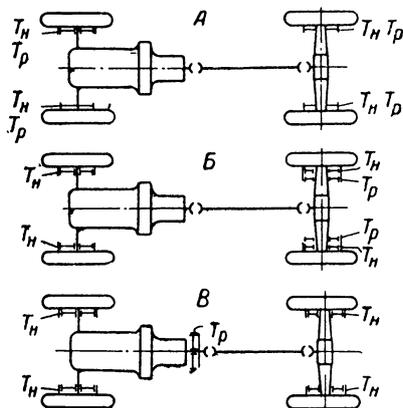
## § 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ТИПОВЫЕ УСТРОЙСТВА ТОРМОЗОВ

Все тормозы по форме рабочих деталей можно подразделить на три основные группы:

- 1) колодочные тормозы;
- 2) ленточные тормозы;
- 3) дисковые тормозы.

В каждой из этих групп можно в свою очередь выделить два типа: а) простые тормозы, использующие только силу нажатия водителя на педаль;

б) серво тормозы, использующие, кроме силы, приложенной водителем, силу трения в самом механизме.

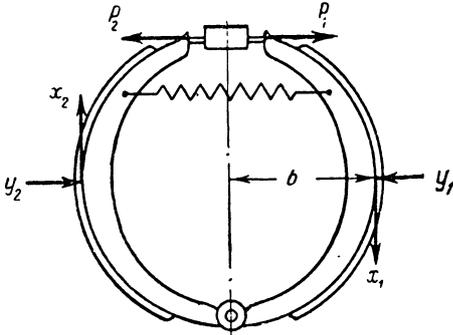


Фиг. 593. Схемы расположения тормозов на автомобиле.

## Колодочные тормозы

При расположении тормозов у колёс в настоящее время почти исключительное применение имеют колодочные тормозы. Значительно реже колодочные тормозы применяются в качестве трансмиссионных.

На фиг. 594 приведена схема простейшего колодочного тормоза. Разжимные усилия  $P_1$  и  $P_2$ , заставляющие колодки поворачиваться на опорном пальце и прижиматься к тормозному барабану, вызывают реакции  $Y_1$  и  $Y_2$ . Для упрощения полагаем, что эти реакции являются сосредоточенными и приложены в середине рабочей части колодки.

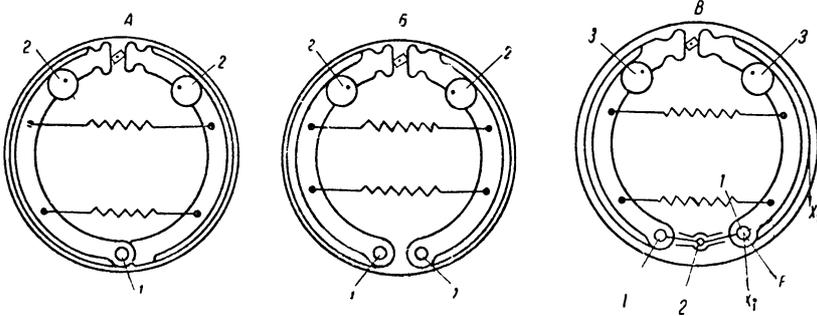


Фиг. 594. Схема действия сил в колодочном тормозе.

Силы трения  $X_1$  и  $X_2$ , возникающие на каждой колодке, пропорциональны соответствующим реакциям  $Y_1$  и  $Y_2$ . Первичная колодка (считая от разжимного устройства по направлению вращения барабана) создаёт силу реакции примерно в два раза большую, чем вторичная, а значит сила трения и её момент будут во столько же раз больше.

Это можно объяснить тем, что сила трения  $X_1$ , действуя на плече  $b$  относительно опоры колодки, создаёт момент, направленный в ту же сторону, что и момент от силы  $P_1$ , увеличивая нажатие колодки на барабан. На вторичной колодке момент силы  $X_2$  направлен противоположно моменту силы  $P_2$ , что уменьшает эффект действия указанной колодки. При изменении направления вращения колеса «первичной» колодкой окажется другая, но так как тормоз работает большую часть времени при движении передним ходом, то обшивка первой колодки изнашивается значительно быстрее, чем у второй.

Для того чтобы в процессе эксплуатации было возможно восстанавливать требуемую величину зазора между колодками и барабаном,



Фиг. 595. Схемы основных типов колодочных тормозов.

тормозы периодически подвергаются регулировке, которая заключается в изменении положения колодок относительно барабана.

Конструкции существующих простых колодочных тормозов могут быть сведены к нескольким основным типам, различающимся по схеме действия сил и способам регулировки (фиг. 595).

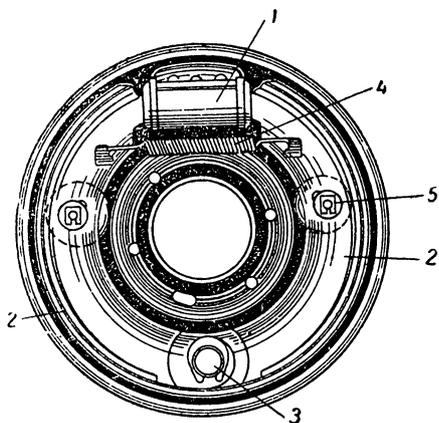
По схеме А обе колодки тормоза шарнирно связаны с одной общей неподвижной опорой 1, расположенной на стороне, противоположной разжимному устройству. Недостатки этой схемы указаны выше; они состоят в неравномерности действия колодок и в неравно-

мерном износе их обшивок. Зазор между верхними концами колодок и барабаном может регулироваться при помощи эксцентриков 2. Поворот эксцентриков приближает или удаляет концы колодок от барабана.

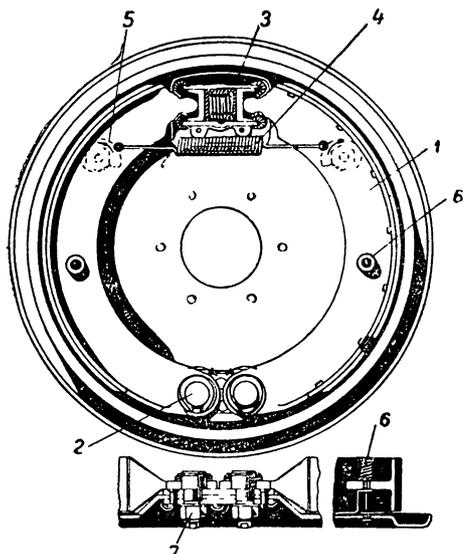
По схеме Б каждая колодка шарнирно связана с отдельной опорой — эксцентриковым пальцем 1, это даёт возможность регулировать зазор не только у верхних концов колодок, но и у нижних. Поворотом эксцентрикового пальца 1 можно установить требуемый зазор между барабаном и нижней частью каждой колодки, а поворотом эксцентрика 2 — между барабаном и верхней частью колодки.

Фактически удельные давления, а значит и силы трения, распределяются неравномерно по длине обшивки, вызывая неравномерный износ (большой по середине и меньший по краям колодки). Установка рабочей поверхности колодки концентрично с тормозным барабаном при регулировке обоих её концов восстанавливает нормальную работу колодки.

По схеме В колодки внизу шарнирно связаны с опорными рычажками 1, имеющими возможность качаться около неподвижной



Фиг. 596. Тормоз колеса автомобиля Бантам.



Фиг. 597. Тормоз колеса автомобиля Додж.

опоры 2. При работе тормоза сила трения первичной колодки  $X_1$  разложится на две составляющие силы: одну — направленную по оси опорного рычажка, и вторую — перемещающую шарнир колодки к тормозному барабану. Возможность перемещения нижнего конца колодки и больший его нажим на тормозной барабан увеличивают тормозное усилие колодки и создают более равномерное распределение удельных давлений по длине обшивки, а значит и более равномерный износ. Регулировка в этой схеме может осуществляться изменением расстояния от центра опоры 2 до точки крепления рычажков к колодкам или эксцентриками 3.

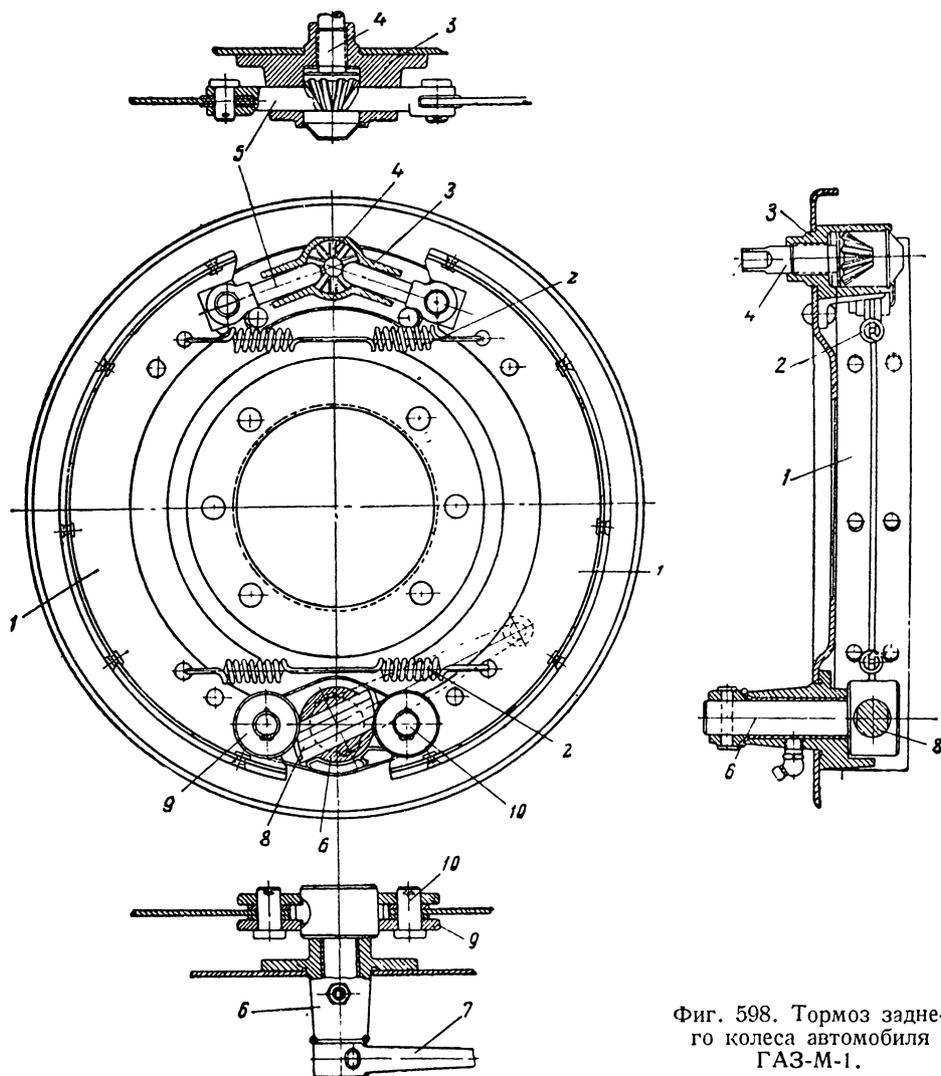
В практическом выполнении тормозов с рычажными опорами, обеспечивающими самоустановку колодок, для регулировки предусматривается только одно из этих устройств.

Устройство типовых образцов простых тормозов, соответствующих разобранным схемам, приводится ниже.

Тормоз по схеме А (автомобиля Бантам, фиг. 596) имеет гидравлический привод (см. ниже, § 3), рабочий цилиндр 1 которого действует на две колодки 2 с общим опорным пальцем 3. Стяжная пружина 4 отводит колодки от тормозного барабана до упора в регулиро-

вочные шайбы 5, закреплённые эксцентрично на болтах, ввёрнутых в тормозной диск. Для регулировки тормоза хвостовики болтов выведены наружу тормозного диска и имеют головки под ключ. При вращении болтов эксцентриковая шайба перемещает колодку.

Устройство тормоза по схеме Б (автомобиля Додж) приведено на фиг. 597. Здесь две колодки 1 крепятся шарнирно опорными пальцами 2 на тормозном диске. Опорные пальцы 2 выполнены



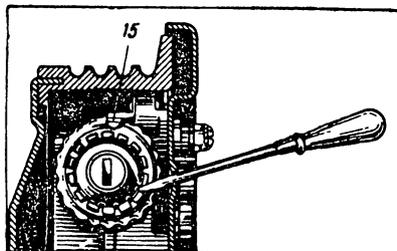
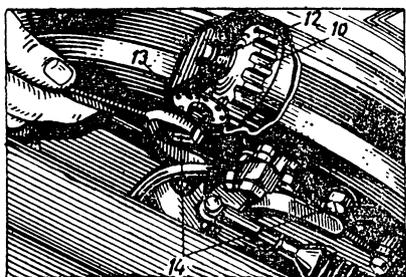
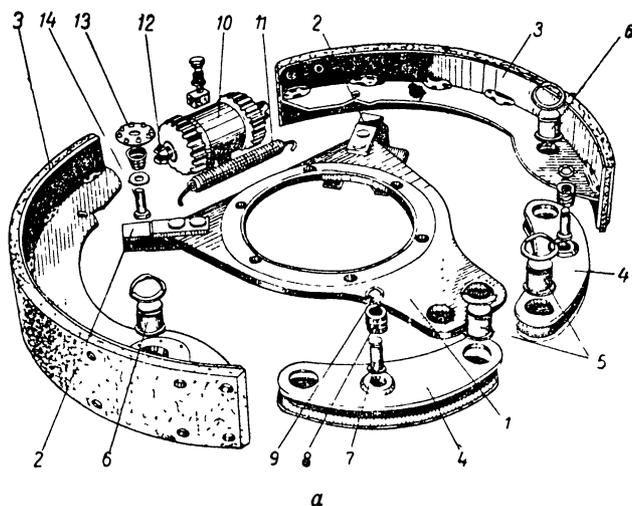
Фиг. 598. Тормоз заднего колеса автомобиля ГАЗ-М-1.

эксцентричными и при ослаблении затяжки гаек 7 могут быть повёрнуты для смещения нижних концов колодок при регулировке. Другие концы колодок упираются выступами в дно поршней рабочего гидравлического цилиндра 3. Пружина 4 стягивает колодки до упора в эксцентриковые шайбы 5, служащие для регулировки верхних концов колодок. Шпильки с пружинами 6 удерживают колодки от боковых перемещений, прижимая ребро колодки к тормозному диску.

Зазор между телом шпильки и краями отверстия в колодке достаточно велик и не препятствует перемещению колодки при работе.

Тормозы аналогичного устройства установлены на грузовых автомобилях Студебеккер, GMC, легковых — Виллис и др.

По схеме В устроены тормозы заднего колеса автомобиля ГАЗ-М-1 (фиг. 598). Концы колодок 1 с обеих сторон стягиваются пружинами 2, прижимаясь к регулировочному и разжимному устройствам. Регулировочное устройство состоит из кронштейна 3, в который ввёрнут регулировочный болт 4 с конической рифлёной головкой. В головку



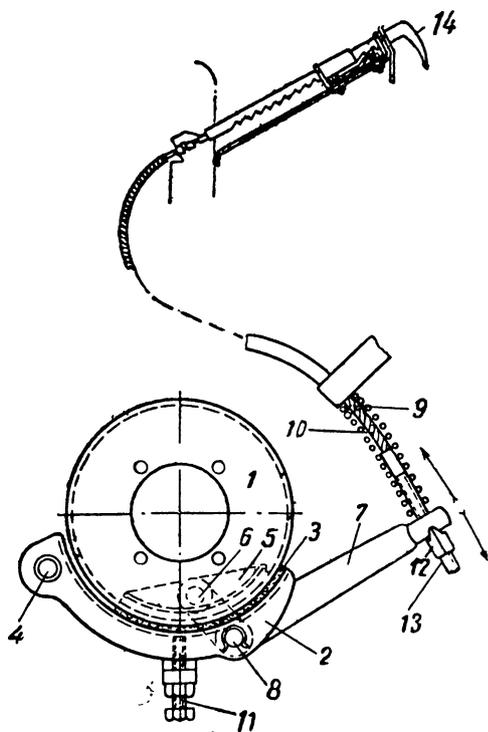
б

в

Фиг. 599. Тормоз колеса автомобиля GMC.

болта упираются скошенные торцы рычажков 5, шарнирно связанных с опорными концами колодок. При ввёртывании болт 4 своим конусом будет раздвигать концы опорных рычажков, уменьшая зазор между концами колодок и барабаном. Разжимное устройство состоит из валика 6, на наружном конце которого закреплён приводной рычаг 7. Внутренний конец валика имеет головку с поперечным пазом и помещённым в нём плавающим кулачком 8, профилированным по торцам. Свободное перемещение кулачка в пазу обеспечивает раздачу одинакового разжимного усилия на обе колодки. Профили кулачка имеют центральный гребень, расположенный между двумя парами роликов 9, сидящих на пальцах 10, вставленных в концы колодок. Во время торможения рычаг 7 поворачивает валик 6 вместе с кулачком 8, который нажимает на ролики 9 и раздвигает их, прижимая колодки к тормозному барабану. Кронштейны обоих устройств прикреплены к тормозному диску.

С некоторым видоизменением по этой же схеме выполнен тормоз автомобиля ГМС (фиг. 599, а). Плита 1, крепящаяся к чулку моста, служит для сборки механизма и своими проушинами 2 направляет тормозные колодки 3 при их перемещениях. Упорные рычаги 4 соединены пальцами 5 с плитой, а пальцами 6 — с колодками. Концы колодок прижимаются к рычагам 4 фрикционным соединением, состоящим из пальца 7, пружины 8 и стопорной шайбы 9, обеспечивающим трение между колодкой 3 и рычагом 4. Разжимным устройством является рабочий гидравлический цилиндр 10, поршни которого через упорные пальцы раздвигают колодки. Возвратная пружина 11 стягивает обе колодки. Для регулировки служат колпачки цилиндра 10, в резьбу которых ввёрнуты пальцы 12, удерживаемые от вращения торцами колодок, входящими в пазы головок пальцев. Вращение колпачков производится за наружные выступы звёздочкой 13, сидящей в тормозном диске на пальце 14 с шестигранной головкой - (фиг. 599, б). Регулировка переднего тормоза, имеющего аналогичное устройство, производится вращением колпачков рабочего цилиндра отвёрткой через прорез в тормозном диске (фиг. 599, в). Для фиксации колпачков служит плоская пружинка 15.



Фиг. 600. Центральный тормоз автомобиля Бантам.

Центральный колодочный тормоз с расположением колодок внутри и снаружи тормозного барабана, устанавливаемый на трансмиссии автомобиля Бантам, показан на фиг. 600. Тормозной барабан 1 связан жёстко с валом раздаточной коробки. Наружная тормозная колодка 2 качается на неподвижной оси 4. Вторая колодка 5 помещена внутри барабана тормоза и качается на оси 6 приводного рычага 7, имеющего коленчатую форму. Ось 8 шарнирно связывает приводной рычаг 7 с колодкой 2. Действие тормоза происходит при повороте рычага 7 тросом 9 привода от рукоятки 14 на щитке водителя, имеющей храповое устройство. Вначале поворот рычага происходит на оси 8 колодки 2. Ось 6 на конце рычага, опускаясь вниз, прижимает колодку 5 к внутренней поверхности барабана. После упора колодки 5 ось 6 становится неподвижной и при дальнейшем повороте рычага 7 ось 8 поднимается, прижимая колодку 2 к наружной поверхности барабана. По мере дальнейшего поворота рычага барабан сильнее зажимается между обеими колодками.

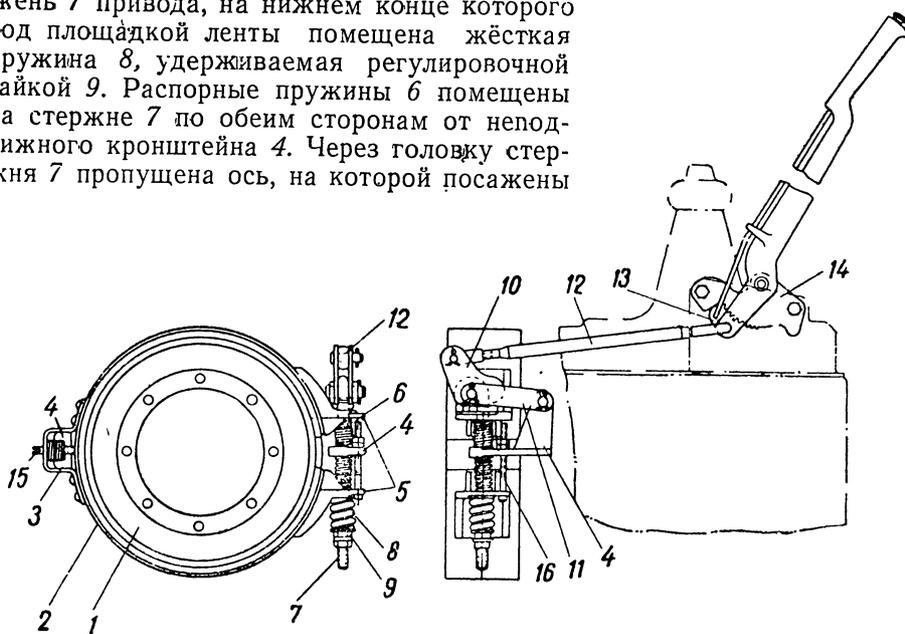
Возвратная пружина 10 приводит систему в начальное положение через рычаг 7, отводя колодку 2 до упора в регулировочный винт 11 на неподвижном кронштейне. При дальнейшем повороте рычага, теперь вращающегося на неподвижной оси 8, колодка 5 отходит от барабана на величину зазора, устанавливаемого регулировочной гайкой 12 наколенника 13 приводного троса.

## Ленточные тормозы

Ленточные тормозы могут быть подразделены по способу их размещения на два типа: наружные и внутренние.

Ленточные наружные тормозы применяются только в качестве трансмиссионных.

На фиг. 601 представлен центральный тормоз грузового армейского автомобиля Студебеккер. Барабан 1 тормоза смонтирован на валу за раздаточной коробкой. Тормозная лента 2, охватывающая барабан, укреплена проушиной 3, прикрепленной к средней части ленты, на специальном кронштейне 4, привёрнутом к раздаточной коробке. Концы ленты имеют площадки 5, в которые упираются распорные пружины 6. Через отверстия площадок пропущен стержень 7 привода, на нижнем конце которого под площадкой ленты помещена жёсткая пружина 8, удерживаемая регулировочной гайкой 9. Распорные пружины 6 помещены на стержне 7 по обеим сторонам от неподвижного кронштейна 4. Через головку стержня 7 пропущена ось, на которой посажены



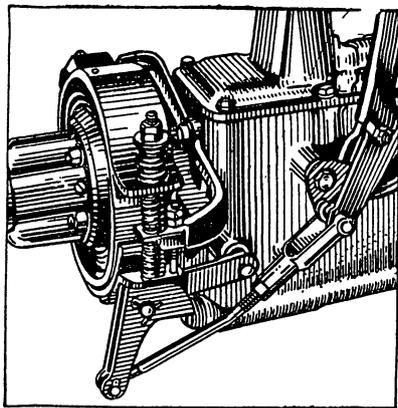
Фиг. 601. Центральный тормоз автомобиля Студебеккер.

приводной профилированный рычаг 10 и упорная планка 11, шарнирно сидящая на кронштейне 4. К верхней части приводного рычага 10 шарнирно крепится тяга привода 12. Поворотом рычага ручного тормоза тяга 12 поворачивает приводной рычаг 10, который нажимает на верхнюю площадку ленты; одновременно с этим ось рычага поднимает вверх приводной стержень 7, тянущий за собой нижнюю площадку ленты, прижимая ленту к тормозному барабану. Планка 11 не даёт рычагу 10 перемещаться в стороны во избежание стягивания ленты с барабана. Жёсткая пружина 8 позволяет переместить рукоятку привода до совпадения зуба собачки 13 с впадиной гребёнки 14 даже после того, как тормоз затянут до конца. При отсутствии этой пружины полная затяжка ленты может не дать совпадения зуба защёлки, и отпущенная назад до момента фиксации рукоятка ослабит затяжку тормоза. Для регулировки необходимого зазора между лентой и барабаном в средней части ленты имеется установочный винт 15. Нижний конец ленты опускается при отвёртывании гайки регулировочного болта 16, опирающегося на кронштейн 4. Подъём верхнего конца ленты производится распорными пружинами при отвёртывании регулировочной гайки 9 приводного стержня 7.

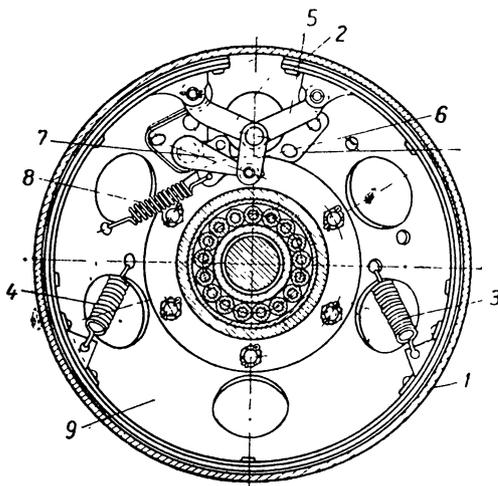
На фиг. 602 приведён внешний вид тормоза этого же типа.

Центральный ленточный тормоз устанавливается на трансмиссии многих иностранных автомобилей, в том числе на грузовиках «Интернационал», GMC, Додж, Шевроле, Виллис и др.

Ленточный внутренний тормоз заднего колеса автомобиля ГАЗ-АА изображён на фиг. 603. Здесь внутри тормозного барабана 1 помещена стальная лента 2 с наружной фрикционной обшивкой. Лента



Фиг. 602. Центральный тормоз автомобиля Додж.



Фиг. 603. Ленточный тормоз заднего колеса автомобиля ГАЗ-АА.

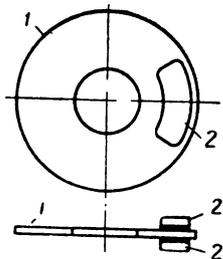
в нерабочем положении оттянута от барабана пружинами 3 и 4. На концах ленты шарнирно укреплены рычажки 5, связанные с промежуточным звеном 6. Кривошип 7 поворачивается от ручного тормозного привода и при помощи звена 6 разводит концы рычажков 5 тормозной ленты, прижимая её к барабану. При прекращении торможения кривошип 7 оттягивается назад пружиной 8 и отводит концы ленты от барабана. Ленточный тормоз устанавливается на дополнительном тормозном диске 9, расположенном внутри барабана и присоединённом к основному тормозному диску. Тормозная лента, оттягиваемая пружинами, своим краем садится на дополнительный тормозной диск 9, создавая необходимый зазор между накладкой и барабаном.

### Дисковые тормозы

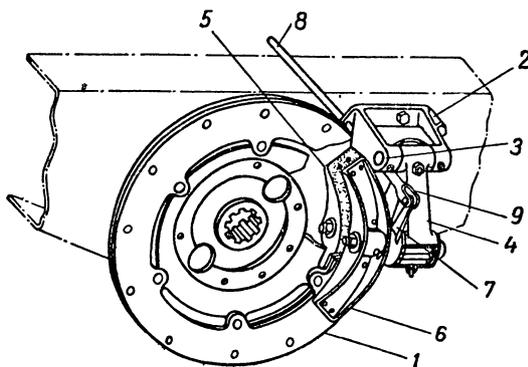
Дисковые тормозы имеют некоторое распространение на современных автомобилях в качестве трансмиссионных. Схема центрального дискового тормоза показана на фиг. 604. К тормозному диску 1 с обеих сторон прижимаются две колодки 2, имеющие форму кольцевого сектора. Нажатие колодок и их удержание на месте производится при помощи специального приводного механизма, действующего от ручного рычага.

Центральный дисковый тормоз с секторными колодками, установленный на грузовом автомобиле ГАЗ-ААА, показан на фиг. 605. Тормозной диск 1 устанавливается на заднем конце вторичного вала демультипликатора. К поперечине рамы с правой стороны от диска крепится болтами кронштейн 2. На кронштейне при помощи пальца 3 шарнирно укреплено звено 4 подвески колодок, на котором с передней стороны неподвижно закреплена ось передней колодки 5. Ось задней колодки 6,

имеющая форму кривошипа, вращается в цилиндрическом роликовом подшипнике звена подвески. Кривошипная ось задней колодки 6 изготовлена заодно с приводным рычагом 7. Когда водитель передвигает на себя рукоятку ручного тормоза, тяга 8, присоединённая к приводному рычагу 7, наклоняет последний вперёд, поворачивая кривошип. При вращении кривошипа задняя колодка 6 перемещается до упора в диск, а по мере дальнейшего поворота кривошипа отводится назад подвеска



Фиг. 604. Схема дискового тормоза.



Фиг. 605. Центральный дисковый тормоз автомобиля ГАЗ-ААА.

колодок; вместе с подвеской подойдёт к диску и передняя колодка 5. По мере вращения кривошипа колодки 5 и 6 сдвигаются ближе и зажимают тормозной диск. Вилка 9 сидит на резьбе тяги и служит для регулировки тормоза.

### Двойные тормозы

В тех случаях, когда ножной и ручной тормозы располагаются у задних колёс, их взаимное расположение может быть различным. При этом используются тормозы обычных типов.

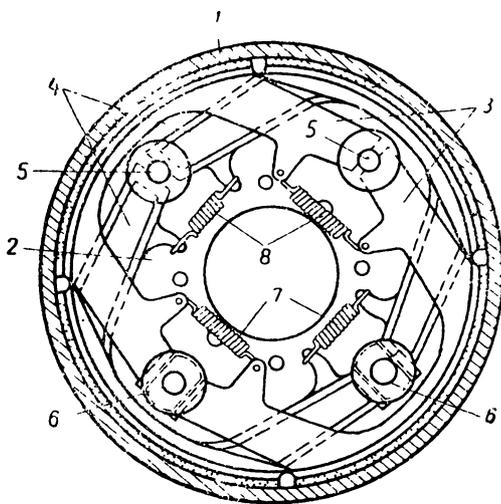
Параллельно расположены тормозы на задних колёсах автомобиля ГАЗ-АА. Ножной тормоз колодочного типа и ручной ленточного типа расположены рядом в одном барабане.

Устройство этих тормозов, каждого в отдельности, было показано на фиг. 598 и 603.

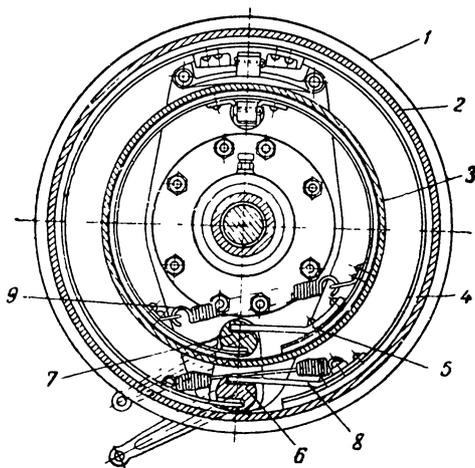
Последовательное расположение двух колодочных тормозов в одном барабане заднего колеса применено на грузовом автомобиле ЗИС-5 (фиг. 606). В тормозном барабане 1 размещаются четыре тормозные колодки, укреплённые у тормозного диска 2. Одна пара противоположных колодок 3 имеет привод от рукоятки ручного тормоза, а другая — 4 от ножной педали. Концы каждой пары колодок с одной стороны опираются выемками на опорные пальцы 5, неподвижно установленные на тормозном диске, а с другой стороны площадками — на профилированные разжимные кулаки 6. Пружины 7 и 8 стягивают колодки. Кулак 6 при повороте раздвигает концы колодок, прижимая их к тормозному барабану.

Концентричное расположение ленточных тормозов в двойном барабане показано на фиг. 607. Оно применено на стандартных задних мостах грузовых автомобилей фирмы Висконсин (Wisconsin — США). На фланце ступицы колеса 1 укреплены болтами два концентрично расположенных тормозных барабана 2 и 3, у внутренних поверхностей кото-

рых размещены две тормозные ленты 4 и 5. В средней части каждой ленты имеются кронштейны, сидящие на опорах, закреплённых непод-



Фиг. 606. Двойной тормоз заднего колеса автомобиля ЗИС-5.

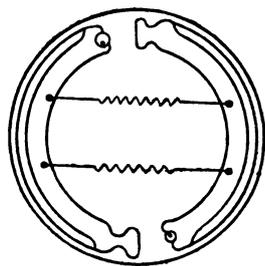


Фиг. 607. Двойной тормоз заднего колеса автомобиля Висконсин.

вижно в тормозном диске. Концы каждой ленты входят в пазы головок разжимных кулачков 6 и 7, имеющих независимые приводы от ножной педали и ручного рычага. Пружины 8 и 9 удерживают концы лент в разжимных кулачках.

### Сервотормозы

Для увеличения тормозного эффекта на некоторых автомобилях устанавливаются колодочные сервотормозы. Действие их основано на использовании силы трения для увеличения силы нажатия колодок на барабан. Увеличение эффекта действия тормоза за счёт силы трения, возникающей в самом тормозе, даёт возможность уменьшить приводное усилие и тем облегчить работу водителя. По характеру действия сервотормозы можно подразделить на два типа: сервотормозы одинарного действия, дающие эффект только при движении автомобиля передним ходом, и сервотормозы двойного действия, работающие одинаково независимо от направления движения автомобиля.



Фиг. 608. Схема тормоза с разнесёнными опорами.

Выше, при рассмотрении действия колодочного тормоза (фиг. 594), было указано, что тормозной эффект первичной колодки вследствие действия сил трения возрастает, а вторичной—соответственно уменьшается; следовательно, указанное действие сил трения на увеличение тормозного эффекта тормоза не влияет.

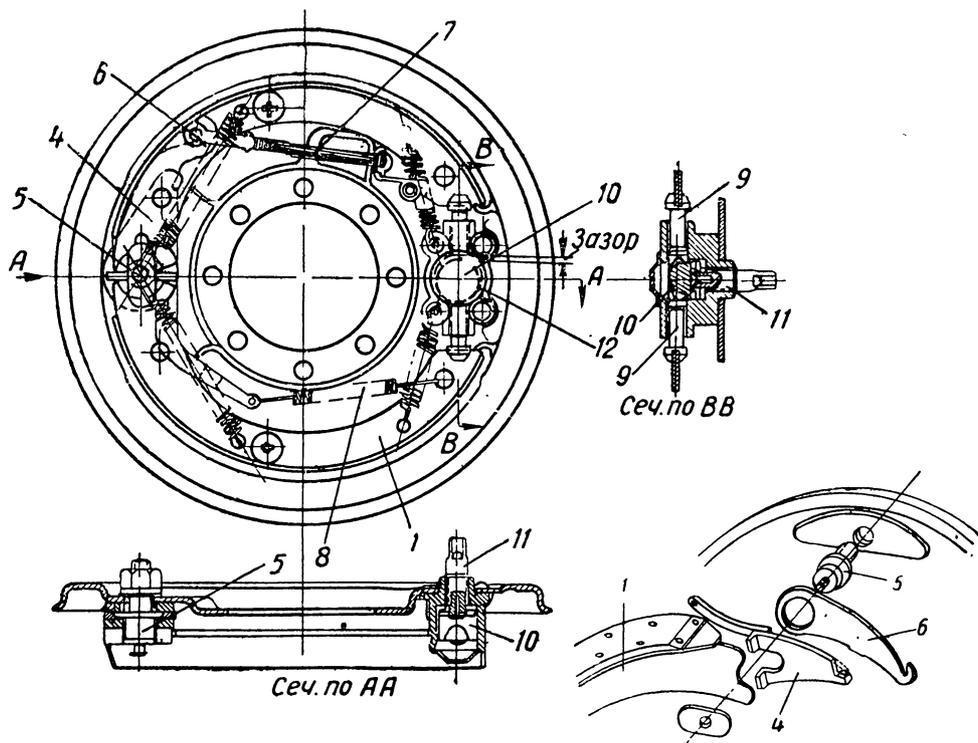
Если первичную колодку сделать большей по длине, чем вторичную, то тормозной эффект тормоза в целом возрастёт, однако при движении задним ходом тормозной эффект резко снижается.

Повышение тормозного эффекта можно также осуществить, сделав обе колодки «первичными», с этой целью опоры колодок разнесаются в

противоположном направлении (фиг. 608). При такой схеме разжимное устройство несколько более сложно, а при движении автомобиля задним ходом тормозное действие значительно снижается. Для устранения этого при практическом выполнении эта схема дополняется специальными устройствами.

Некоторое распространение получили сервотормозы, в которых первичная колодка не имеет неподвижной опоры в тормозном диске, а опирается на вторичную колодку; сила трения, передающаяся от первичной колодки, увеличивает силу нажатия вторичной колодки на барабан.

Сервотормоз одинарного действия, устанавливаемый на колёсах автомобиля ГАЗ-67, показан на фиг. 609. Первичная ко-



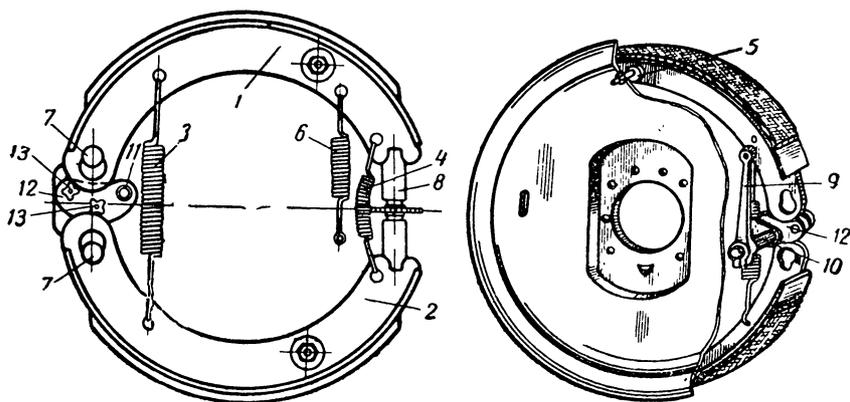
Фиг. 609. Сервотормоз автомобиля ГАЗ-67.

лодка 1 и вторичная 2 при помощи четырёх стяжных пружин прижимаются одним концом к разжимному устройству, а другим — к регулировочному. Пружины первичной колодки 1 слабее пружин вторичной 2 (для различия их верхние—более сильные—окрашены в чёрный цвет, а нижние — в красный). Две шпильки 3 с шайбами и пружинами удерживают колодки от боковых перемещений. Разжимное устройство состоит из разжимного рычага 4, лапки которого входят между торцами тормозных колодок, который фиксируется на опорном пальце 5 продолговатым вырезом, позволяющим ему перемещаться вместе с колодками; пружина 8 возвращает разжимной рычаг 4 в первоначальное положение. Отогнутый под прямым углом выступ на конце рычага 4 опирается на затылок приводного рычага 6, вращающегося на фланце пальца 5. Трос привода 7 зацеплён за головку рычага 6, который при повороте захва-

тывает за выступ разжимного рычага 4 и поворачивает его. Для наглядности разжимной механизм изображён рядом в разобранном виде.

Регулировочный механизм состоит из двух наконечников колодок 9, упирающихся в скосы сухаря 10, и регулировочного винта 11, удерживающего сухарь. Все детали помещены в кронштейне 12, прикреплённом к тормозному диску. Регулировочный сухарь 10 имеет овальную форму и может перемещаться в гнезде за счёт зазора. В нерабочем положении сухарь отжат более сильной пружиной верхней колодки к нижней стенке гнезда.

Во время торможения разжимной рычаг отводит сначала первичную колодку 1, имеющую более слабую пружину. Сила трения увлекает первичную колодку, и она через наконечник 9 начинает перемещать вверх сухарь 10, нажимая через второй наконечник на вторичную колодку 2. Благодаря этому вторичная колодка прижимается к тормоз-



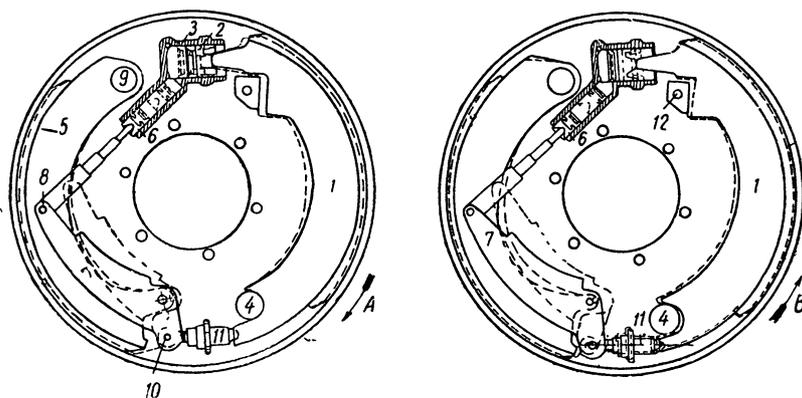
Фиг. 610. Сервотормоз переднего колеса автомобиля ЗИС-5.

ному барабану с одной стороны разжимным усилием, а с другой — силой трения первичной колодки, что увеличивает эффект торможения. При вращении колеса в обратном направлении серводействия не будет, так как сухарь 10 находится у нижней стенки гнезда и перемещаться дальше не может. Для регулировки тормоза при износе обшивок используется, кроме регулировочного механизма, эксцентричный опорный палец 5.

Сервотормоз двойного действия, устанавливаемый на передних колёсах грузового автомобиля ЗИС-5, показан на фиг. 610. Колодки 1 и 2, стянутые двумя пружинами 3 и 4, подвешены кромкой верхней колодки 1 на эксцентриковой шайбе 5, служащей для регулировки зазора этой колодки. Пружина 6 крепится за неподвижный тормозной диск и удерживает колодки на опоре. Один конец колодки имеет удлиненное отверстие, в которое входит опорный палец 7. Другой конец колодки опирается на гайку 8 регулировочного винта с левой и правой резьбой. Звёздочка на теле винта служит для регулировки зазора нижней колодки. Стяжная пружина 4 одновременно фиксирует винт через звёздочку. Разжимное приспособление состоит из приводного рычага 9, закреплённого на кривошипе 10. На палец 11 кривошипа 10 надет разводной кулачок 12 с двумя профилированными сухарями 13, на которые опираются торцы колодок. При повороте кривошипа палец поворачивает разводной кулачок с сухарями и разводит колодки. Увлекаемые трением о барабан колодки перемещаются в направлении враще-

ния до упора одной из них (в зависимости от направления вращения) в опорный палец 7. Сила трения первичной колодки передаётся на вторичную, чем и обеспечивается серводействие.

Разновидностью сервотормоза двойного действия, выполненного по схеме, приведённой на фиг. 608, является тормоз заднего колеса грузового автомобиля «Интернационал» (фиг. 611). Левый рисунок показывает работу тормоза при движении автомобиля передним ходом. На правую колодку 1 действует разжимное усилие от поршня 2 рабочего гидравлического цилиндра 3, направленное в сторону вращения тормозного барабана, показанную стрелкой А. Увлекаемая трением колодка упирается в неподвижный опорный палец 4. Левая колодка 5 получает разжимное усилие от поршня 6 того же рабочего цилиндра через разжимной рычаг 7, с которым она связана шарнирно в точке 8; разжимное усилие направлено тоже в сторону вращения тормозного барабана, так как неподвижной опорой второй колодки служит палец 9. Ось поворота



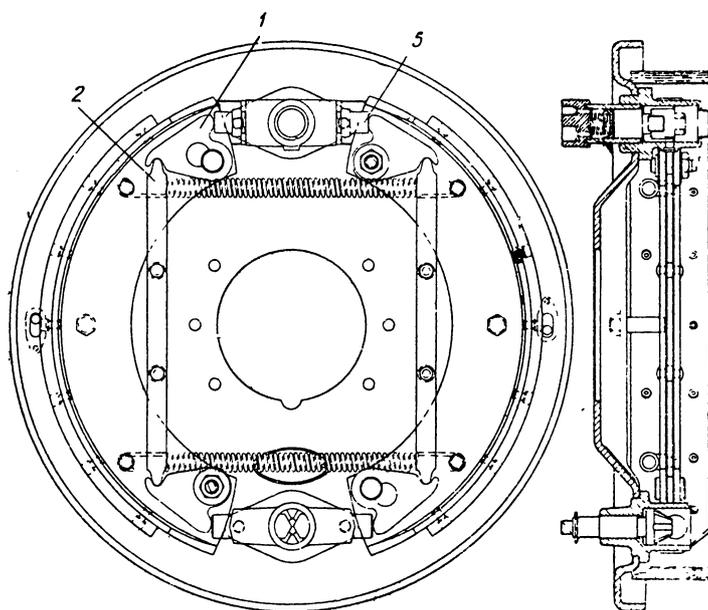
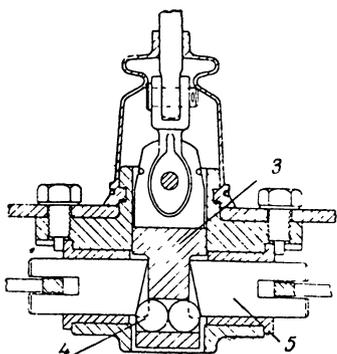
Фиг. 611. Тормоз заднего колеса автомобиля «Интернационал». А — направление вращения при движении вперед; В — то же задним ходом.

разжимного рычага 7 является ось 10 головки регулировочного винта 11, гайка которого опирается на колодку 1. Для вращения гайки 11 при регулировке тормоза служит звёздочка на её теле.

При движении автомобиля задним ходом рабочее положение деталей показано на правом рисунке. Разжимающее усилие левой колодки направлено против вращения барабана. Неподвижной опорой правой колодки теперь будет служить сухарь 12, к которому она прижмётся, увлеченная трением, и отойдёт от опорного пальца 4. Разжимное усилие от рычага 7 передаётся на правую колодку через винт 11 и направлено в сторону вращения барабана. Недостаточный тормозной эффект левой колодки вследствие скольжения её вдоль плоскости опоры 12, благодаря чему верхний конец колодки как бы вклинивается между опорой и барабаном, увеличивая этим нажим конца колодки на барабан.

Оригинальный по конструкции сервотормоз двойного действия (фирмы Бендикс) приведен на фиг. 612. Две симметричные колодки тормоза, стянутые двумя пружинами, опираются торцами в пазы пальцев регулировочного и разжимного устройства, в которых могут скользить. На каждой колодке установлены на неподвижных осях по два двойных качающихся рычага 1, опирающихся одной стороной на торцы пальцев колодок, а другой — на штанги 2, выполненные из двух стальных полос, соединённых заклёпками. Толстые шайбы на заклёпках штанг создают пространство между её полосами для прохода ребра колодки.

При отводе колодки палец разжимного устройства под действием привода начнёт вначале поворачивать рычаг, пока дно его паза не упрётся в ребро колодки. Поворот верхнего рычага вызовет нажим на штангу, которая заставит поворачиваться рычаг, упирающийся в неподвижный палец регулировочного устройства. Поворот рычагов вызовет поворот их осей вокруг точек опоры, что заставит колодки приближаться к тормозному барабану. Возникшая между колодкой и барабаном сила трения, стремясь увлечь колодку по направлению вращения, будет передаваться через штангу на второй рычаг, заставляя последний с большей силой прижимать ко-



Фиг. 612. Сервотормоз фирмы Бендикс.

лодку. Разведение пальцев колодок производится обоймой 3 с двумя роликами 4, перемещающимися по торцевым скосам пальцев 5. Обойма приводится в движение механическим приводом от тормозной педали.

### § 3. УСТРОЙСТВО МЕХАНИЗМА ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА

Назначение тормозного привода состоит в передаче усилия от тормозной педали или тормозного рычага к разжимным устройствам тормозов. Соотношение между суммарным усилием на разжимных устройствах и усилием, приложенным водителем к педали или рычагу, т. е. передаточное число привода, должно обеспечивать большие тормозные усилия при минимальных усилиях водителя.

По способу передачи усилия и приведения в действие тормозов все приводы можно подразделить на следующие группы: 1) механические, 2) гидравлические, 3) пневматические.

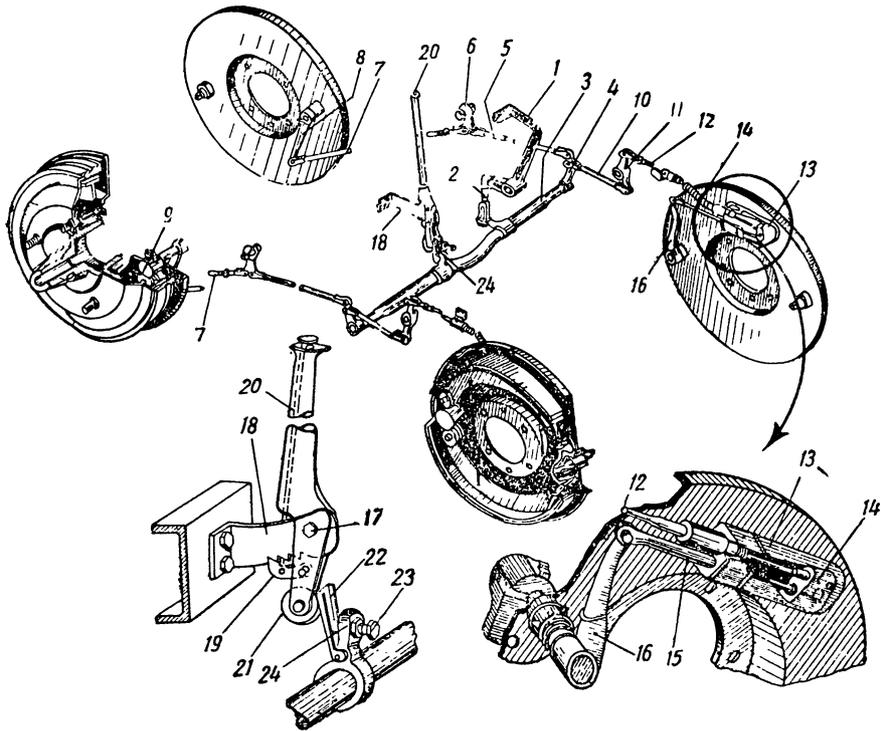
В систему механического и гидравлического приводов в случае надобности вводятся сервомеханизмы различных типов, пневматические же приводы этого не требуют, так как по своему устройству обеспечивают возможность получения больших тормозных усилий.

Центральные тормозы обычно имеют механический привод.

### Механические приводы

Механический привод передаёт усилие от ноги или руки водителя к тормозу через систему тяг и рычагов.

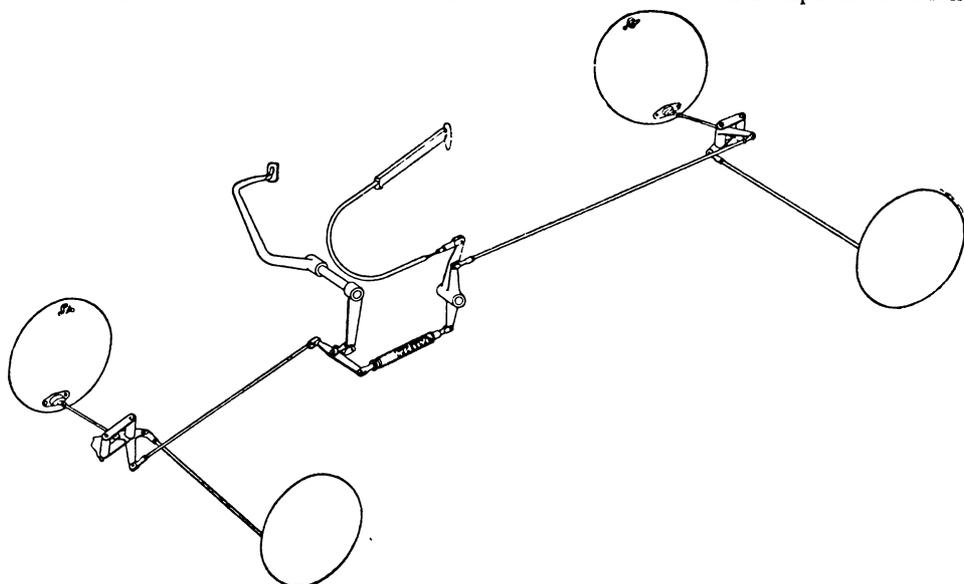
Устройство тормозной системы с механическим приводом автомобиля ГАЗ-М-1 показано на фиг. 613. Здесь привод действует на все



Фиг. 613. Тормозная система автомобиля ГАЗ-М-1.

колёсные тормозы как от ножной педали, так и от ручного рычага. При нажатии на педаль 1 её нижний конец поворачивает через тягу 2 поперечный тормозной вал 3. Тяга 2 имеет удлиненный прорез для соединительного пальца. На концах тормозного вала сидят рычаги 4, связанные шарнирно с тягами 5, которые через маятниковый подвес 6 передают движение тягам 7, поворачивающим через рычаги 8 валики 9 разжимных устройств тормозов задних колёс. На тормозы передних колёс усилие от тормозного вала передаётся рычагами 4 на толкающие штанги 10, поворачивающие двуплечие рычаги 11, сидящие на неподвижных осях, укрепленных на раме. Верхний конец рычага 11, отклоняясь назад, тянет связанный с ним трос 12, передающий усилие на привод разжимного приспособления тормоза передних колёс. Оболочка троса закреплена одним концом на раме около рычага 11, а другим — в коробке

привода 13. Гибкий трос присоединён к подвижной личинке 14, двигающейся в коробке 13 на специальном ролике. Одновременно с движением личинки перемещается соединённая с ней тяга 15, поворачивающая приводной рычаг 16 разжимного приспособления тормоза. Передние колёса при поворотах занимают различное положение по отношению к раме, поэтому жёсткая тяга, связанная с рамой, могла бы производить произвольную затяжку тормозов. Во избежание этого передача усилия к тормозам передних колёс требует специального привода. В данной конструкции это сделано гибким тросом в оболочке, не меняющим своей длины при различных положениях колеса. По этой же причине тяги,



Фиг. 614. Схема тормозного привода без валиков.

идущие к задним колёсам, сделаны составными. Маятниковый подвес, помещённый примерно на одной оси с центром качания заднего моста, около ушка задней рессоры, обеспечивает качание тяги по радиусу, одинаковому с радиусом качания моста.

Ручной рычаг привода качается на оси 17 планки 18 с храповым сектором. Собачка 19, связанная с тягой 20, входя между зубьями храпового сектора, удерживает рычаг в заторможенном положении. При отклонении рычага назад ролик 21 нижнего конца рычага нажимает на пластинку 22 и через упорный регулировочный болт 23 поворачивает рычаг 24 и тормозной вал 3, от которого усилие передаётся рассмотренным уже способом на тормозы колёс. Поворот вала 3 от ручного рычага не меняет положения педали, так как при этом соединительный палец скользит в прорези тяги 2. Точно так же перемещение педали не изменяет положение ручного рычага, так как пластинка 7 отходит от ролика 6. Для возможности регулировки механизма привода тяги, идущие к задним колёсам, концы тросов и тяга педали имеют соединительные вилки, навёрнутые на резьбе, что даёт возможность изменять длины тяг и тросов.

В системе механических приводов, имеющих поперечные тормозные валы, возможно скручивание последних, что нарушает правильное распределение усилий к тормозам отдельных колёс.

В системе тормозного привода «Girling» (фиг. 614) поперечные тормозные валы отсутствуют, а усилия от педали и ручного рычага

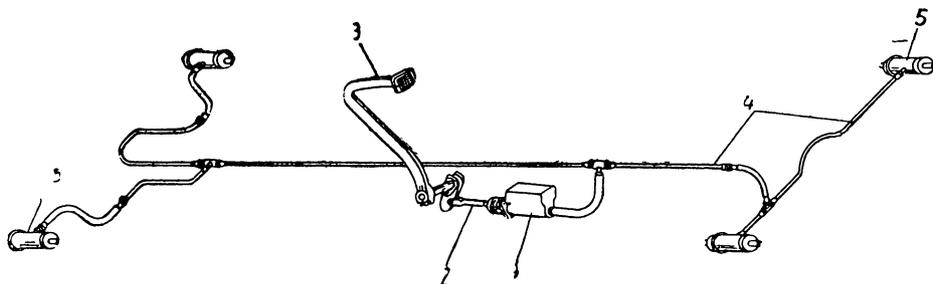
передаются к тормозам при помощи рычагов и тяг; разведение тормозных колодок при перемещении поперечных тяг привода производится клиновым устройством, показанным выше, на фиг. 612.

### Гидравлические приводы

Гидравлические приводы имеют значительные преимущества перед механическими и почти вытеснили последние. Основными преимуществами гидравлических приводов к тормозам являются: 1) простота привода, в частности к тормозам управляемых колёс; 2) возможность монтажа на любое шасси без переделок последнего; 3) плавность передачи усилия и равномерность распределения его по тормозам.

Преимущества гидравлических приводов подтверждаются обширностью их распространения за границей в последние годы: 100% лёгких и средних грузовых автомобилей основных фирм американской промышленности и свыше 95% всех моделей легковых автомобилей имеют гидравлические приводы.

Принцип работы гидравлического тормозного привода показан на схеме фиг. 615. В главном цилиндре 1 помещён поршень, связанный штоком 2 с тормозной педалью 3. С цилиндром через двойной клапан

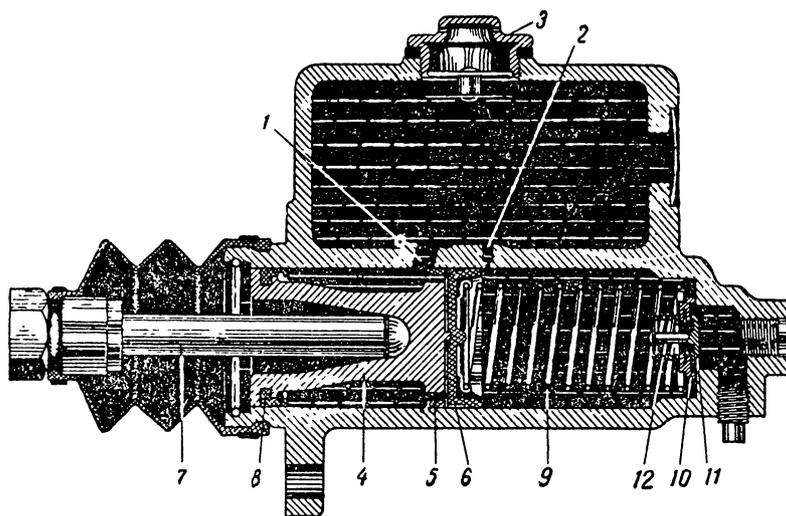


Фиг. 615. Схема гидравлического привода.

соединена магистраль 4, идущая к рабочим цилиндрам 5 всех тормозов колёс. В каждом рабочем цилиндре помещаются два поршня, связанных шарнирно с тормозными колодками. При нажиме на педаль поршень в главном цилиндре перемещается и вытесняет из него тормозную жидкость через перепускной клапан в магистраль, создавая в последней необходимое рабочее давление. Под воздействием этого давления поршни рабочих цилиндров раздвигаются и прижимают колодки к тормозным барабанам. Соотношение между площадями поршней главного и рабочих цилиндров определяет передаточное число гидравлического привода; при одинаковых размерах поршней рабочих цилиндров разжимное усилие на каждую колодку получается одинаковым. После прекращения давления на педаль стяжные пружины колодок возвращают поршни рабочих цилиндров в начальное положение, а вытесняемая ими жидкость по магистрали перегоняется назад в главный цилиндр, открывая обратный клапан; последний поддерживает в магистрали и рабочих цилиндрах небольшое остаточное давление (около  $0,5 \text{ кг/см}^2$ ) во избежание подсоса воздуха в систему.

При попадании в систему гидравлического привода воздуха образующиеся в ней воздушные пробки нарушают действие привода, так как давление, создаваемое главным цилиндром, идёт на сжатие пузырьков воздуха и не передаётся на поршни рабочих цилиндров с достаточной силой, в результате чего тормозы перестают действовать.

Устройство главного цилиндра типовой конструкции показано на фиг. 616. Он выполнен в одной отливке с резервуаром, через который заполняется тормозной жидкостью вся система привода. Заливка производится через горловину резервуара, закрываемую пробкой 3 с отверстиями для сообщения с атмосферой. В процессе эксплуатации уровень тормозной жидкости поддерживается доливкой. Резервуар сообщается с полостью главного цилиндра через два отверстия: перепускное 1 и компенсационное 2. Внутри главного цилиндра помещён поршень 4, в головке которого сделано несколько сквозных отверстий 5, прикрываемых манжетом 6 из специальной резины. На боковой поверхности манжеты имеются долевые и кольцевая канавки. В тело поршня упирается шаровая головка штока 7, шарнирно связанного с педалью тормоза. Задний конец поршня имеет фланец с кольцевым уплотняющим манже-



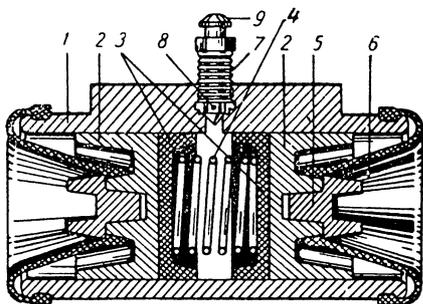
Фиг. 616. Главный гидравлический цилиндр системы Локхид.

том 8. Вокруг тела поршня имеется пространство, заполняющееся жидкостью через перепускное отверстие 1. Манжет 6 прижимается к поршню пружиной 9 обратного клапана 10. На корпусе клапана 10 смонтирован перепускной клапан 11 со своей пружиной 12.

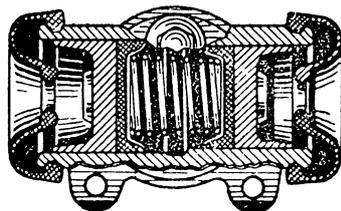
Действие главного цилиндра происходит следующим образом: при нажатии на педаль шток 7 перемещает поршень вправо, сжимая пружину 9, которая плотнее прижимает обратный клапан 10. Компенсационное отверстие 2 перекрывается резиновым манжетом 6 в начале движения поршня. Сжимаемая в цилиндре жидкость открывает перепускной клапан 11 и перетекает в магистраль, создавая в ней рабочее давление, пропорциональное нажатию на педаль. При отпуске педали пружина 9 отводит поршень влево и происходит заполнение главного цилиндра жидкостью из магистрали под действием стяжных пружин тормозных колодок, выжимающих жидкость из рабочих цилиндров тормозов. При этом жидкость должна преодолеть сопротивление пружины 9 и отжать обратный клапан 10. При резком отпуске педали заполнение главного цилиндра жидкостью из магистрали будет отставать от перемещения поршня вследствие вязкости жидкости, большого сопротивления длинных трубопроводов и сильного нажима на клапан 10 сжатой пружины 9, что создаёт в главном цилиндре некоторое разрежение. Под действием этого разрежения жидкость из пространства за поршнем

через отверстия 5 устремится в каналы манжета 6, отожмет его края и пройдет в цилиндр, а её место заполнит жидкость из резервуара, поступившая через отверстие 1. Таким образом наличие постоянного объёма жидкости за поршнем препятствует подосу воздуха в главный цилиндр при резком отпуске педали. Так как объём жидкости, вытесненной из цилиндра в магистраль в процессе торможения, при растормаживании возвращается обратно в цилиндр, уже заполненный жидкостью, частично поступившей через поршень, то излишки жидкости через отверстие 2 будут перетекать в резервуар. Это же отверстие компенсирует температурные изменения объёма жидкости в системе, а также утечку жидкости и изменение объёма рабочих цилиндров при регулировке тормозов. При наличии воздуха в системе привода передвижение поршня главного цилиндра не вызывает торможения колёс, однако несколькими последовательными нажимами педали с резким отпуском её можно подкачать в систему столько жидкости, что объём воздуха в системе уменьшится, а давление увеличится для получения достаточного тормозного эффекта.

Устройство рабочего тормозного цилиндра показано на фиг. 617. Корпус цилиндра 1 крепится болтами к тормозному



Фиг. 617. Рабочий гидравлический цилиндр колёсного тормоза.



Фиг. 618. Ступенчатый рабочий цилиндр автомобиля Додж.

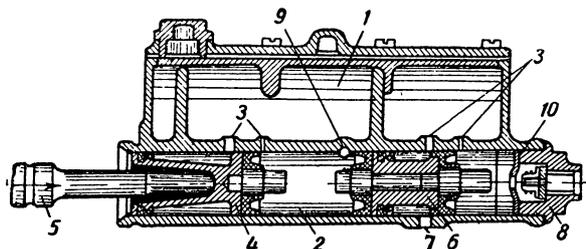
диску и имеет внутри два подвижных поршня 2 с уплотнительными манжетами 3, прижимаемыми к днищам поршней пружиной 4. С наружной стороны в бобышки поршней вставлены опорные пальцы 5, соединяющие поршни с тормозными колодками. На концах цилиндра поставлены защитные резиновые накладки 6, препятствующие попаданию пыли и воды на рабочую поверхность цилиндра. Тормозная жидкость из магистрали попадает внутрь цилиндра через канал, не показанный на рисунке. Штуцер 7 имеет центральный канал с боковыми выходами 8 на его внутреннем конусном конце, закрытый винтом 9, и служит для спуска воздуха, попавшего в систему. В зависимости от распределения веса по осям автомобиля рабочие цилиндры на передних и задних колёсах могут иметь различные диаметры.

Некоторые фирмы выпускают ступенчатые рабочие цилиндры с поршнями разного диаметра. Такие цилиндры применяются на тормозах автомобилей Плимут, Крайслер, Додж (фиг. 618). Увеличение диаметра цилиндра со стороны вторичной колодки увеличивает силу её нажатия и обеспечивает одинаковый износ обшивок обеих колодок.

Существенный недостаток описанной выше системы гидравлического тормозного привода заключается в том, что один цилиндр обеспечивает работу всех тормозов и в случае нарушения любого места привода вся тормозная система выходит из строя. Для устранения этого недостатка

на некоторых автомобилях устанавливаются двойные главные цилиндры.

Двойной главный цилиндр, установленный на английском автомобиле Бедфорд, показан на фиг. 619. Резервуар 1, разделённый перегородками, соединяется с цилиндром 2 двумя отверстиями 3 (перепускным и компенсационным) в каждой части. В цилиндре помещается поршень 4, перемещаемый штоком 5 от педали, и поршень 6, ограниченный в своём перемещении



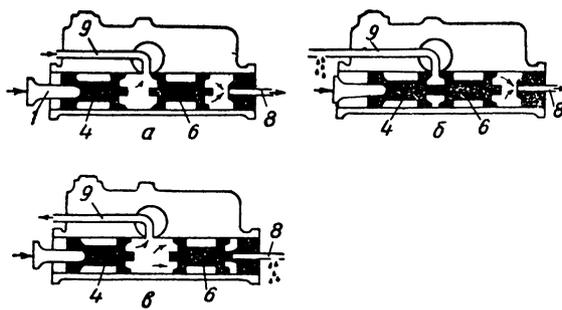
Фиг. 619. Двойной главный гидравлический цилиндр автомобиля Бедфорд.

поршней и уплотнений аналогична предыдущей конструкции, но, кроме того, в торцы поршней вставлены опорные пальцы, а возвратные пружины (не показанные на схеме) помещены как справа от поршня 6, так и между поршнями 6 и 4. В правом конце цилиндра

ввёрнута пробка 8 с перепускным и обратным клапанами, к которой подведён трубопровод, идущий к тормозам передних колёс. Из полости между поршнями идёт канал 9, заканчивающийся пробкой с аналогичными клапанами и трубопроводом к тормозам задних колёс. При торможении (фиг. 620, а) усилие от ноги водителя передаётся через педаль штоку и поршню 4, которые перемещаются вправо. При этом жидкость выдавливается в канал 9 к рабочим цилиндрам тормозов задних колёс и давит на поршень 6, одновременно заставляя его перемещаться вправо и перегонять жидкость через клапан пробки 8 к рабочим цилиндрам тормозов передних колёс.

При прекращении нажатия на педаль детали приходят в исходное положение под действием возвратных пружин.

В случае появления течи или разрушения магистрали 9 задних тормозов (фиг. 620, б) последние работать не будут, а поршень 4 подойдёт вплотную к поршню 6, и усилие на штоке 5 погонит жидкость по трубопроводу 8 к тормозам передних колёс.



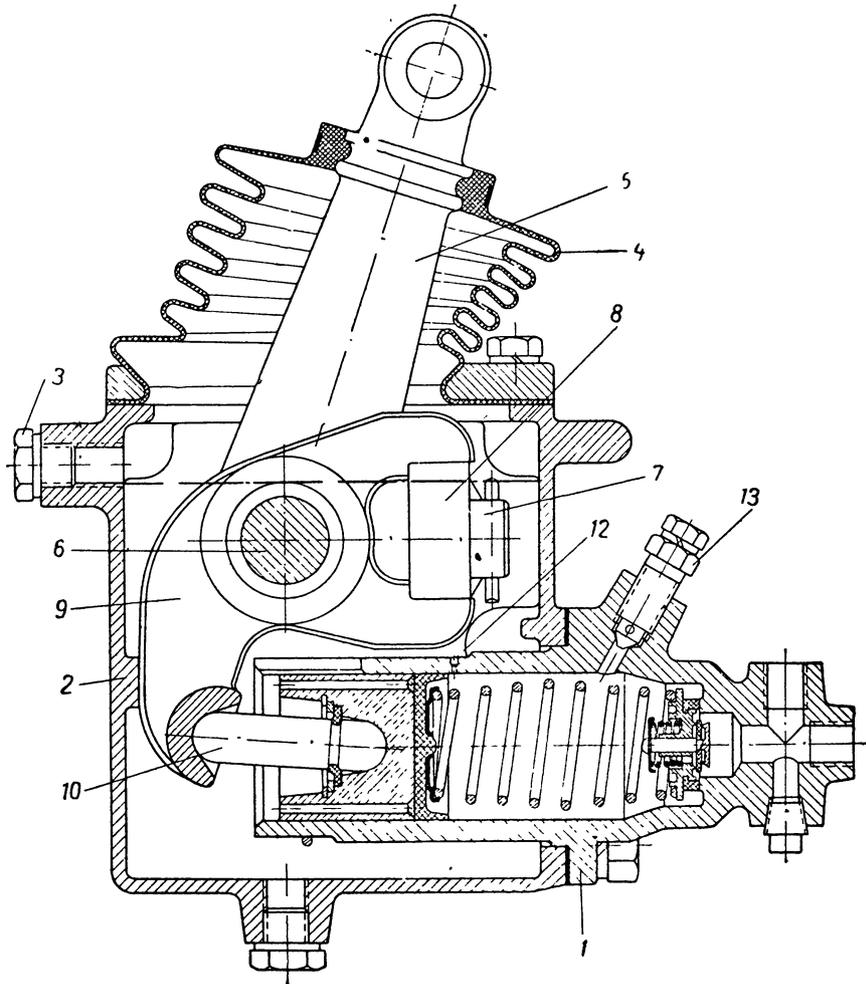
Фиг. 620. Схема работы главного гидравлического цилиндра автомобиля Бедфорд.

Если появится течь в трубопроводе 8 (фиг. 620, в), то тормозы передних колёс прекратят работу. Тогда усилие от штока 5 будет перемещать поршень 4 и созданным давлением переместит также поршень 6 до упора в шайбу 10. Жидкость на пространства между поршнями пойдёт через канал 9 к рабочим цилиндрам задних колёс.

Другой тип двойного главного цилиндра изображён на фиг. 621 (применялся на трёхосных стандартных автомобилях германской армии). Два цилиндра 1, расположенные осями параллельно друг другу, прикреплены болтами к общему резервуару 2, заполненному тормозной жидкостью до уровня контрольной пробки 3. Сверху резервуар закрыт резиновым чехлом 4. Качающийся рычаг 5 сидит на оси 6, укрепленной

в резервуаре, и соединён верхним концом с тягой тормозной педали, а на пальце 7 его нижнего конца свободно насажена прямоугольная планка (уравнитель 8), входящая в вилки рычагов 9 обоих цилиндров. Рычаги 9 свободно сидят на оси 6.

При торможении качающийся рычаг, поворачиваясь против часовой стрелки, через уравнитель 8 поворачивает рычаги 9 главных цилиндров, заставляющие при помощи штоков 10 переместиться вправо поршни обоих главных цилиндров. Усилие делится уравнителем поровну между



Фиг. 621. Двойной главный гидравлический цилиндр.

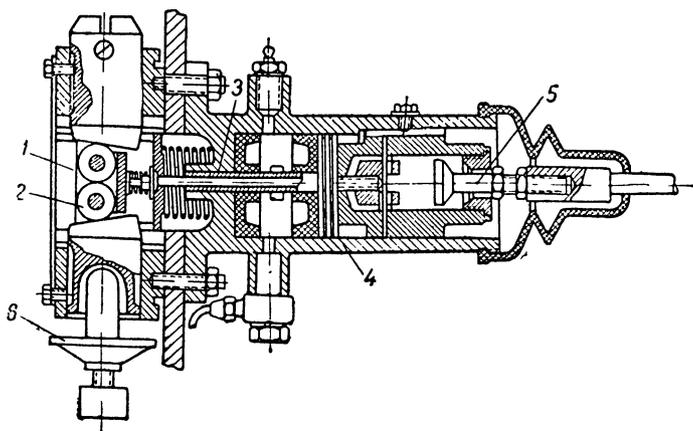
поршнями обоих цилиндров, обеспечивая одинаковое давление тормозной жидкости в обеих группах тормозов. При прекращении нажатия на педаль все детали возвращаются в первоначальное положение обычным путём.

Чтобы компенсационное отверстие 12 не перекрывалось манжетой поршня, положение поршней определяется упором рычага 9 в стенку резервуара.

В верхней части каждого цилиндра ввёрнут ниппель 13 для спуска воздуха.

На некоторых автомобилях при наличии гидравлического привода на все колёса делают механический привод от ручного рычага на задние

колёса. Комбинированное разжимное устройство типа «Girling», применяемое в этом случае для задних тормозов в автомобиле Бедфорд, приведено на фиг. 622. Обойма 1 разжимных роликов 2 при помощи штока 3 связана с поршнем 4 гидравлического цилиндра. В правую часть поршня



Фиг. 622. Разжимное устройство тормоза заднего колеса автомобиля Бедфорд.

входит своей головкой тяга 5 механического привода от ручного рычага, пропущенная свободно через упорную гайку, ввёрнутую в дно поршня. Приводы действуют независимо. Звёздочка 6 служит для регулировки тормоза.

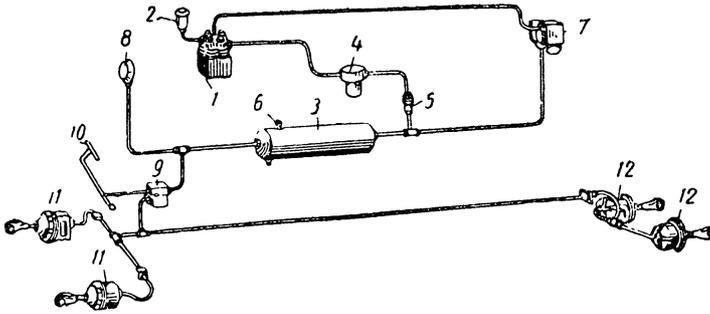
### Пневматические приводы

Механические и гидравлические приводы не могут быть выполнены достаточно мощными, чтобы обеспечить нужное тормозное усилие в тормозах тяжёлых автомобилей. Поэтому на большегрузных автомобилях и автобусах нашли широкое применение пневматические приводы к тормозам колёс.

Наличие компрессора и резервуара для сжатого воздуха позволяет использовать сжатый воздух помимо торможения для других целей: накачка шин, пневматический механизм для открывания и закрывания дверей, сервомеханизм руля, пневматическое управление сцеплением и коробкой передач, пневматический сигнал, стеклоочиститель и т. д. Установка этих приборов завоевала себе широкое распространение на современных американских автобусах. Кроме того, пневматические приводы являются единственными удобными и надёжными для торможения прицепов и полуприцепов к автомобилям и тягачам.

Принципиальная схема пневматического привода тормозов помещена на фиг. 623. Компрессор 1, имеющий привод непосредственно от двигателя автомобиля или механизмов его трансмиссии, засасывает воздух через воздухоочиститель 2 и подаёт сжатый воздух в резервуар 3. На пути сжатого воздуха установлен маслоотделитель 4. Обратный клапан 5 предупреждает обратный выход воздуха из резервуара, а предохранительный клапан 6 ограничивает давление в резервуаре и всей системе привода. При достижении максимального давления в системе регулятор давления 7 отъединяет компрессор, и последний работает вхолостую. От резервуара 3 трубопровод идёт к контрольному манометру 8 и тормозному крану 9, соединённому с педалью тормоза 10. При нажатии на педаль тормозной кран открывает сообщение резервуара с тормозными

камерах передних колёс 11 и задних 12. Иногда в трубопроводе, соединяющем тормозные камеры передних или задних колёс, ставится вместо тройника клапан быстрого оттормаживания. На длиннобазных автомобилях у заднего моста, далеко расположенного от тормозного крана, ставится ускорительный клапан.



Фиг. 623. Схема пневматического привода.

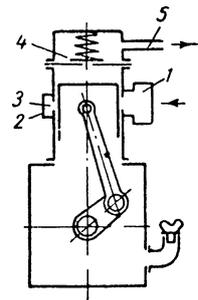
**Компрессоры.** Для пневматического привода тормозов применяются почти исключительно поршневые компрессоры. В последнее время начали применяться также ротационные компрессоры (системы Бэш).

В случае установки компрессора у двигателя автомобиля привод к нему осуществляется обычно клиновидным ремнём от коленчатого вала двигателя; часто системы смазки и охлаждения двигателя и компрессора объединены. При установке компрессора у коробки передач привод к нему выполняется шестерёнчатый, и компрессор имеет самостоятельную смазку и охлаждение (последнее обычно воздушное).

Большинство поршневых компрессоров выполняется одноступенчатыми.

Количество подаваемого компрессорами воздуха колеблется в пределах 85—200 л/мин, потребляемая мощность составляет примерно от 1 до 3 л. с.

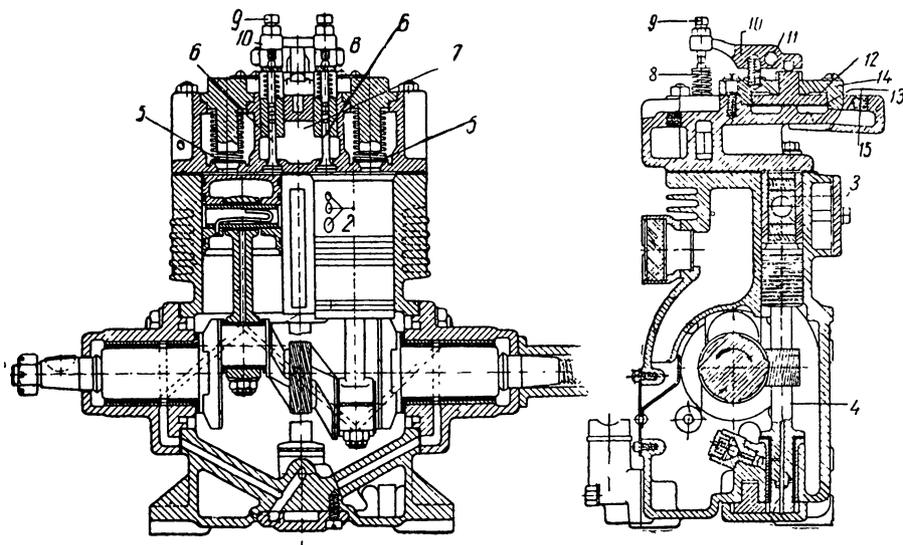
Схема компрессора показана на фиг. 624. Засасывание воздуха в цилиндр происходит при движении поршня вниз через воздухоочиститель 1, кольцевой канал 2 и окна 3. При движении поршня вверх он перекрывает впускные окна 3, сжимает засосанный воздух и выталкивает его в головку цилиндра, преодолевая сопротивление пружины клапана 4, а оттуда через трубопровод 5 в резервуар.



Фиг. 624. Схема компрессора.

Двухцилиндровый компрессор (системы Вестингауз) показан на фиг. 625. Кривошипно-шатунный механизм компрессора выполнен по типу обычного двигателя. Коленчатый вал может иметь приводную шестерню или шкив на любом конце. Смазка компрессора принудительная, от собственного шестерёнчатого масляного насоса 1. Охлаждение воздушное; охлаждающие рёбра выполнены на цилиндрах и головке. Поступление воздуха в цилиндры происходит через специальные окна 2, расположенные в цилиндре по всей длине хода поршня. Воздух распределяется по цилиндрам вращающимся золотником 3, сидящим на вертикальном валике 4. Сжатый воздух попадает в систему через клапаны 5 в головках цилиндров. Выключение компрессора происходит автоматически

специальным устройством, помещённым в его головке и управляемым регулятором давления. Это устройство состоит из двух клапанов 6, при открытии которых оба цилиндра соединяются с внутренней полостью 7 головки. Пружины 8 удерживают клапаны в закрытом состоянии. К стержням клапанов подходят регулировочные болты 9 вильчатого рычага 10, сидящего на оси 11. Короткое плечо рычага 10 опирается на шток диска 12, лежащего на резиновой диафрагме 13. Диафрагма, закреплённая крышкой 14, прикрывает специальную камеру, сообщаемую через отверстие 15 с регулятором давления. При поступлении воздуха через отверстие 15 диафрагма, выгибаясь вверх, поднимает диск 12 и через рычаг 10 открывает оба клапана 6. Цилиндры, соединённые



Фиг. 625. Двухцилиндровый компрессор системы Вестингауз.

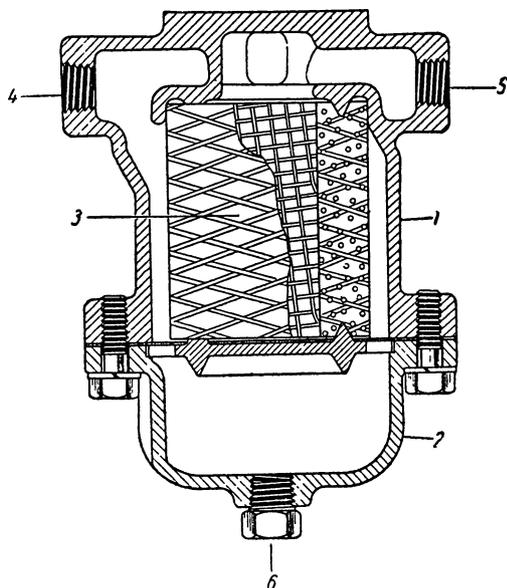
между собой через полость 7, работают вхолостую, перегоняя воздух из одного цилиндра в другой.

**Маслоотделитель.** По пути из компрессора в резервуар сжатый воздух проходит через сепаратор-маслоотделитель (фиг. 626), состоящий из корпуса 1 с крышкой 2, крепящей фильтрующий элемент 3. Через впускное отверстие 4 сжатый воздух попадает в корпус, и благодаря резкому падению скорости и изменению направления движения воздуха частицы масла и влаги осаждаются. Окончательная очистка производится фильтром 3, откуда воздух выводится через канал 5. В нижней части крышки ввёрнута пробка 6 для спуска осадков масла и воды.

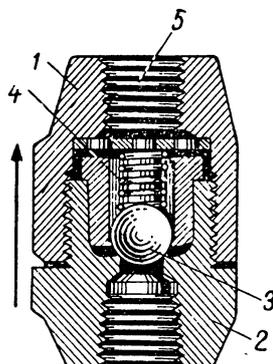
**Обратный клапан** пропускает воздух только в направлении от компрессора к резервуару (фиг. 627). Он состоит из корпуса 1 и пробки 2, ввёрнутой в корпус. Шарик 3 прижат к седлу входного отверстия пружиной 4. Давлением воздуха, идущего от компрессора, шарик приподнимается и пропускает воздух в выходной канал 5.

**Воздушный резервуар.** Для возможности быстрого приведения в действие того или другого механизма пневматической системы в неё включается воздушный резервуар. Обычно ёмкость резервуара для тормозного привода составляет около 30 л и должна обеспечить примерно 6—8 полных торможений, после чего компрессор, автоматически включаясь, пополняет запас воздуха.

Резервуары выполняются сварными из листовой стали и испытываются на давление в  $40 \text{ кг/см}^2$ . Резервуары размещаются на раме автомобиля с таким расчётом, чтобы они занимали самое низкое положение во всей пневматической системе для возможности стока в них конденсирующейся влаги и с наклоном в



Фиг. 626. Сепаратор для очистки воздуха от масла.

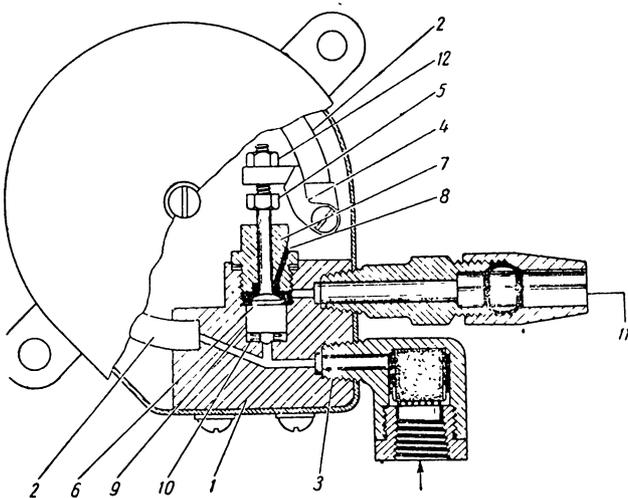


Фиг. 627. Обратный клапан.

сторону спускного крана, установленного в нижней части резервуара.

**Предохранительный клапан.** Для предохранения системы от чрезмерного давления в случае порчи регулятора давления, выключающего компрессор, около резервуара устанавливается предохранительный клапан, регулирующийся на давление не свыше  $10 \text{ кг/см}^2$ .

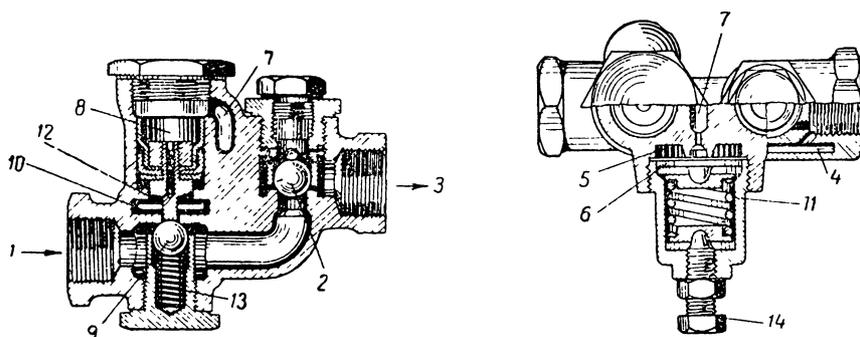
**Регулятор давления.** Регуляторы давления устанавливаются двух типов: работающие по принципу манометра с трубкой Бурдона и мембранные. На рисунке изображён регулятор системы Вестингауз, работающие по принципу манометра (фиг. 628). В корпусе 1 регулятора смонтирована трубка Бурдона 2, конец которой каналом 3 соединён с воздушным резервуаром. Запаянный конец трубки имеет ушко 4, в котором закреплён регулировочный болт 5, клапана 6, помещённого в направляющей 7. Полость у головки клапана 6 соединена каналом 11 с устройством холостого хода компрессора. Сверление 8 в направляющей выведено во внутреннюю полость регулятора, сообщённую с атмосферой.



Фиг. 628. Регулятор давления системы Вестингауз.

Полость у головки клапана 6 соединена каналом 11 с устройством холостого хода компрессора. Сверление 8 в направляющей выведено во внутреннюю полость регулятора, сообщённую с атмосферой. В гнезде

корпуса 1, как в направляющей, под клапаном 6 помещён плунжер 9 с пружиной 10, имеющий сверление, параллельное его оси. Конический хвостовик плунжера 9 в нижнем положении перекрывает сообщение каналов 3 и 11. Пока давление в резервуаре не превышает нормального, трубка Бурдона, имеющая предварительный натяг, преодолевая давление воздуха в канале 3 и пружины 10, отжимает клапан и плунжер вниз. При этом канал 11 сообщён с атмосферой через сверление 8, и устройство холостого хода компрессора выключено. При повышении давления трубка распрямляется, ослабляя нажим на клапан 6. Давление воздуха складывающееся с давлением пружины 10, поднимает плунжер 9; одновременно плунжер поднимает клапан 6, каналы 3 и 11 через сверление в плунжере соединяются между собой, а сообщение с атмосферой перекрывается клапаном 6. Давление из резервуара передаётся к мембране устройства холостого хода компрессора и выключает последний. Величина перепада давлений, при которых происходит включение и выключение



Фиг. 629. Регулятор давления системы Кнорр.

ние компрессора, составляет приблизительно  $1 \text{ кг/см}^2$  и может быть отрегулирована предварительной установкой регулировочного болта манометрической трубки, закрепляемого контргайкой 12.

Мембранный регулятор показан на фиг. 629. Сжатый воздух поступает от компрессора через канал 1, обратный клапан 2 и канал 3 в резервуар. Канал 3 через боковое сверление 4 в корпусе постоянно сообщает резервуар с кольцевым каналом 5 под мембраной 6. Мембрана прикрывает центральный канал 7, идущий в камеру над поршеньком 8 клапана холостого хода 9. При достижении в резервуаре давления  $5 \text{ кг/см}^2$  прогнувшаяся мембрана пропустит воздух из резервуара к поршеньку 8, и он, переместившись, утопит своим хвостовиком шарик клапана 9 холостого хода. При этом поступающий от компрессора воздух будет выходить мимо клапана 9 через щель 10 в атмосферу, и компрессор освобождается от нагрузки. Падение давления в резервуаре до  $4,5 \text{ кг/см}^2$  вследствие расхода воздуха заставит мембрану 6 выпрямиться под действием пружины 11 и закрыть отверстие канала 7. Сжатый воздух из канала 7 и пространства над поршеньком 8 выйдет в атмосферу через маленькое отверстие 12 в поршеньке 8, и пружина 13 закроет клапан холостого хода, восстановив первоначальное положение. Регулировка натяжения пружины мембраны производится болтом 14. Шарики регулятора делаются из нержавеющей стали и обычными стальными шариками подшипников заменены быть не могут. Мембранный регулятор не требует установки отдельного обратного клапана в цепи компрессор — резервуар.

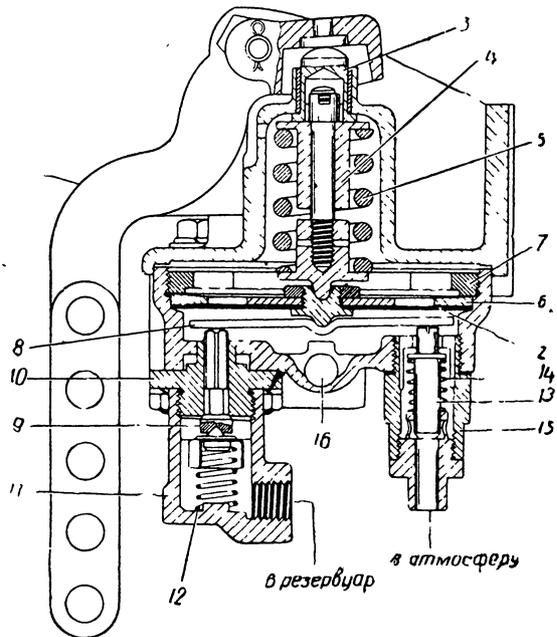
Тормозной кран. Устройство тормозных кранов предусматривает увеличение разжимного усилия на колодках тормоза пропорцио-

нально силе нажатия на педаль, постоянство тормозного действия при неизменном положении нажатой педали и быстрое полное прекращение торможения при отпуске педали до конца.

Тормозной кран системы Вестингауз показан на фиг. 630. Усилие от педали через тягу передаётся на рычаг 1, помещённый на крышке корпуса крана. От рычага усилие передаётся латунной диафрагме 2 через плунжер 3, скользящую втулку 4 и пружину 5. Диафрагма 2 зажата в корпусе кольцом 6 с гайкой 7 и имеет в центре фигурную гайку для опоры наконечника пружины 5, а сама опирается этой гайкой на стальную пластинку 8. Края пластинки опираются на штоки впускного и выпускного клапанов. Впускной клапан 9 помещён штоком в направляющую 10, на которую навёрнут патрубок 11 с пружиной 12 клапана, связанный трубопроводом с резервуаром. Выпускной клапан 13 со своей пружиной 14 помещён в патрубок 15, крышка которого служит седлом клапана и направляющей. При отпущенной тормозной педали впускной клапан закрыт, а открытый выпускной клапан обеспечивает сообщение с атмосферой полости под диафрагмой, связанной через канал 16 с тормозными камерами колёс.

При нажатии на тормозную педаль пластинка 8 открывает впускной клапан 9 и закрывает выпускной 13. Сжатый воздух из резервуара поступает через клапан 9 в канал 16 и тормозные камеры, создавая торможение. Постепенно давление под диафрагмой увеличивается и поднимает её вверх, сжимая пружину 5; пластинка 8 следует за диафрагмой, но так как пружина 12 впускного клапана в несколько раз сильнее, чем пружина 14 выпускного клапана, то закроется впускной клапан вследствие перекоса стальной пластинки 8, а выпускной не откроется. Если тормозная педаль остаётся в неизменном положении, то и в тормозных камерах устанавливается некоторое постоянное давление.

При увеличении давления на педаль повторится описанный выше процесс: из резервуара поступит новая порция сжатого воздуха, давление в тормозных камерах повысится, и торможение увеличится. Уменьшение давления на педаль заставит диафрагму прогнуться несколько вверх, что повлечёт за собой при открывании выпускного клапана, в то время как впускной остаётся закрытым, и давление в полости диафрагмы, а также в тормозных камерах снизится вследствие выхода части воздуха в атмосферу. Пружина 5 регулируется винтом, действующим на скользящую шайбу 4 так, что максимальное давление в тормозных камерах не превышает  $4,5 \text{ кг/см}^2$ . При прекращении давления на педаль пружина 5 возвращает её в первоначальное положение; диафрагма выгнется вверх за счёт своей упругости впускной клапан останется

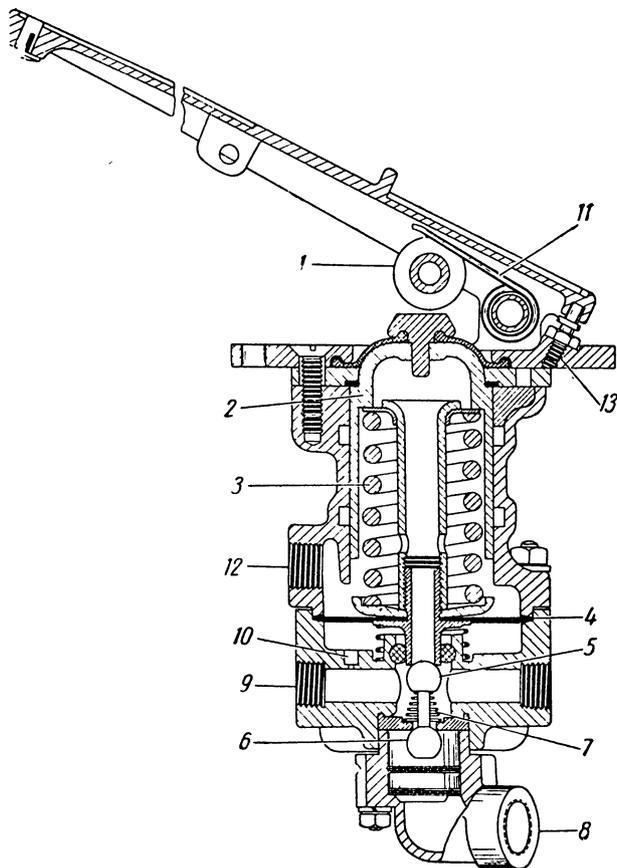


Фиг. 630. Стандартный тормозной кран системы Вестингауз.

закрытым, выпускной полностью откроется, и торможение прекратится.

Рабочее давление воздуха воздействует через пружину 5 на педаль, что создаёт прямую пропорциональность между силой нажатия на педаль и силой торможения. Сила давления на педаль колеблется от 5 до 15 кг, что не вызывает утомления водителя даже при длительной работе. Для большего удобства управления тормозом рычаг 1 имеет несколько отверстий для тяги педали, благодаря чему можно менять ход педали и одновременно передаточное отношение.

В последнее время фирма Бечдикс-Вестингауз применяет новый тормозной кран, изображённый на фиг. 631. Он имеет тормозную педаль



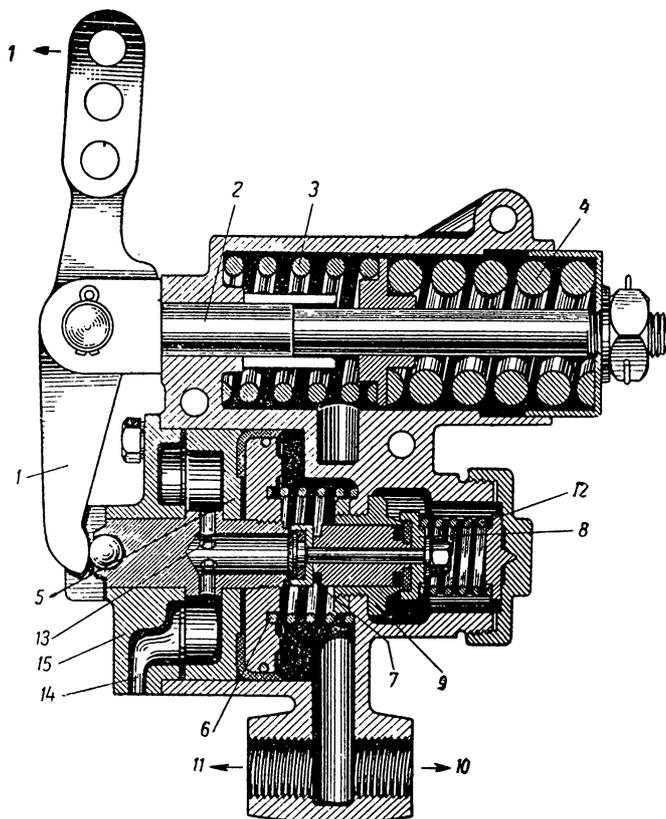
Фиг. 631. Тормозной кран системы Бечдикс-Вестингауз, тип D.

непосредственно на корпусе крана, при нажиме на которую ролик 1 перемещает плунжер 2, сжимающий пружину 3. Под давлением пружины 3 мембрана 4 прогибается вниз и, закрыв выпускной клапан 5, открывает впускной клапан 6, сжимая его пружину 7. В начальном положении мембраны выпускной клапан 5 не имеет полного закрытия. Сжатый воздух из резервуара получает доступ через канал 8 мимо клапана 6 к тормозным цилиндрам по каналу 9 и производит торможение. Одновременно рабочее давление из канала 9 через небольшое отверстие 10 передаётся под мембрану 4, стремясь прогнуть её вверх. Сопротивление нажиму на педаль, таким образом, пропорционально рабочему давлению.

При остановке нажатой педали наступает равновесие давлений на мембрану, и она занимает положение, при котором оба клапана закрыты, — рабочее давление постоянно. При отпускании педали она возвращается пружиной 11, а плунжер 2 — пружиной 3. Давление последней на диафрагму уменьшится, и она выгнется вверх, открыв выпускной клапан 5 и закрыв впускной 6. Воздух из тормозных цилиндров выйдет в атмосферу через сверление штока мембраны и отверстие 12; при этом происходит быстрое растормаживание. Регулировка холостого хода педали производится винтом 13 до получения зазора между роликом и сухарём плунжера в 1,5 мм.

Тормозной кран системы Кнорр показан на фиг. 632. Приводной рычаг 1 сидит на пальце штока 2, отжатого вправо двумя пружинами 3 и 4, а нижний его конец касается штока поршня 5. В гнезде поршня

помещена его пружина 6 и двойной клапан с тарелями 7 и 8, перемещающийся в направляющей 9. Перегородка и направляющая делят гнездо на две камеры: правую, сообщающуюся трубопроводом с резервуаром (на фигуре соединение не показано), и левую, сообщающуюся с нижним штуцером, куда подведён с одной стороны трубопровод магистрали 10, а с другой стороны — трубопровод манометра 11. Связь камер возможна через сверления в клапане (на фигуре не показаны) только при открытии правого впускного клапана 8, поджатого пружиной 12. Левая камера, кроме того, может быть сообщена с атмосферной при открытом выпускном клапане 7 через отверстия 13 в штоке поршня 5 и боковое сверление 14 крышки 15.

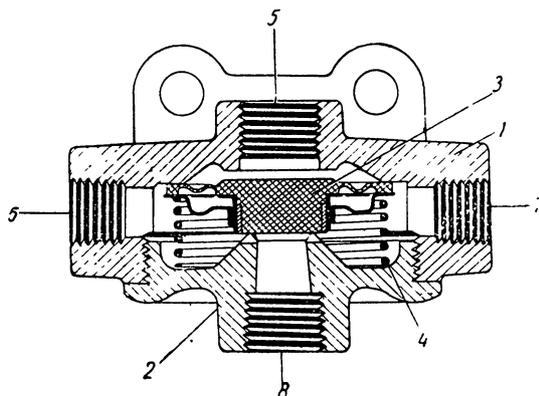


Фиг. 632. Тормозной кран системы Кнорр, тип 1-13/9.

Действие крана происходит при нажатии на педаль, которая через тягу поворачивает рычаг 1 и нажимает на поршень 5. Двигаясь вправо, поршень встречает двойной клапан, закрывает выпускной клапан 7, перекрывая сообщение с атмосферой, и отводит впускной клапан 8 от седла. Сжатый воздух из правой камеры поступает в левую и отсюда к тормозной системе и к манометру. Увеличение давления в левой камере заставит поршень перемещаться влево и давить на рычаг, вследствие чего шток рычага тоже пойдёт влево, сжимая сначала слабую пружину 3 до упора её шайбы во втулку штока (что соответствует давлению в магистрали  $1,2 \text{ кг/см}^2$ ). Поршень перемещается влево, пока тарель подающего клапана 8 не прижмётся к седлу, прекратив подачу воздуха к тормозам. В этом положении рычаг 1 находится в состоянии равновесия, а в тормозных камерах имеется некоторое постоянное давление.

Дальнейшее нажатие на педаль вызовет увеличение подачи воздуха к разжимным камерам тормозов, вступит в действие пружина 4, более сильная, чем пружина 3. При отпуске педали все детали придут в положение, указанное на фиг. 632.

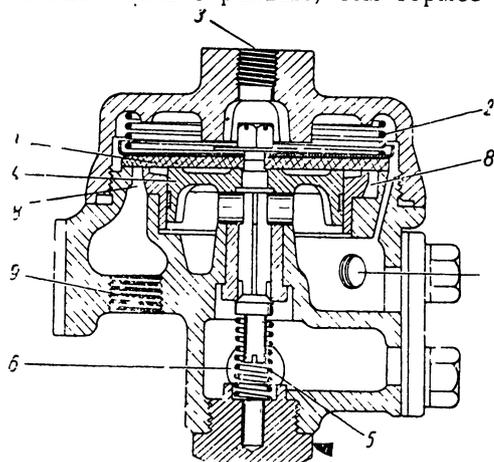
Клапан быстрого оттормаживания показан на фиг. 633. Внутри корпуса 1, закрытого крышкой 2, помещается диафрагменный клапан 3, прижимаемый пружиной 4 к седлу корпуса. Сжатый воздух из тормозного крана поступает к отверстию 5 корпуса и, отжав клапан, проходит к тормозным камерам через боковые отверстия 6 и 7. Одновременно прогнувшаяся диафрагма клапана закроет нижнее отверстие 8 в крышке 2, сообщавшее полость клапана с атмосферой. При отпуске педали тормоза давление над клапаном падает, а давление воздуха из тормозных камер совместно с пружиной 4 закроет



Фиг. 633. Клапан быстрого оттормаживания.

клапан 3, одновременно гибкая диафрагма прогнётся этим давлением вверх, открыв свободное сообщение с атмосферой тормозных камер и создав этим быстрое оттормаживание значительно раньше, чем тормозной кран.

Ускорительный клапан показан на фиг. 634. Резиновая диафрагма 1 периметром прижимается к корпусу пружиной 2. Полость над диафрагмой через отверстие 3 соединена с тормозным краном. В центре диафрагма зажата на штоке, а шток имеет направляющую в корпусе в виде поршенька 4. Нижний конец штока выполнен в форме клапана, прижимаемого к седлу пружиной 5. Полость 6 под клапаном сообщается с дополнительным резервуаром, установленным вблизи задних тормозов, и находится всё время под полным давлением сжатого воздуха. Центральная полость под поршнем сообщается с тормозными камерами отверстием 7, а кольцевая полость 8 у края диафрагмы сообщается с атмосферой через отверстие 9.



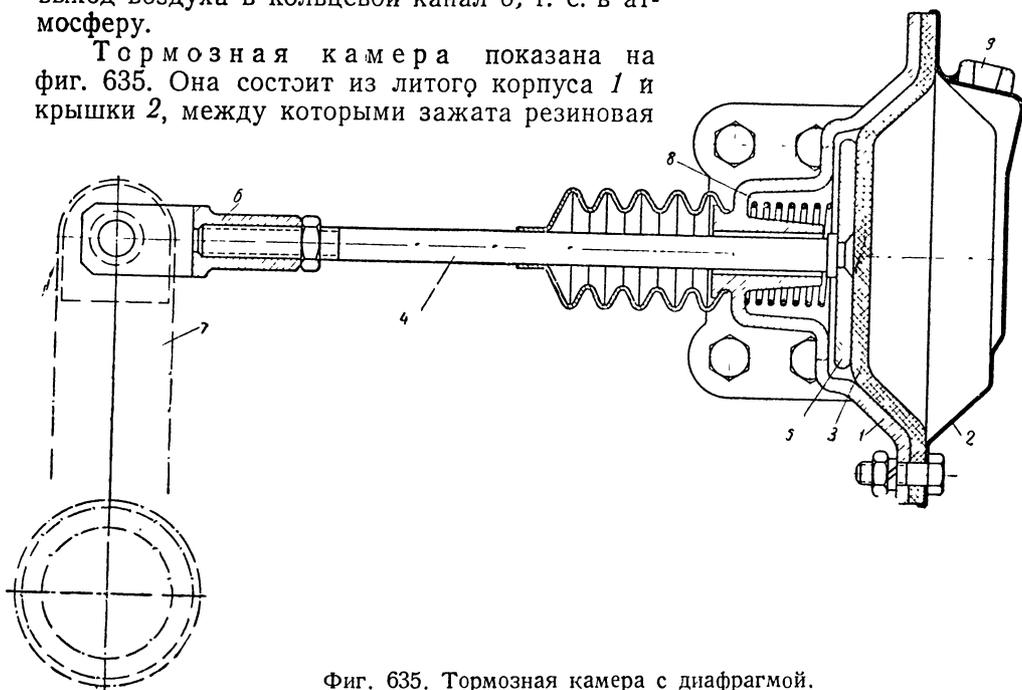
Фиг. 634. Ускорительный клапан.

Действие клапана происходит при нажатии на тормозную педаль. При этом воздух из тормозного крана, поступив через отверстие 3 ещё при небольшом давлении, сразу прогнёт диафрагму вниз, так как площадь диафрагмы достаточно велика. Открывшийся при этом клапан штока соединит дополнительный резервуар с центральной камерой и подаст сжатый воздух через отверстие 7 к тормозным камерам значительно раньше, чем установится полное давление в трубопроводе тормозного крана. Кроме того, ввиду расхода небольшого количества воз-

духа для прогиба диафрагмы сократится время, необходимое для установления нужного давления в трубопроводе тормозного крана. При достижении в тормозных камерах определённого давления наступит равновесие между силами, действующими сверху и снизу на диафрагму, и пружина 5 закроет клапан. С увеличением нажатия на педаль воздух из тормозного крана увеличит давление над диафрагмой, в результате чего дополнительная порция воздуха поступит в тормозные камеры.

Быстрое оттормаживание происходит при отпуске тормозной педали, когда давление над диафрагмой снижается. Давление в тормозных камерах, передаваясь в центральную полость под диафрагмой, отождит диафрагму от корпуса клапана и даст выход воздуха в кольцевой канал 8, т. е. в атмосферу.

Тормозная камера показана на фиг. 635. Она состоит из литого корпуса 1 и крышки 2, между которыми зажата резиновая



Фиг. 635. Тормозная камера с диафрагмой.

диафрагма 3, показанная на фигуре в положении полного торможения. Через отверстие корпуса проходит шток 4, к внутреннему концу которого прикреплён диск 5 для опоры диафрагмы, а на наружном конце навёрнута вилка 6 для соединения с рычагом 7 разжимного кулака тормоза. Пружина 8 при отсутствии избыточного давления воздуха в камере отжимает шток и диафрагму в крайнее правое положение. Отверстие 9 в крышке служит для подвода сжатого воздуха.

Аппаратура пневматического тормозного оборудования регулируется фирмой Вестингауз на максимальное рабочее давление 4,5 кг/см<sup>2</sup>. Чтобы можно было использовать аппаратуру на различных типах автомобилей, фирма имеет несколько стандартных размеров тормозных камер, рассчитанных на различные разжимные усилия при одном и том же давлении воздуха.

#### § 4. СЕРВОМЕХАНИЗМЫ ТОРМОЗНЫХ ПРИВодОВ

Сервомеханизмы, применяющиеся в тормозных приводах, имеют назначение увеличивать усилие, приложенное водителем к тормозной педали, чем облегчают управление автомобилем.

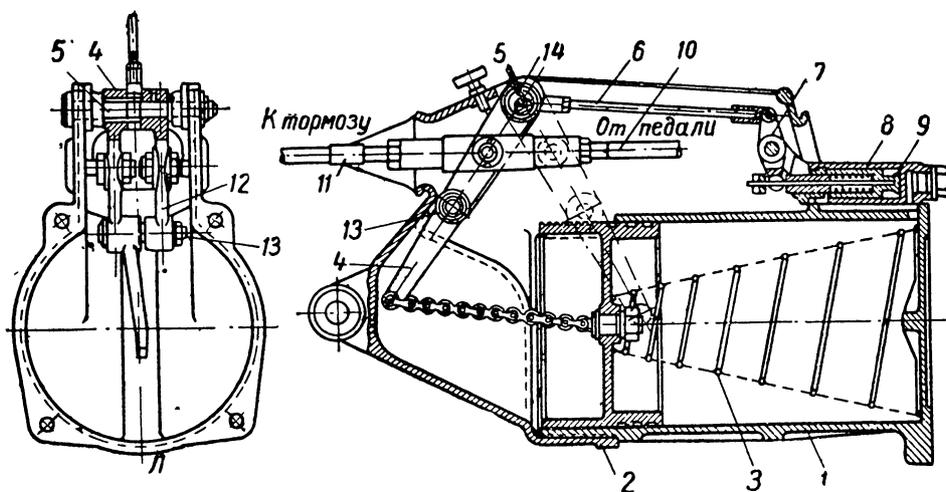
Более всего распространены пневматические сервомеханизмы, которые для своей работы используют разрежение во всасывающем трубопроводе двигателя.

Пневматический сервомеханизм состоит из вакуум-цилиндра и клапанного устройства, управляющего его действием. В зависимости от размера поршня вакуум-цилиндра и величины разрежения можно получать различные усилия на штоке поршня, передаваемые на систему привода тормозов.

### Сервомеханизмы механических тормозных приводов

В механических тормозных приводах употребляются сервомеханизмы как выполненные в одном агрегате, так и имеющие клапанное устройство, размещённое отдельно от вакуум-цилиндра. Второй тип имеет некоторое преимущество, обеспечивая более удобное размещение сервомеханизма на шасси.

Сервомеханизм типа Девандр (установленный на грузовых автомобилях ЯГ-6) показан на фиг. 636. В вакуум-цилиндре 1 помещён поршень 2, который имеет на рабочей поверхности уплотнение в виде двух колец — кожаного и войлочного, вставленных в проточки, и ряд кольце-

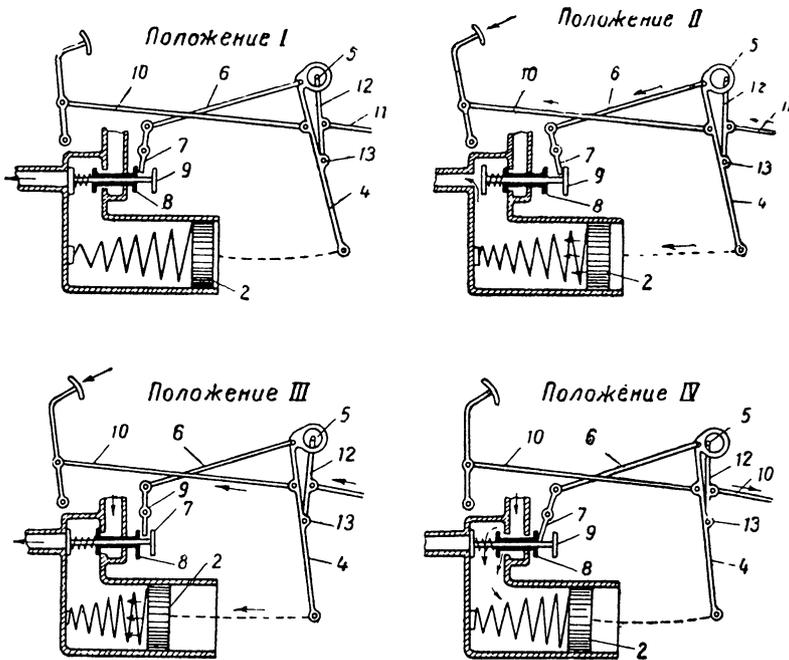


Фиг. 636. Сервомеханизм типа Девандр и схема его работы.

вых канавок, заполненных смазкой; пружина 3 отжимает поршень в крайнее положение. К дну поршня крепится цепь Галля, связывающая его с рычагом 4, сидящим на оси 5, закреплённой в картере. Головка рычага имеет отверстие на 6 мм больше диаметра оси, что позволяет ей перемещаться относительно оси 5. Головку рычага 4 охватывает хомутик тяги 6, соединённой с качающимся рычажком 7 клапанной коробки. Качающийся рычажок 7 нижним концом помещается между трубчатым хвостом внутреннего клапана 8 и гайкой стержня наружного клапана 9. Клапаны вставлены друг в друга и распираются пружиной, прижимающей клапанные тарелки к седлам коробки, перекрывая каналы, соединяющие цилиндр с атмосферой и всасывающим коллектором двигателя.

Тормозная педаль при помощи тяги 10 соединена с рычагом 4. Тяга 11 от промежуточного вала тормозного привода связана шарнирно с рычагом 12, который верхним концом сидит рядом с рычагом 4 на неподвижной оси 5, а нижним — на оси 13, закреплённой в рычаге 4.

Схема работы сервомеханизма (фиг. 637): при нажатии на тормозную педаль (положение II) рычаг 4 отклоняется головкой налево до упора в ось 5 и при этом через тягу 6 и рычажок 7 открывает клапан 9, сообщающий цилиндр со всасывающим коллектором, создавая разрежение в цилиндре. Давлением наружного воздуха поршень перемещается внутрь цилиндра и тянет за собой конец рычага 4. Сила, передаваемая от поршня к рычагу, увеличивается пропорционально увеличению разрежения в цилиндре и стремится уравновесить силу, действующую на рычаг от педали по другую сторону оси 13. На ось 13, а значит рычаг 12 и тягу 11 будут действовать совместно два усилия: от ноги водителя и



Фиг. 637. Схема работы сервомеханизма.

от поршня сервомеханизма, передаваемых тягой 11 на промежуточный вал привода, что увеличивает силу торможения в несколько раз.

Когда сила поршня уравнивает силу от педали, верхняя головка рычага 4 займёт среднее положение на оси 5 (положение III). При этом оба клапана закроются и сила действия поршня остаётся постоянной.

Увеличение нажима водителя на педаль вызывает повторение описанного процесса до наступления нового положения равновесия. Сила торможения будет расти пропорционально давлению на педаль.

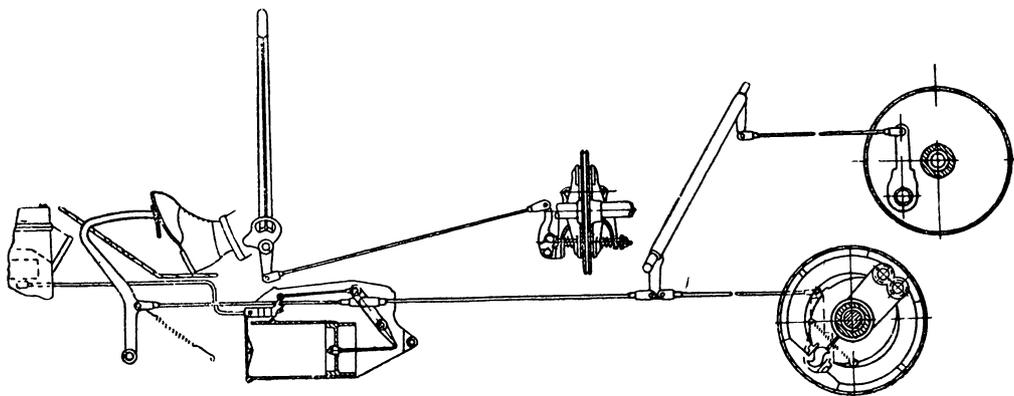
Уменьшение нажатия на педаль нарушает равновесие рычага 4 в обратную сторону (положение IV), благодаря чему головка рычага отходит вправо и через тягу 6 открывает клапан 8, сообщающий внутреннюю полость цилиндра с атмосферой; клапан 9 остаётся закрытым. Разрежение в цилиндре начнёт изменяться до тех пор, пока не наступит опять равновесие рычага 4, перекрывающее оба клапана.

Сила торможения будет уменьшаться с дальнейшим уменьшением нажатия на педаль, и при полностью отпущенной педали установится положение I.

Клапанное устройство может быть названо клапанным реле, так как устанавливает такое положение, при котором тормозное усилие всегда

пропорционально силе, приложенной к педали, и водитель чувствует степень заторможенности колёс.

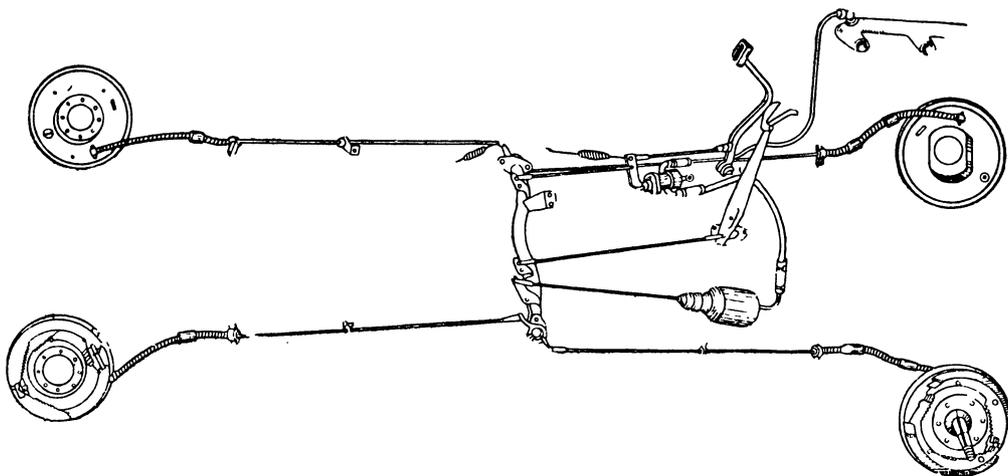
При неработающем двигателе или отказе сервомеханизма торможение автомобиля возможно производить только силой водителя, что видно из общей схемы тормозной системы автомобиля ЯГ-6, приведённой на фиг. 638.



Фиг. 638. Схема тормозной системы автомобиля ЯГ-6.

Сервомеханизм с отдельным клапаным устройством (устанавливаемый на автомобиле ЗИС-101) показан на общей схеме тормозной системы (фиг. 639).

Здесь тормозная педаль соединена тягой с одним концом коромысла, а другой его конец соединён со штоком диафрагмы клапанного механизма, укрепленного на раме. От середины коромысла идёт тяга к попе-



Фиг. 639. Схема тормозной системы автомобиля ЗИС-101.

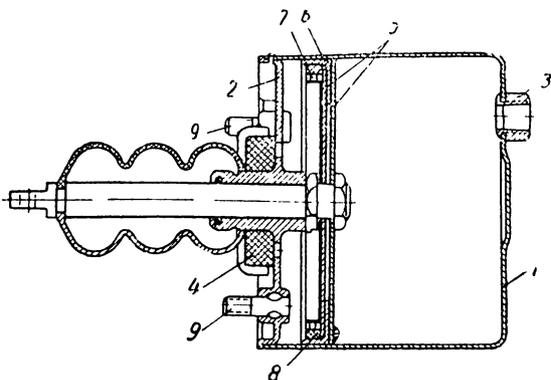
речному тормозному валу. Клапанный механизм соединён одним трубопроводом со всасывающим коллектором двигателя, а другим — с вакуум-цилиндром (бустером).

Вакуум-цилиндр механизма, изображённый на фиг. 640, состоит из штампованного стального цилиндра 1 с крышкой 2. Правая полость цилиндра соединена через штуцер 3 с клапанным устройством, а левая через

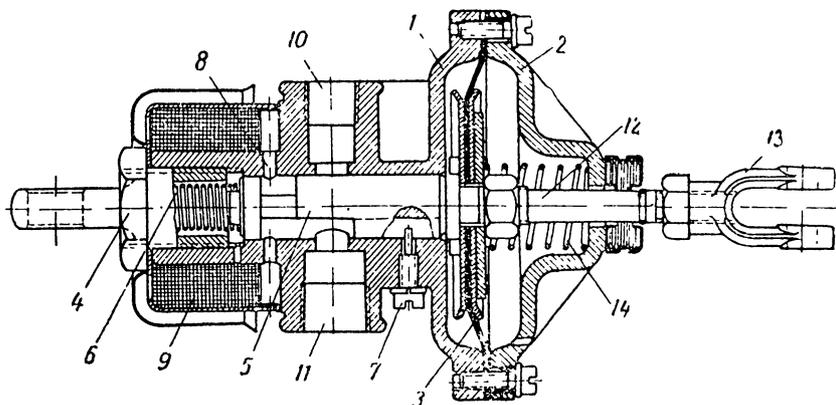
фильтр 4 — с атмосферой. Через крышку пропущен шток, на внутреннем конце которого собран поршень, состоящий из двух стальных дисков 5 и зажатого между ними кожного воротника 6.

Воротник прижат к стенкам цилиндра ленточной пружиной 7, под которую подложено войлочное кольцо 8; шпильки 9 крышки крепят цилиндр к кронштейну рамы. Шток соединяется тягой с поперечным тормозным валиком.

Клапанный механизм показан на фиг. 641. Он состоит из корпуса 1 и крышки 2, между фланцами которых зажата диафрагма 3, состоящая из четырёх слоёв плотной перкалевой ткани. В корпусе имеется продольный цилиндрический канал, заглушенный с левой стороны пробкой 4 с ушком для шарнирного крепления корпуса на картере коробки передач. В канале корпуса помещён стальной цилиндрический плунжер 5 с пружиной 6, отжимающей плунжер к диафрагме. На плунжере сделана кольцевая проточка и от неё простроган долевой паз, в который входит цилиндрический конец стопорного вичта 7, не допускающий поворота плунжера. Продольный канал имеет сообщение через сверления 8 с воздушным фильтром 9, собранным в жестяном кожухе,



Фиг. 640. Вакуум-цилиндр сервомеханизма.

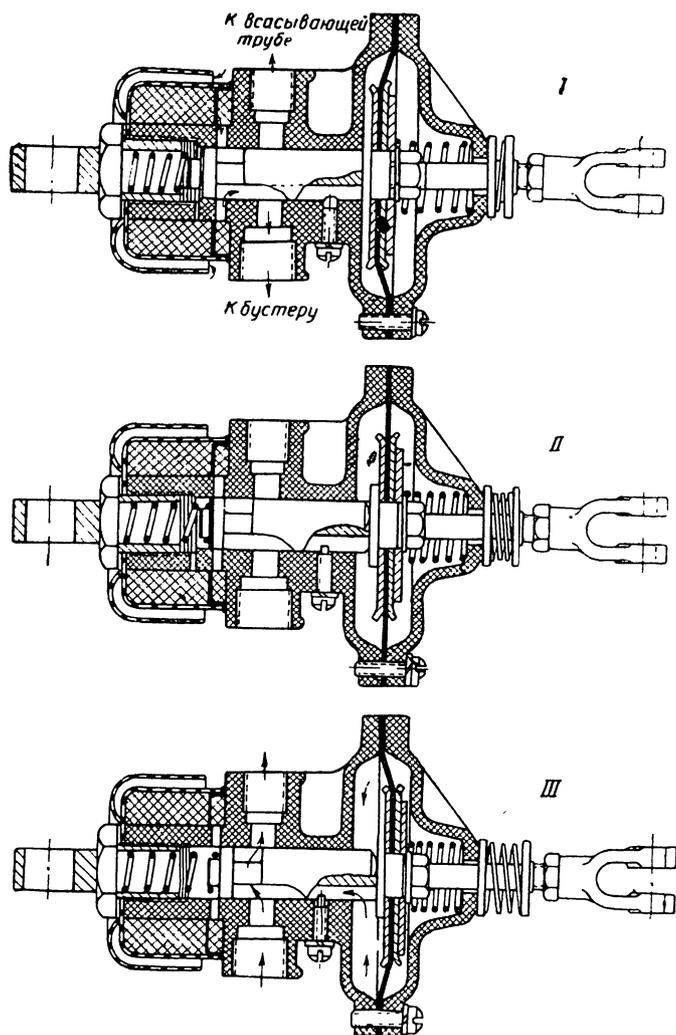


Фиг. 641. Клапанный механизм вакуум-цилиндра.

охватывающем корпус. В средней части продольный канал сообщается верхним отверстием 10 со всасывающим коллектором двигателя, а нижним 11 — с вакуум-цилиндром. Диафрагма зажата между двумя стальными шайбами на стержне 12, соединённом вилкой 13 с коромыслом, связанным шарнирно с тягами педали и тормозного валика. Пружина 14 отводит диафрагму и плунжер в крайне левое положение.

Схема действия клапана показана на фиг. 642. В положении 1 вакуум-цилиндр и полость под диафрагмой сообщены с атмосферой через фильтр, проточку и паз плунжера. Канал к всасывающей трубе двигателя перекрыт плунжером.

При нажатии на педаль (фиг. 639) коромысло повернётся вокруг среднего шарнира, потянет через нижний шарнир за стержень и переместит диафрагму в положение II (фиг. 642). Плунжер, следуя за диафрагмой, перекроет доступ воздуха через фильтр. Дальнейший ход педали переместит диафрагму правее (положение III), а плунжер своей проточкой соединит оба поперечных отверстия, передав разрежение в



Фиг. 642. Схема действия клапанного механизма.

вакуум-цилиндр и под диафрагму. Поршень вакуум-цилиндра начнёт перемещаться, передавая через тягу усилие тормозному валлику, а последний приведёт в действие тормозы на колёсах. Увеличивающееся разрежение под диафрагмой, создавая сопротивление давлению на педаль, уравнивает его и переместит диафрагму в положение II, плунжер перекроет доступ разрежению от двигателя и атмосферному воздуху, в вакуум-цилиндре и под диафрагмой разрежение останется постоянным.

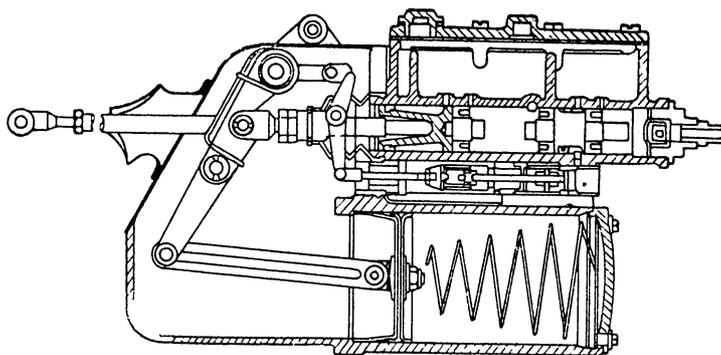
При ослаблении нажатия на педаль диафрагма и плунжер переместятся в положение, близкое к положению I, вследствие чего разре-

жение в вакуум-цилиндре и под диафрагмой снизится до нового равновесного положения II, а при полностью отпущенной педали восстановится окончательно положение I.

Величина разрежения и сила тяги на поршне вакуум-цилиндра пропорциональны давлению на педаль. При неработающем двигателе торможение возможно, но без усиления.

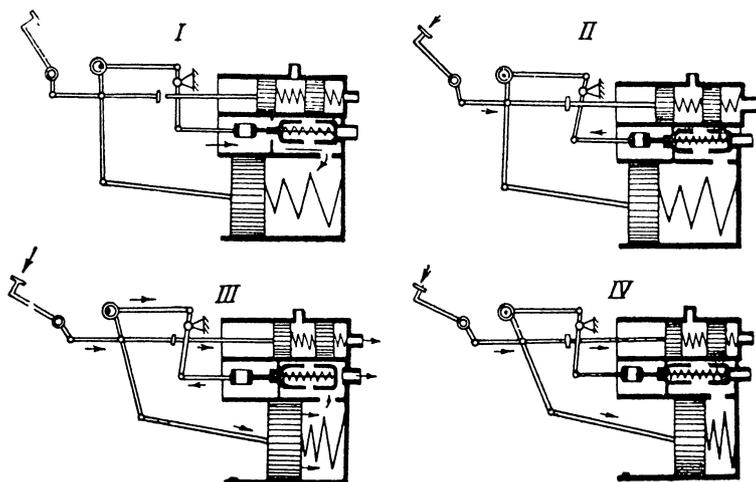
### Сервомеханизмы гидравлических тормозных приводов

Сервомеханизмы, устанавливаемые в гидроприводах, аналогичны по принципу устройства и действия с рассмотренными выше. Управление клапаном устройством может быть как механическим, так и гидравлическим.



Фиг. 643. Сервомеханизм автомобиля Бедфорд.

Сервомеханизм с механическим управлением, установленный на английском автомобиле Бедфорд, приведён на фиг. 643. Он предста-



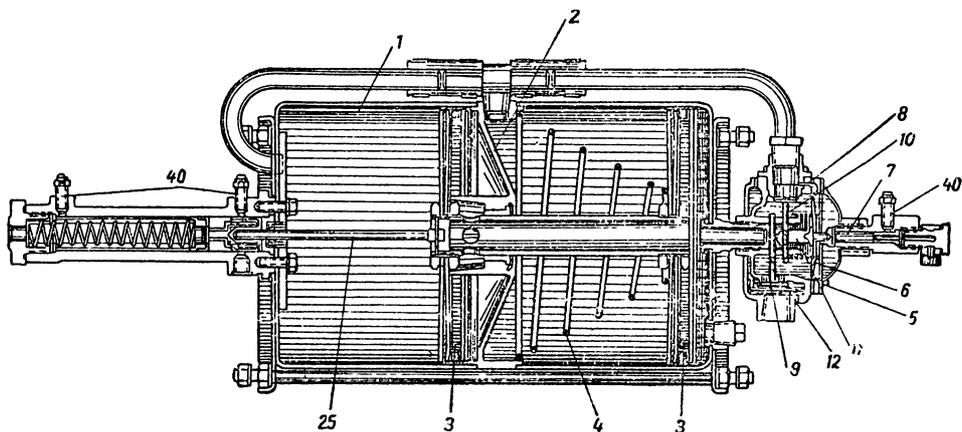
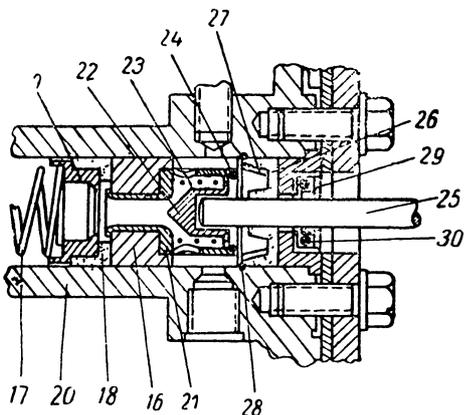
Фиг. 644. Схема работы сервомеханизма автомобиля Бедфорд.

вляет соединение вакуумного сервомеханизма типа Девандр с главным гидравлическим цилиндром двойного действия, описанными выше. Схема работы механизма приведена на фиг. 644. Положение I соответ-

ствует нерабочему состоянию механизма, когда толкатель педали не касается штока поршня гидравлического цилиндра (зазор 2,4 мм), а воздушный клапан вакуум-цилиндра открыт.

При нажатии на педаль тормоза толкатель переместится до упора в шток, одновременно головка качающегося рычага вакуум-цилиндра переместится в среднее положение, и система рычагов закроет атмосферный клапан (положение II). Дальнейшее нажатие на педаль создаёт рабочее давление в главном гидравлическом цилиндре, увеличенное

действием вакуум-цилиндра, так как при этом положении открывается клапан разрежения и вступает в работу усилитель (положение III). Остановка педали в любом среднем положении соответствует постоянной силе торможения, так как движущийся поршень вакуум-цилиндра переместит головку рычага в среднее положение, что заставит закрыться оба клапана, а поршень остановится в равновесном положении рычага (положение IV).



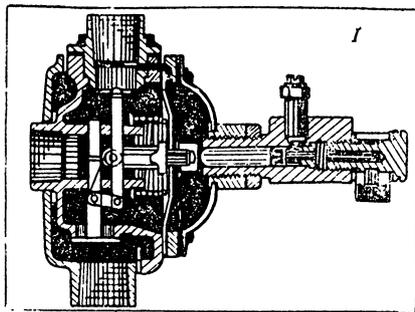
Фиг. 645. «Гидровак» автомобиля ГМС.

При неработающем сервомеханизме торможение осуществляется силой водителя. Перемещения поршня не происходит, так как качающийся рычаг скользит по прорези штока поршня.

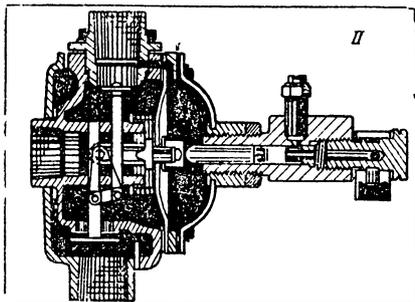
Вакуумный сервомеханизм с гидравлическим управлением получил название «Гидровак». Он состоит из собранного в одном блоке вакуум-цилиндра, клапанного реле и вспомогательного гидравлического цилиндра. Связь между механизмом «Гидровак» и главным гидравлическим цилиндром, расположенным у тормозной педали, осуществляется гидравлическим путём, поэтому сам механизм может быть установлен на автомобиле в любом удобном месте.

Эти механизмы устанавливаются на грузовых автомобилях «Интернационал», ГМС, Шевроле и др.

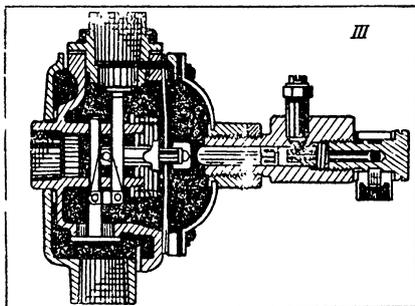
На фиг. 645 изображён «Гидровак» тормозной системы автомобиля ГМС, устанавливаемый на моделях ССКW-352 и 353. Вакуумный цилиндр 1 разделён неподвижной перегородкой 2. В левой и правой частях цилиндра помещаются поршни 3, связанные между собой трубчатым штоком. Шток проходит сквозь сальниковое уплотнение в перегородке. Устройство поршней аналогично описанному в сервомеханизме ЗИС-101. Пружина 4, опирающаяся на неподвижную перегородку, стремится отжать оба поршня в крайнее правое положение. Обе полости слева от каждого поршня соединены общим трубопроводом и гибким шлангом со всасывающим коллектором двигателя.



Полости, расположенные справа от каждого поршня, могут быть соединены через полый шток и клапанное реле или со всасывающим коллектором, или с атмосферой.

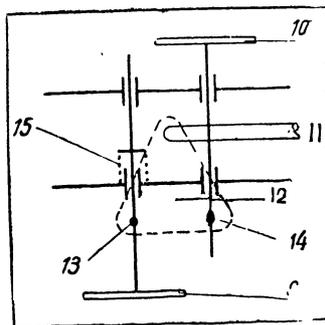


Клапанное реле смонтировано на правой крышке цилиндра и имеет гибкую диафрагму 5, зажатую между корпусом и крышкой. Пружина 6, опирающаяся на корпус, постоянно отжимает диафрагму вправо к плунжеру 7, помещенному в канале штуцера крышки, к которому присоединяется трубопровод от главного гидравлического цилиндра. Пустота справа от диафрагмы постоянно соединена с вакуумным трубопроводом сверлением 8 в крышке и корпусе реле.



Пустота слева от диафрагмы соединена через клапан 9 и воздухоочиститель с атмосферой, а через клапан 10 и трубопровод — со всасывающим коллектором двигателя.

Диафрагма 5 при помощи короткой тяги 11 и треугольной планки 12 связана с клапанами 9 и 10; перемещение диафрагмы вызывает встречное перемещение клапанов, создавая три рабочих положения (фиг. 646):



1. Диафрагма в крайнем правом положении удерживается пружиной — нижний атмосферный клапан закрыт, верхний клапан разрежения открыт.

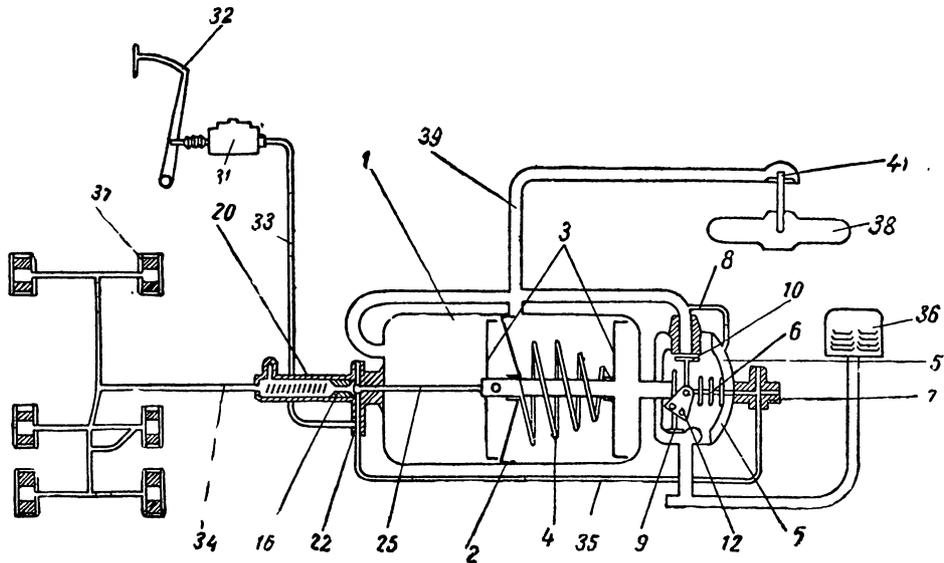
2. Диафрагма в крайнем левом положении отжата давлением плунжера — нижний клапан открыт, верхний клапан закрыт.

3. Диафрагма в среднем положении — оба клапана закрыты.

Треугольная планка 12, которая соединена с клапанами двумя штифтами 13 и 14, входящими в выемки штоков клапанов 9 и 10; сое-

Фиг. 646. Клапанное реле «Гидровака».

динение клапана 9 со штифтом 13 выполнено с некоторым люфтом. На шток нижнего атмосферного клапана 9 надета пружина 15, упирающаяся одним концом в корпус, а другим в шайбу, обжатую на штоке клапана; пружина выбирает люфт и стремится закрыть клапан. При движении диафрагмы вправо она через тягу 11 поворачивает треугольную планку 12 и совместно с пружинкой 15 удерживает закрытым нижний клапан 9. Тогда левый штифт 13 становится неподвижным и дальнейший поворот планки совершается на нём, как на опоре; правый штифт 14 опускается и тянет за собой верхний клапан 10, открывая его. При движении диафрагмы влево нижний клапан 9, удерживаемый пружиной, служит неподвижной опорой для штифта 13 планки, и она поднимает правым штифтом 14 верхний клапан 10 до упора в седло; это —



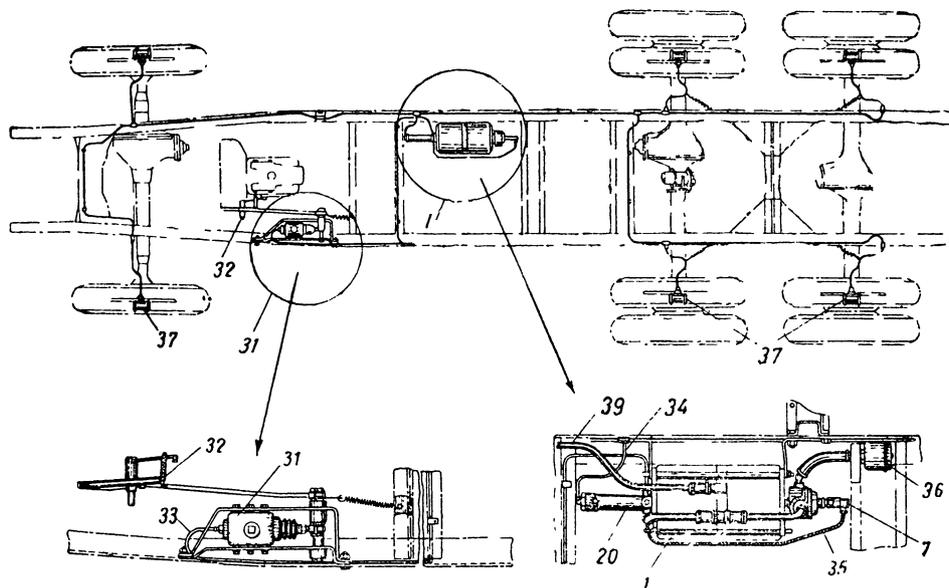
Фиг. 647. Схема гидропривода с усилителем «Гидровак».

среднее положение диафрагмы: оба клапана закрыты. При дальнейшем перемещении влево диафрагма заставляет поворачиваться планку на неподвижном теперь правом штифте 14, так как верхний клапан 10 дошёл до упора в седло, а левый штифт 13, преодолев сопротивление пружины 15, открывает нижний клапан 9.

Вспомогательный гидравлический цилиндр, смонтированный на левой крышке вакуум-цилиндра, показан отдельно на фиг. 645 в крупном масштабе. В цилиндре 20 помещён поршень 16, отжимаемый вправо пружиной 17, удерживающей одновременно резиновый манжет 18 поршня через опорное кольцо 19. В центральном отверстии поршня укреплен трубчатый корпус 21 клапана 22; в корпусе сделаны два боковых больших отверстия. Конусный клапан 22, отжимается своей пружиной 23 от поршня 16 вправо до упора в стопорное кольцо 24. В дно клапана 22 опирается толкатель 25, связанный с поршнями вакуум-цилиндра. Толкатель проходит через уплотнительное устройство в крышке цилиндра, которое состоит из резинового манжета 26 с опорным кольцом 27, удерживаемым в цилиндре стопорным кольцом 28, и сальниковой втулки с воротником 29, прижимаемым к толкателю кольцевой пружиной 30. Для спуска воздуха из гидравлической системы установлены штуцеры 40. Полость вспомогательного цилиндра справа от поршня соединена трубопроводом с главным гидравлическим цилиндром. Полость

цилиндра слева от поршня соединена с магистралью, идущей к рабочим цилиндрам.

Работа сервомеханизма. Общая схема тормозной системы приведена на фиг. 647, где показано положение всех деталей при отсутствии торможения. Диафрагма 5 отжата своей пружиной в крайнее правое положение и удерживает атмосферный клапан 9 в закрытом состоянии, а клапан 10 — в открытом. Полости справа и слева от диафрагмы находятся под одинаковым разрежением, которое передаётся в вакуум-цилиндр по обе стороны каждого поршня от всасывающего коллектора двигателя 38 по трубопроводу 39. В гидравлической системе имеется остаточное давление около  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , удерживаемое обратным



[Фиг. 648. Расположение механизмов тормозной системы автомобиля ГМС.

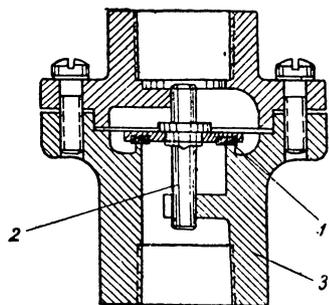
клапаном главного цилиндра 31. Стяжные пружины тормозных колодок удерживают колодки, отведёнными от тормозных барабанов в упор к регулировочным приспособлениям.

При нажатии на педаль 32 под растущим давлением в главном цилиндре 31 жидкость начнёт перетекать по трубопроводу 33 во вспомогательный цилиндр 20, откуда через открытый клапан 22, отверстие поршня 16 и магистраль 34 поступит в рабочие цилиндры. Одновременно по трубопроводу 35 давление жидкости передаётся на плунжер 7 диафрагмы 5.

При дальнейшем нажатии на педаль давление в системе, повышаясь, достигнет порядка  $3 \text{ кг/см}^2$ , при котором плунжер 7 преодолет силу пружины 6 диафрагмы 5 и начнёт перемещать её влево. Клапанное реле, пройдя через положение III (описанное выше), займёт положение II, когда начнёт открываться атмосферный клапан 9. Воздух из атмосферы будет проникать через клапан 9 в полость слева от диафрагмы и оттуда через патрубок и трубчатый шток в полости справа от обоих поршней. Так как полости, находящиеся слева от поршней, продолжают находиться под разрежением, то давление на поршни слева и справа будут различны. Под влиянием этой разности давлений поршни переместятся влево. При этом толкатель 25 сначала переместит клапан 22, который перекроет отверстие поршня 16, а затем начнёт перемещать пор-

шень 16, который будет создавать в магистрали увеличенное давление за счёт действия на него, кроме давления жидкости от главного цилиндра, ещё давления толкателя вакуум-цилиндра. Это давление будет расти до тех пор, пока усилие на педали 32 не станет постоянным.

При остановке педали в нажатом положении с постоянным усилием давление атмосферного воздуха на диафрагму 5, складываясь с силой её пружины 6, сравняется с давлением плунжера 7, и уравновешенная диафрагма установится в среднем положении, перекрыв оба клапана 9 и 10. Давление толкателя 25 вакуум-цилиндра станет тоже постоянным. Таким образом серводействие всегда пропорционально давлению на педаль.



Фиг. 649. Обратный клапан.

При отпуске педали и уменьшении давления в главном цилиндре и магистрали пружина 6 начнёт перемещать диафрагму 5 в сторону слабе давящего плунжера и этим открывать клапан 10. Разрежение по обе стороны поршней 3 вакуум-цилиндра начнёт сравняться, и пружина поршней передвинет их в начальное положение. Не удерживаемый толкателем 25 клапан 22 вспомогательного цилиндра откроется, жидкость из рабочих цилиндров 37 под воздействием стяжных пружин тормозных колодок перейдёт в главный цилиндр 31, и все детали тормозной системы займут начальное положение.

Отличительной особенностью сервомеханизма «Гидровак» является наличие постоянного разрежения в вакуум-цилиндре, а следовательно, возможность быстрого включения его в работу с полной силой. Кроме того, наличие двух поршней позволяет иметь меньшие габариты механизма.

Размещение всех механизмов тормозной системы на раме автомобиля показано на фиг. 648, где сохранена та же нумерация деталей.

В системе сервомеханизма «Гидровак» трубопровод, идущий от всасывающего коллектора двигателя, снабжён обратным клапаном (41 на фиг. 647), изображённым на фиг. 649. Он представляет собой обычный тарельчатый клапан 1 с направляющим стержнем 2, прижимающийся к седлу в корпусе 3 под действием собственного веса. Для плотности посадки клапана его рабочая поверхность выполнена в виде резинового кольца, привулканизированного к тарели клапана.

Если при торможении автомобиля будет выключено сцепление и двигатель заглохнет, то при отсутствии обратного клапана сервомеханизм не сможет работать и эффект торможения будет мал. В системе «Гидровака» вакуум-цилиндр и трубопроводы всё время находятся под разрежением при работающем двигателе и обратный клапан удерживает это разрежение, отключая двигатель от системы в случае его остановки. Оставшееся в системе разрежение даёт возможность сработать сервомеханизму при торможении автомобиля. Кроме того, обратный клапан предохраняет детали системы от повышения давления при воспламенении смеси во всасывающем коллекторе двигателя.

## § 5. УХОД ЗА ТОРМОЗАМИ

Уход за тормозами состоит в обязательной проверке работы тормозов перед каждым выездом автомобиля и устранении всех замеченных дефектов путём крепления соединений, а также регулировки как самих

тормозов, так и механизмов привода. Для правильной и надёжной работы тормозной системы в зависимости от её устройства применяются различные способы регулировки, подчинённые однако, общим, требованиям.

### Принципы и методы регулировки

Регулировке в тормозной системе должны подвергаться: а) тормозные механизмы и б) тормозной привод.

**Регулировка тормозных механизмов.** Принцип регулировки состоит в установке неподвижных трущихся элементов на минимальном расстоянии от вращающихся, чтобы обеспечить полное отсутствие трения в нерабочем положении и возможно быстрое включение в работу. В большинстве заводских и фирменных инструкций рекомендуется устанавливать этот зазор в следующих пределах: 0,25—0,50 мм для колодочных тормозов и 0,5—1,5 мм для ленточных и дисковых тормозов.

Регулировка сводится вначале к полной ликвидации зазора до полного торможения каждого колеса, а затем к увеличению зазора до нужной величины с проверкой действия на ходу автомобиля.

При сильных износах тормозных обшивок или после полной разборки и ремонта тормоза необходимо использовать регулировочные приспособления для правильной установки деталей, при которой соприкосновение рабочих поверхностей происходит наиболее полно.

**Регулировка тормозных приводов.** Принцип регулировки предусматривает два основных положения: 1) возможность быстрого и полного включения в действие тормозов и 2) быстрое и полное выключение тормозов. Методы, обеспечивающие это, различны в зависимости от типа привода. В механических приводах указанные положения достигаются регулировкой длин тяг и тросов, наличием возвратных пружин нормальной упругости, чистотой и смазкой шарнирных соединений и регулировкой холостого хода педали; в гидравлических приводах — отсутствием воздуха и течи в системе привода, нормальной упругостью возвратных и клапанных пружин и регулировкой холостого хода педали; в пневматических — исправностью действия и правильностью регулировки и тарировки отдельных приборов системы, а также тщательностью уплотнений против утечки воздуха.

### Регулировочные приспособления

В тормозных механизмах правильное положение колодок, лент и дисков обеспечивается возможностью их перемещений по отношению к тормозному барабану или диску, основанной на следующих методах.

**Метод клина,** перемещающегося между упорами колодок, применённый, например, на автомобилях ГАЗ (фиг. 598).

**Метод винта,** упирающегося в конец колодки и при своём вращении или вращении гайки перемещающего колодку. Применён на автомобилях ГМС (фиг. 599), ЗИС-5 (фиг. 611), «Интернационал» (фиг. 601).

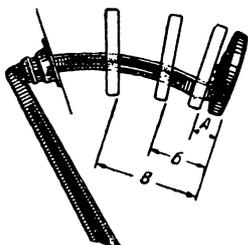
**Метод эксцентрика,** применяющегося в виде эксцентричной шайбы или эксцентричного опорного пальца на автомобилях Бантам (фиг. 596), Додж (фиг. 597) и др. Поворот-эксцентрика перемещает связанную с ним колодку.

В тормозных приводах регулируется длина тяг и тросов путём перемещения соединительных вилок по резьбе тяг и наконечников. При этой регулировке тормозы должны быть затянуты своими регулировоч

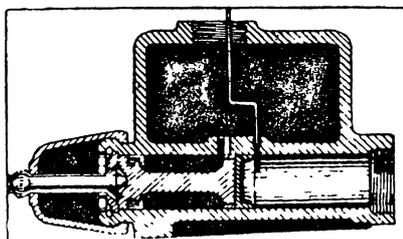
ными приспособлениями доотказа, а педаль должна быть установлена в рабочем положении.

Нужно различать три положения тормозной педали, показанные на фиг. 650:

*A* — холостой ход педали в пределах 5--10 мм, обеспечивающий полное оттормаживание и устанавливаемый за счёт изменения длины тяги педали. При перемещении педали на величину *A* в механическом приводе кулак разжимного механизма ещё не поворачивается, а лишь

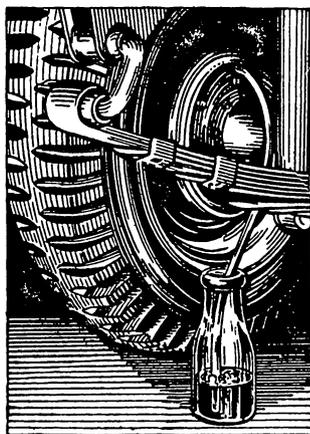


Фиг. 650. Регулировочные положения педали тормоза.



Фиг. 651. Регулировка холостого хода по главному цилиндру.

выбираются зазоры в соединениях. В гидравлическом приводе манжет поршня главного цилиндра начинает перекрывать компенсационное отверстие. В соответствии с этим и производится регулировка холостого хода педали путём изменения длины штока поршня. Проверка положения манжета в цилиндре может быть произведена при помощи изогнутой проволоки, конец которой вставляется в компенсационное отверстие (фиг. 651). В пневматическом приводе начинает открываться рабочий клапан тормозного крана.



Фиг. 652. Удаление воздуха из гидравлической системы тормозов.

*B* — холостой ход системы в пределах 15—25 мм, в зависимости от передаточного числа привода, при котором выбирается зазор между колодками и тормозным барабаном и все детали принимают рабочее положение.

*B* — общий ход педали в пределах 45—75 мм, при котором осуществляется полное торможение всех колёс. В конце общего хода педали её расстояние от пола кабины должно быть не менее 15—25 мм.

Особенностью ухода за гидравлическими тормозными приводами является удаление попавшего в систему воздуха. Это должно производиться в следующем порядке: в резервуар главного цилиндра 2 (фиг. 616) доливаются тормозная жидкость до уровня 10—15 мм ниже края горловины; на рабочем цилиндре вывёртывается пробка 9 (фиг. 617), а на её место в штуцер 7 ввёртывается нипель резинового шланга, свободный конец которого

опускается в стеклянную банку, залитую тормозной жидкостью (фиг. 652); штуцер вывёртывается на два оборота ключом за гранёную головку; плавным нажимом на тормозную педаль жидкость прокачивается через рабочий цилиндр и увлекает с собой воздух; нажим и отпуск педали повторяются до тех пор, пока не прекратится выделение пузырьков воздуха на конце шланга, после чего штуцер завёртывается до отказа, шланг вывёртывается и отверстие штуцера

закрывается пробкой. Прокачка повторяется на всех точках магистрали, снабжённых штуцерами, до тех пор пока не будет полностью удалён воздух из всей системы.

### Жидкость для гидравлических тормозов

Для гидравлической тормозной системы применяется специальная жидкость. Требования к тормозной жидкости сводятся к следующему:

1. Жидкость должна быть достаточно подвижной (малой вязкости), обладать смазывающими свойствами и не замерзает при понижении температуры до  $-50^{\circ}\text{C}$ .

2. Жидкость должна сохранять неизменными свои качества, не вызывать порчи резиновых деталей и коррозии металлов.

Все выпускаемые тормозные жидкости, отвечающие этим требованиям, имеют два основных составляющих элемента: смазывающий (касторовое масло, глицерин) и растворитель (спирты, эфиры и т. п.).

По составу можно выделить две группы тормозных жидкостей: 1) жидкости, имеющие в качестве вязкой основы касторовое масло, а растворителем — спирты и эфиры (это наиболее распространённая группа), и 2) жидкости, имеющие в качестве вязкой основы глицерин, а растворителем — спирты и ацетон.

Точную рецептуру жидкостей иностранные фирмы не публикуют.

В СССР в качестве заменителей импортных тормозных жидкостей употребляются три вида смесей:

№ 1 — 50% этилового спирта + 50% глицерина;

№ 2 — 50% касторового масла + 50% ацетона;

№ 3 — 55% этилового спирта + 33% глицерина + 12% ацетона.

Смешение различных тормозных жидкостей не рекомендуется, но в исключительных случаях можно допустить смешение, если известно, что в состав жидкостей входят одинаковые вязкие основы.

---

## РАЗДЕЛ VI ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

### Глава I

### МОСТЫ (ОСИ) АВТОМОБИЛЯ

#### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ МОСТОВ

Мосты поддерживают раму с установленными на ней агрегатами и кузовом и передают нагрузку от рамы на колёса автомобиля. Последние в свою очередь поддерживают мосты и передают нагрузку от них к дороге. Помимо этого автомобильные колёса могут служить для передачи тяговых усилий (ведущие колёса) и для поворота автомобиля (управляемые колёса).

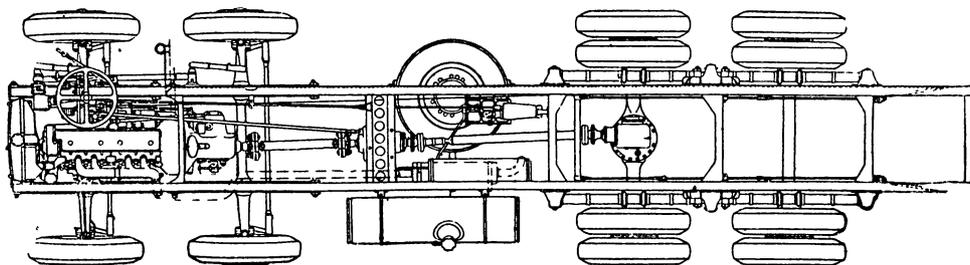
В зависимости от тех функций, которые выполняют колёса, установленные на данном мосту, автомобильные мосты можно распределить на следующие группы:

- 1) поддерживающие мосты;
- 2) ведущие мосты;
- 3) управляемые мосты;
- 4) комбинированные (ведущие и управляемые) мосты.

#### § 2. ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ МОСТЫ АВТОМОБИЛЯ

Поддерживающий мост состоит из прямой балки, обычно трубчатого сечения, по концам которой на подшипниках смонтированы поддерживающие колёса. Балки крепятся к рессорам стремянками.

На двухосных автомобилях поддерживающим может быть задний мост в том случае, когда ведущими являются передние колёса. По



Фиг. 653. Шасси автомобиля АЕС.

такой схеме, имеющей ограниченное распространение, выполнены некоторые типы легковых автомобилей: Адлер-Триумф, НАГ-Форан, Корд и др.

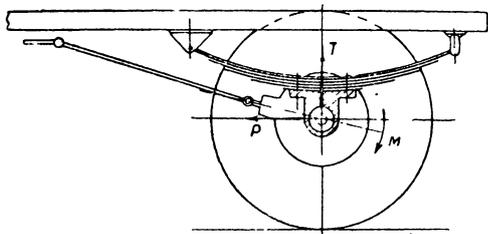
Несколько большее применение, в частности в США, имеют поддерживающие оси при переоборудовании грузовых двухосных автомобилей в трёхосные в целях повышения грузоподъёмности и ёмкости ку-

зова. Это осуществляется удлинением рамы и подведением за задним ведущим мостом третьего поддерживающего моста.

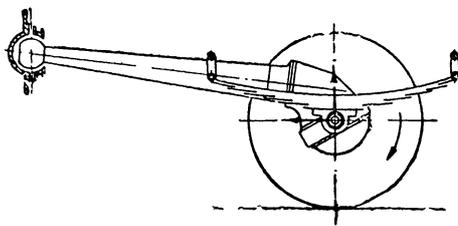
На четырёхосном автомобиле поддерживающий мост ставится исключительно с целью увеличения грузоподъёмности, главным образом в тяжёлых грузовиках и автобусах междугородных линий, работающих только на хороших дорогах. Как пример можно привести грузовой четырёхосный автомобиль АЕС «Mammoth Major» грузоподъёмностью до 16 т, шасси которого изображено на фиг. 653. Грузовик имеет двигатель дизеля, передающий усилие на один ведущий мост, задний мост является только поддерживающим, а два передних моста — управляемые.

### § 3. ВЕДУЩИЕ МОСТЫ АВТОМОБИЛЯ

Способы передачи усилий на раму. Ведущий мост передаёт на раму толкающие усилия от ведущих колёс, а при торможении последних — тормозные усилия. При передаче крутящего момента на ведущие колёса через механизмы трансмиссии, заключённые в веду-



Фиг. 654. Схема действия сил при передаче рессорами реактивного момента и толкающего усилия.



Фиг. 655. Схема действия сил при передаче карданной трубой реактивного момента и толкающего усилия.

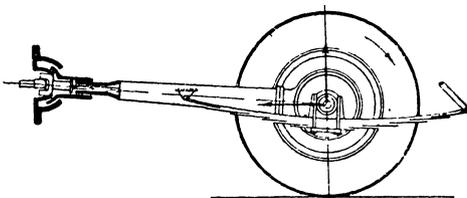
щем мосту, на него действует реактивный момент, стремящийся повернуть мост вокруг его оси, в направлении, противоположном направлению вращения колёс. При торможении колёса стремятся повернуть мост вокруг его оси, в направлении вращения колёс. Передача моментов и усилий от моста к раме возможна по нескольким схемам:

1) через элементы подвески моста к раме — рессоры, от которых при этом требуется дополнительная прочность и определённый способ крепления к мосту и раме (фиг. 654). В этом случае через рессору передаются реакция вертикальной нагрузки  $T$ , толкающее усилие  $P$  и реактивный момент  $M$ ;

2) через отдельные элементы, связывающие мост с рамой, — карданную трубу или штанги, при наличии которых рессоры выполняют только функции подвески (фиг. 655);

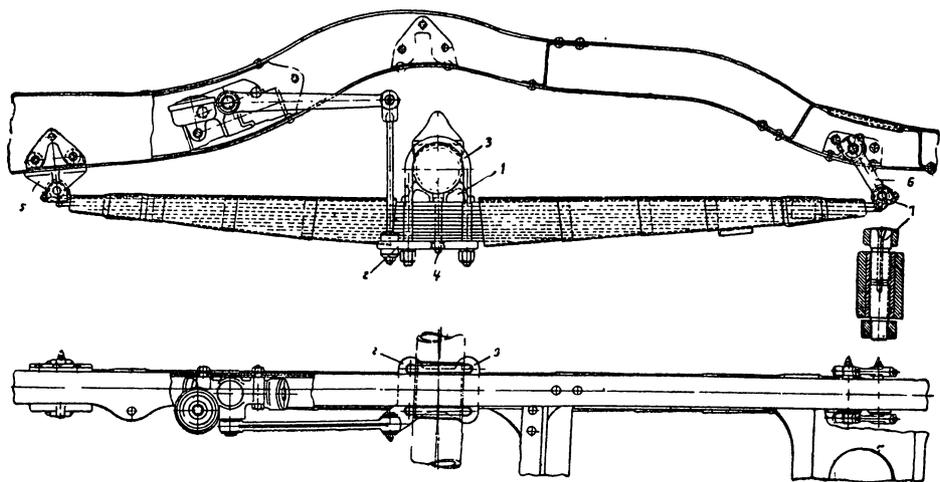
3) смешанная, при которой передача моментов и усилий от моста к раме распределяется между рессорами и карданной трубой или рессорами и штангами (фиг. 656).

Передача моментов и усилий рессорами имеет сейчас наибольшее распространение на легковых и грузовых двухосных автомобилях, как, например, отечественных ЗИС, американских грузовых Форд, Додж,



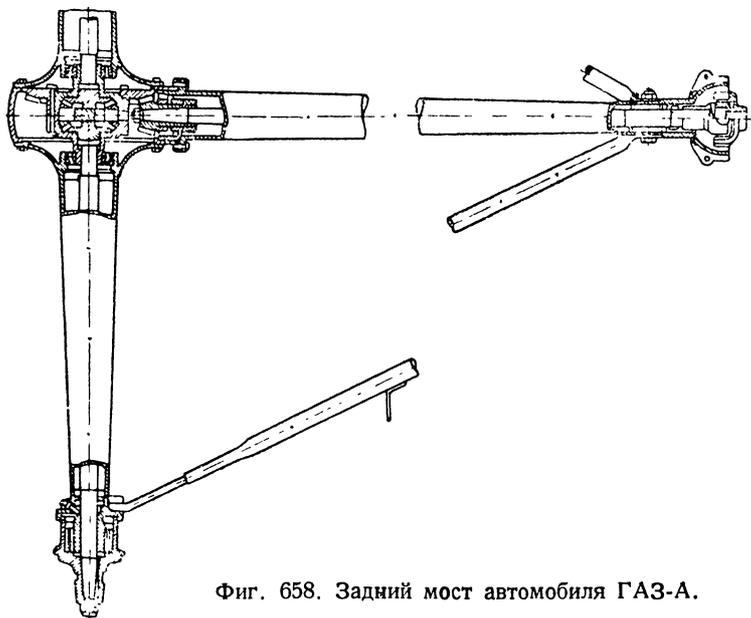
Фиг. 656. Схема действия сил при передаче реактивного момента трубой и толкающего усилия рессорами.

Шевроле и др. Характерным для такой системы является жёсткое крепление рессор к мосту для обеспечения возможности передачи моментов от моста к раме и жёсткое крепление передней опорной точки рессоры на раме для передачи толкающих усилий.



Фиг. 657. Подвеска заднего моста автомобиля ЗИС-101.

На фиг. 657 показано крепление заднего моста и его подвески к раме на автомобиле ЗИС-101. К чулкам заднего моста снизу приварены площадки 1, на которых жёстко крепится рессора, стянутая центральным болтом 4, при помощи накладки 2 и двух стремянок 3. Передний конец рессоры при помощи рессорного пальца шарнирно соединён с кронштейном рамы 5. Задний конец рессоры тоже шарнирно соединён с серёжкой 6, позволяющей перемещаться ушку рессоры при её прогибах.

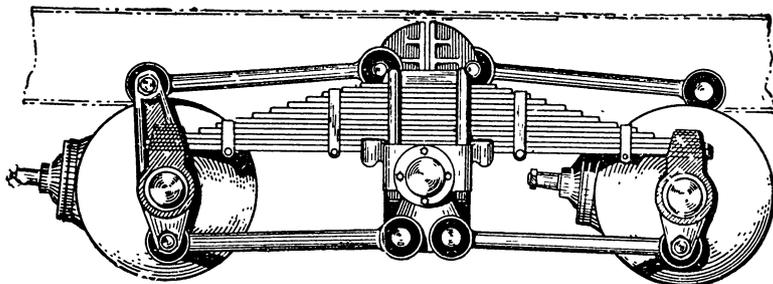


Фиг. 658. Задний мост автомобиля ГАЗ-А.

Передний конец рессоры при помощи рессорного пальца шарнирно соединён с кронштейном рамы 5. Задний конец рессоры тоже шарнирно соединён с серёжкой 6, позволяющей перемещаться ушку рессоры при её прогибах.

Передача моментов и усилий только карданной трубой осуществляется на автомобилях ГАЗ-А, ЯГ-6 и др. На фиг. 658 показан

задний мост автомобиля ГАЗ-А, жёстко скреплённый с фланцем карданной трубы. Передний конец карданной трубы выполнен в виде шаровой чашки, опирающейся на шаровую опору, укрепленную на поперечине рамы. Шаровой колпак, накрывающий шаровую чашку, удерживает её на опоре, обеспечивая возможность качания трубы вместе с мостом при прогибе рессор и поворот всего моста относительно продольной оси при наезде одного из колёс на препятствие. Здесь как моменты, так и толкающие усилия передаются карданной трубой на раму, а рессоры

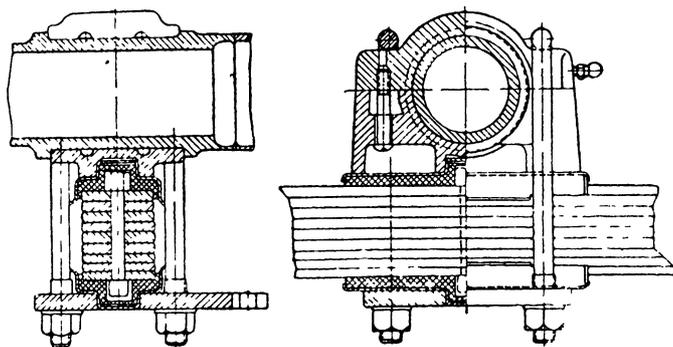


Фиг. 659. Подвеска задних мостов автомобиля GMC.

выполняют роль лишь упругих элементов подвески. Чтобы разгрузить балку моста от больших изгибающих нагрузок при передаче толкающих или тормозных усилий, в данной конструкции применены разгружающие штанги.

Передача моментов и усилий только штангами применяется, главным образом, в задних мостах трёхосных автомобилей, например в американских GMC (фиг. 659), Студебеккер, «Интернационал» и др.

Штанги, связывающие мосты с кронштейнами рамы, имеют на концах шарниры, обычно снабжённые резиновыми втулками (сайлентблоки),



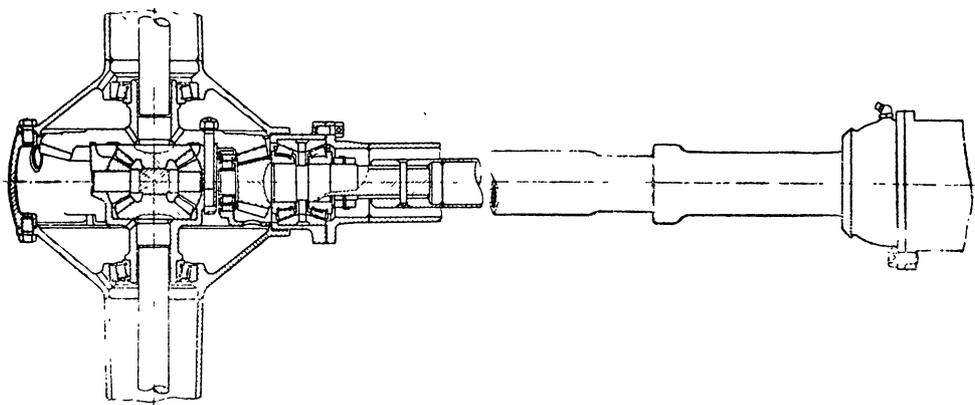
Фиг. 660. Крепление рессоры к заднему мосту автомобиля М-1.

смягчающими ударами при передаче моментов и толкающих усилий. Рессоры воспринимают только вес, приходящийся на задние мосты, скользя коренными листами по площадкам кронштейнов мостов при их перемещениях. Крепление рессоры осуществлено на качающейся втулке, сидящей на специальной поперечине рамы.

Смешанная передача моментов и усилий рессорами и телескопической карданной трубой выполнена на автомобиле ГАЗ-М-1, ГАЗ-64 и др. Толкающие усилия от заднего моста к раме передаются в этом случае рессорами, но крепление моста к рессорам выполнено шарнирно, что обеспечивает возможность поворота моста относительно рессор (фиг. 660).

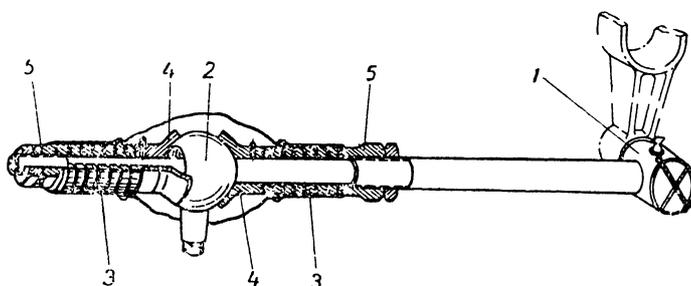
Карданная труба телескопического типа (фиг. 661) имеет на цилиндрическом переднем конце скользящий наконечник с шаровой опорной чашкой. Разгруженная от толкающих усилий карданная труба передаёт только моменты от моста к раме.

Смешанная передача моментов и усилий рессорами и штангами применяется, главным образом, на трёхосных автомобилях, например ГАЗ-ААА и ЗИС-6. Здесь (фиг. 748, глава «Подвеска автомобиля») толкающие усилия на раму передаются рессорами, шарнирно связанными своими концами с мостами, а моменты передаются реактивными штангами, шарнирно связывающими каждый мост с рамой. Реактивная штанга



Фиг. 661. Задний мост с карданной трубой автомобиля ГАЗ-М-1.

автомобиля ГАЗ-ААА, показанная на фиг. 662, одним концом крепится к кронштейну на поперечине рамы при помощи шарового шарнира 1 типа Томсон, устройство которого было рассмотрено в главе «Рулевое управление» (фиг. 581). Другой конец реактивной штанги проходит через отверстие шарового пальца 2, жёстко укрепленного на заднем мосту, и поджимается к нему двумя сильными пружинами 3 с шаровыми наконечниками 4. Пружины связаны со штангой через гайки 5, навёрнутые



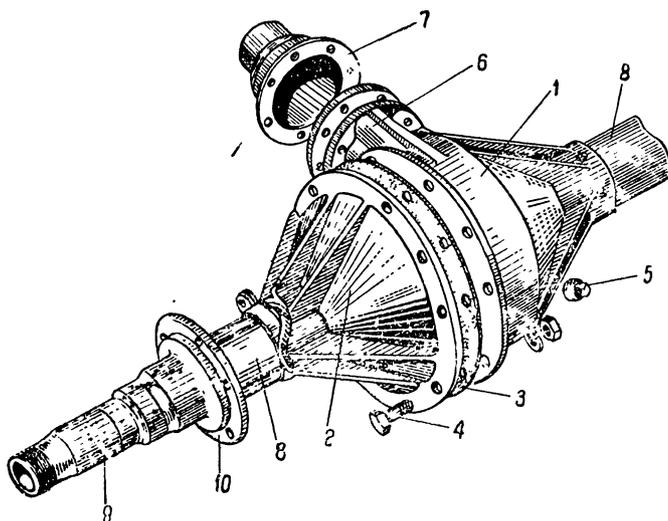
Фиг. 662. Реактивная штанга автомобиля ГАЗ-ААА.

на резьбу штанги. Такое соединение позволяет мостам свободно перемещаться на балансирной подвеске и смягчает удары при передаче реактивных моментов на раму.

Устройство ведущих мостов. Ведущий мост автомобиля представляет собой жёсткий кожух (картер) сложной конфигурации, внутри которого расположены механизмы и детали силовой передачи, соединяющие карданный вал с ведущими колёсами. Центральная часть

картера служит одновременно резервуаром для масла, смазывающего детали главной передачи и дифференциала.

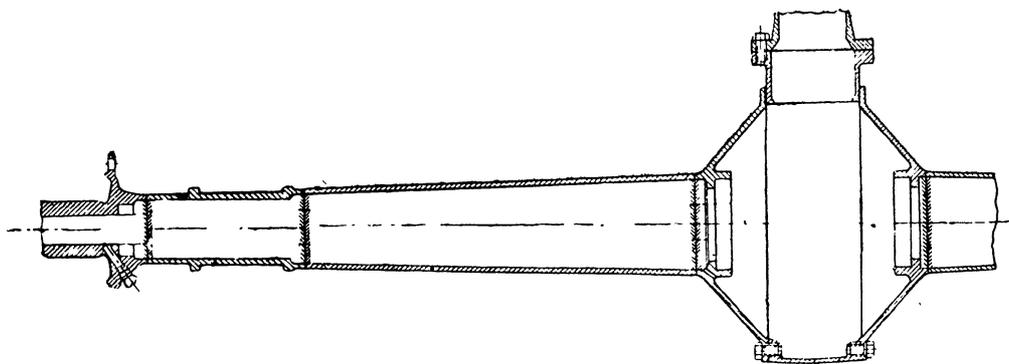
Ведущие мосты по устройству их картеров можно разбить на два основных вида: разъёмные и цельные.



Фиг. 663. Задний мост автомобиля Форд-6.

Разъёмные ведущие мосты бывают как с одной, так и с двумя вертикальными плоскостями разъёма, параллельными продольной оси автомобиля.

Ведущий мост с одной плоскостью разъёма устанавливается на автомобилях ГАЗ-АА, Форд, Студебеккер и др. На фиг. 663 показано устройство заднего моста автомобиля Форд. Он состоит из коробки 1 и крышки 2, соединяемых на прокладке 3 болтами 4; внутри картера имеются



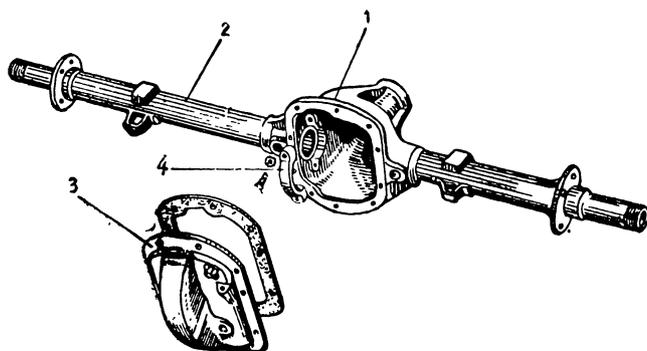
Фиг. 664. Ведущий мост автомобиля ГАЗ-М-1.

гнезда для подшипников дифференциальной коробки; снаружи — пробки 5 для заливки и спуска масла.

Передняя часть картера выполнена в виде горловины 6 с фланцем для крепления ведущего валика главной передачи и карданной трубы 7. В коробку 1 и крышку 2 впрессованы и укреплены заклёпками чулки 8, выполненные в виде конических труб, свёрнутых из стального листа и сваренных по стыку. К концам труб приварены встык стальные нако-

нечники 9, на которых монтируются роликовые подшипники ступиц колёс. Наконечники имеют фланцы 10 для крепления тормозных дисков.

Ведущий мост с двумя плоскостями разъёма устанавливается на автомобиле ГАЗ-М-1 (фиг. 664) и некоторых иностранных автомобилях, главным образом легковых. Он состоит из кольцевой коробки с горловиной и фланцем, отлитой из ковкого чугуна, двух стальных кованых

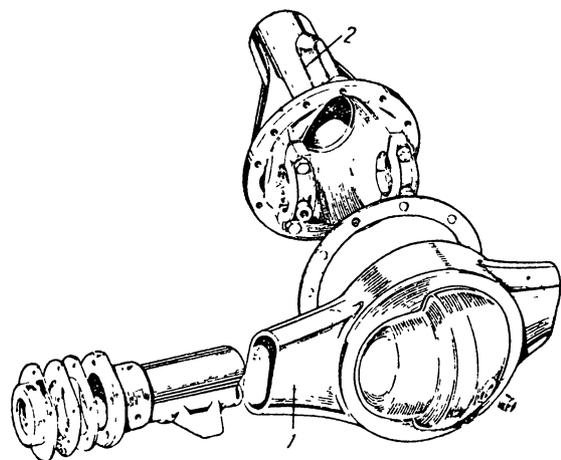


Фиг. 665. Ведущий мост автомобиля Виллис.

фланцев, стальных конических сварных труб, соединительных стальных втулок с проточками для подшипников рессор и наконечников с фланцами и шейками под подшипники ступиц колёс.

Все детали каждого чулка моста сварены встык.

В рассмотренных типах разъёмных мостов для просмотра и разборки главной передачи или дифференциала требуется обязательная выкатка моста из-под рамы и его разборка. Рассматриваемые ниже цельные мосты этого не требуют.



Фиг. 666. Балка моста типа «Банджо».

Цельный мост автомобиля Виллис показан на фиг. 665. Картер моста состоит из средней литой части 1 и впресованных в неё чулков 2. В средней части монтируются дифференциал и главная передача, осмотр и демонтаж которых производится через отверстие, закрываемое крышкой 3.

Для демонтажа механизмов, заключённых в картере, отвёртываются крышки 4 подшипников

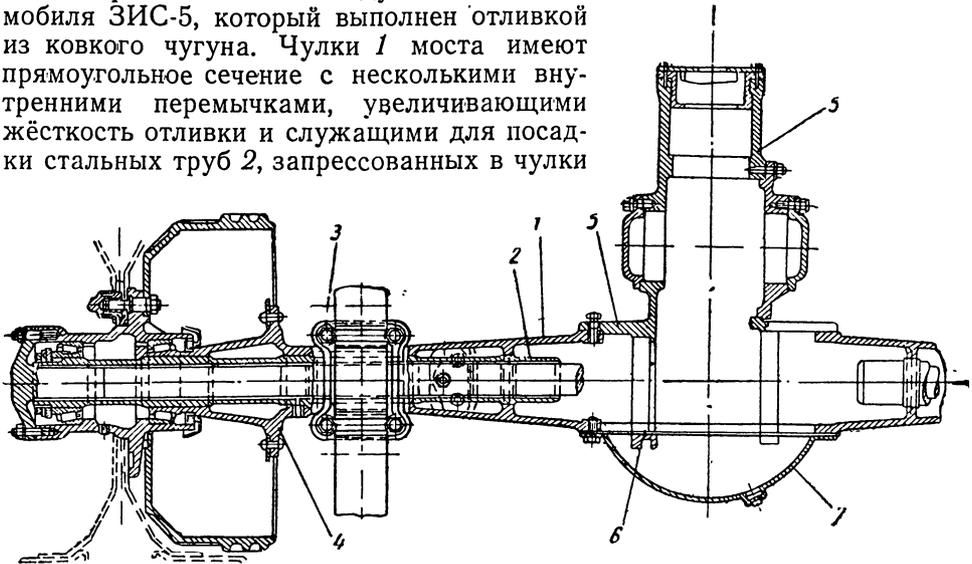
дифференциальной коробки, выдвигаются полуоси, после чего может быть вынут весь механизм дифференциала, а затем демонтирован ведущий вал главной передачи.

Большое распространение получили цельные мосты типа «Банджо» с вынимающимся картером главной передачи. В этом случае картер моста представляет собой пустотелую балку (фиг. 666), имеющую в средней части кольцевую форму, в ней крепится отлитый отдельно кар-

тер главной передачи 2. Мост может быть выполнен путёмковки, отливки или штамповки с последующей сваркой.

Вследствие сложности и дороговизны изготовления кованые мосты имеют незначительное распространение и применяются только на тяжёлых грузовых автомобилях (ЯГ-6).

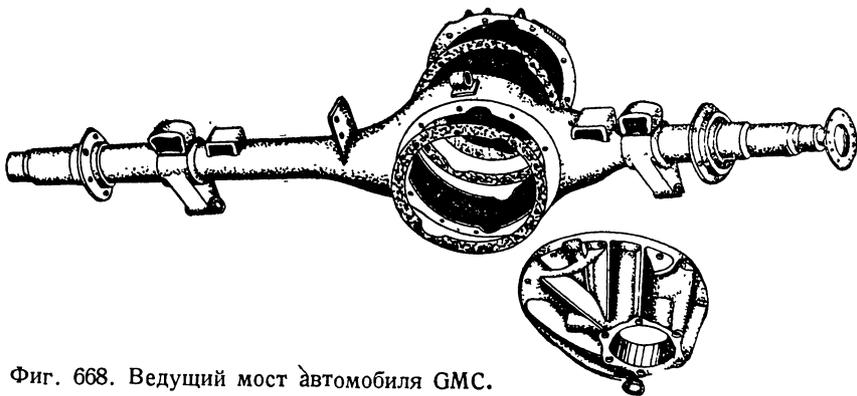
На фиг. 667 показан ведущий мост автомобиля ЗИС-5, который выполнен отливкой из ковкого чугуна. Чулки 1 моста имеют прямоугольное сечение с несколькими внутренними перемышками, увеличивающими жёсткость отливки и служащими для посадки стальных труб 2, запрессованных в чулки



Фиг. 667. Ведущий мост автомобиля ЗИС-5.

для увеличения их прочности. Рессорные площадки 3 и фланцы 4 для тормозных дисков отлиты вместе с мостом.

К средней кольцевой части моста крепится болтами картер главной передачи 5, имеющий у торца гнездо 6 для подшипников дифференциальной коробки. Для осмотра и регулировки дифференциала служит задний



Фиг. 668. Ведущий мост автомобиля GMC.

люк, закрываемый крышкой 7. Для демонтажа моста необходимо выдвинуть полуоси, отъединить карданный вал и снять картер главной передачи с собранными в нём механизмами.

Литые мосты имеют ограниченное распространение, главным образом на средних и тяжёлых грузовиках.

Наибольшее распространение в настоящее время получили ведущие мосты со штампованными сварными картерами, которые при одинаковой

прочности с коваными и литыми имеют значительно меньший вес и в условиях массового производства значительно дешевле.

На фиг. 668 показаны ведущий мост автомобиля GMC, выполненный из листовой стали путём штамповки и сварки.

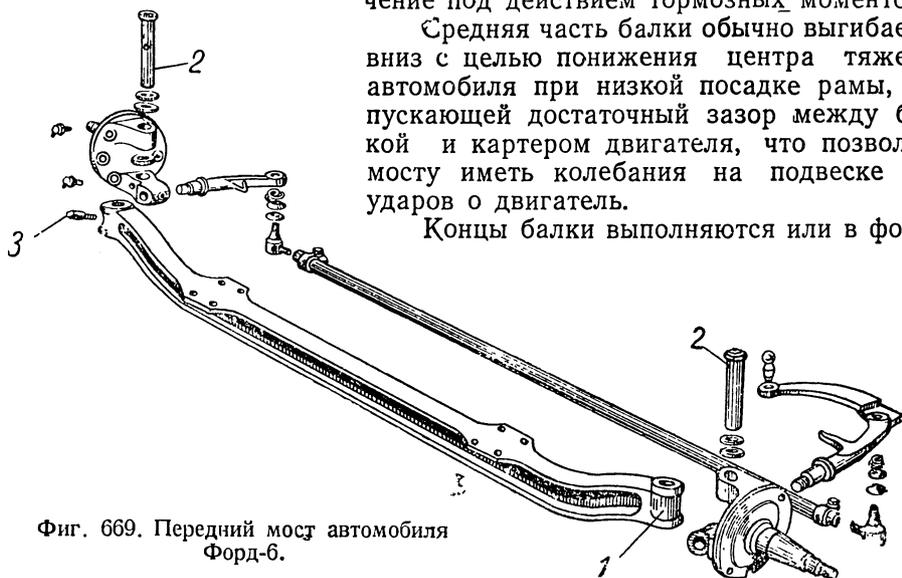
#### § 4. УПРАВЛЯЕМЫЕ МОСТЫ АВТОМОБИЛЯ

Управляемый мост (передняя ось) автомобиля представляет собой балку, на концах которой шарнирно крепятся поворотные цапфы.

Центральная балка управляемого моста выполняется обычно поковой и имеет в сечении форму, предусматривающую наилучшее сопротивление действующим на неё нагрузкам. Наибольшее распространение имеет двутавровое сечение; иногда делают переход от двутаврового сечения в средней части к круглому на концах, которые испытывают кручение под действием тормозных моментов.

Средняя часть балки обычно выгибается вниз с целью понижения центра тяжести автомобиля при низкой посадке рамы, допускающей достаточный зазор между балкой и картером двигателя, что позволяет мосту иметь колебания на подвеске без ударов о двигатель.

Концы балки выполняются или в форме



Фиг. 669. Передний мост автомобиля Форд-6.

кулаков, или в форме вилок, в которых устанавливаются шкворни поворотных цапф.

Балка с кулаками на концах приведена на фиг. 669, где показан разобранный передний мост грузового автомобиля Форд-6. Балка имеет две площадки для крепления рессор и кулаки 1 с отверстиями для шкворней 2, крепящихся в кулаках стопорными болтами 3.

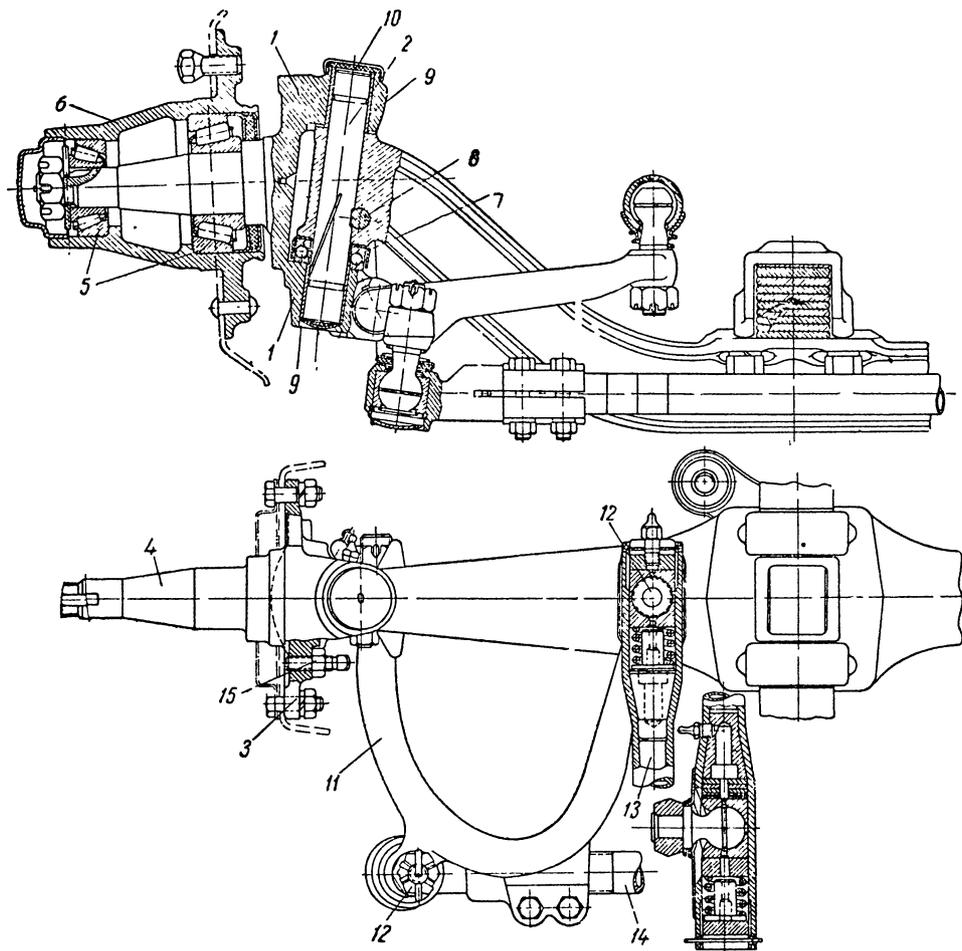
На фиг. 670 показаны разрезы деталей моста такого типа.

Поворотные цапфы имеют вилки 1 с отверстиями для шкворня 2, фланец для крепления тормозного диска 3 и шип 4, на котором монтируются подшипники 5 ступицы колеса 6.

В плоскости опоры цапфы на кулак балки моста устанавливается опорный подшипник 7, передающий нагрузку от балки к цапфе. Шкворень обычно закрепляется в кулаке балки при помощи стопорного болта 8. Стопорный болт прижимается к лыске на шкворне и удерживает его от перемещений. В проушины вилки цапфы запрессованы бронзовые втулки 9, смазываемые через маслѐнки, не показанные на рисунке. Для предупреждения вытекания смазки из опорного подшипника и попадания грязи на шкворень устанавливаются специальные сальники 10. Поворот цапфы производится через поворотный рычаг 11, крепящийся в отверстии ушка вилки. Рычаг одной из цапф имеет два шаровых паль-

ца 12 для соединения как с продольной 13, так и с поперечной 14 рулевыми тягами. Упорный регулировочный болт 15 ограничивает угол поворота цапфы.

Балка с вилками отличается от предыдущего типа только формой концов, выполненных в виде вилки (фиг. 671); поворотная цапфа в этом случае имеет кулак с закрепляемым в нём шкворнем, а опорный подшипник в этом случае помещается над кулаком цапфы.



Фиг. 670. Поворотная цапфа автомобиля ЗИС-101.

Шкворни поворотных цапф крепятся различными способами и в зависимости от этого участвуют в передаче веса автомобиля от балки на цапфу (шкворни, нагруженные растягивающими или сжимающими усилиями) или не участвуют (разгруженные шкворни); наибольшее распространение имеют разгруженные шкворни.

На фиг. 670 показан шкворень разгруженного типа.

Шкворень, работающий на сжатие, установлен в поворотной цапфе автомобиля ЯГ-6. Средней конусной частью шкворень посажен в коническое гнездо кулака балки, а под нижний шлифованный торец шкворня подложен бронзовый подпятник, опирающийся на цапфу. Таким образом, часть веса автомобиля передаётся от балки на колесо через шкворень, сжимая его.

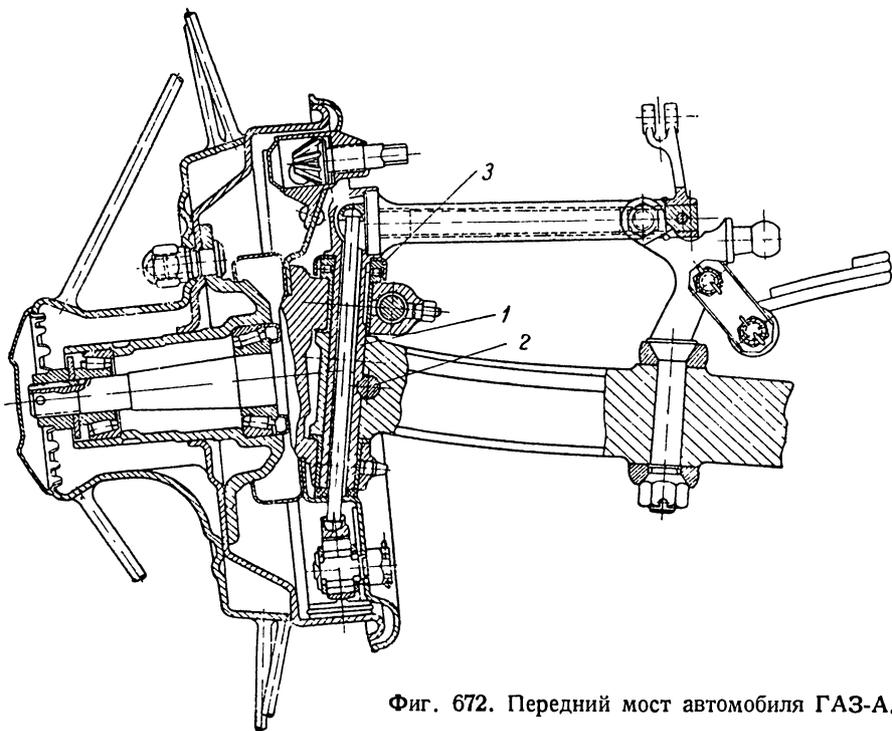
Шкворни, работающие на растяжение, применялись на автомобиле ГАЗ-А (фиг. 672). Здесь шкворень 1, жёстко закреплённый в кулаке балки болтом 2, имеет в верхней части головку, которая опирается на подшипник 3, сидящий на верхнем ушке вилки поворотной цапфы. Сила веса от балки моста передаётся на опорный подшипник через шкворень, растягивая его верхнюю часть.

Управляемый мост испытывает, кроме постоянно действующей нагрузки от веса автомобиля, изгибающей его в вертикальной плоско-



Фиг. 671. Передний мост автомобиля Додж.

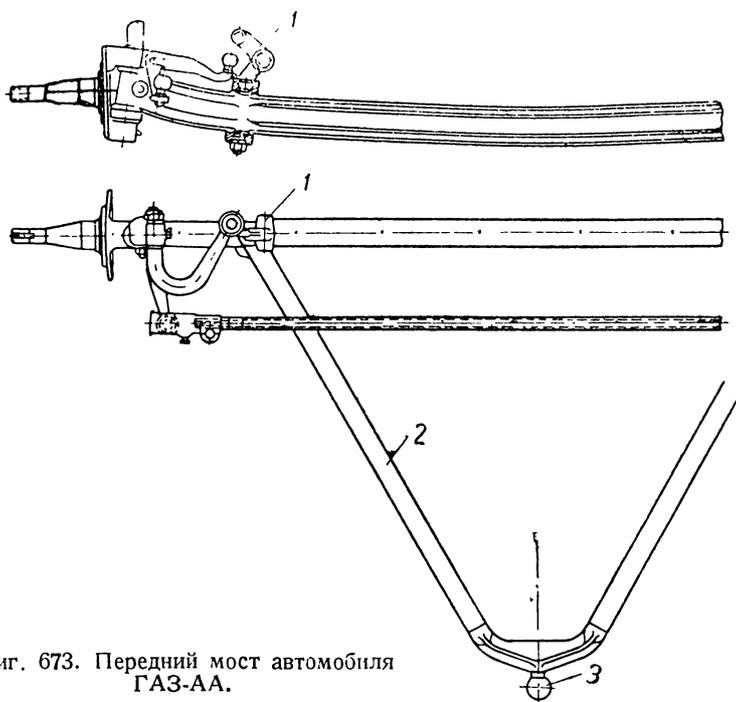
сти, еще и усилия, возникающие при торможении, скручивающие мост и изгибающие его в горизонтальной плоскости, а также ударные нагрузки, воспринимаемые колёсами от неровностей пути.



Фиг. 672. Передний мост автомобиля ГАЗ-А.

Способы передачи этих усилий от моста к раме зависят от устройства подвески моста. В мостах, приведённых на фиг. 669 и 671, связь с рамой осуществляется двумя полуэллиптическими рессорами, через которые и передаются все указанные усилия.

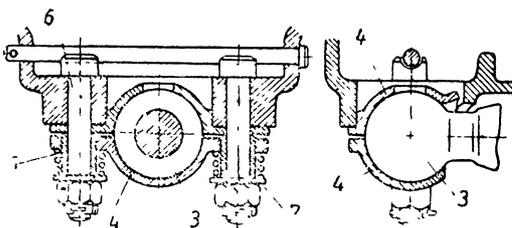
В случае подвески моста на одной поперечной рессоре последняя воспринимает только усилие веса, а остальные усилия передаются на раму специальными штангами. На фиг. 673 показано устройство управ-



Фиг. 673. Передний мост автомобиля ГАЗ-АА.

ляемого моста автомобиля ГАЗ-АА. Мост обычного устройства подвешен к раме на поперечной рессоре, крепящейся к мосту при помощи серёжек. Хвостовики кронштейнов 1 серёжек проходят сквозь балку и крепят

к ней вилки передних концов V-образной штанги 2. Задний конец штанги имеет шаровой палец 3, крепящийся в шаровой опоре картера маховика двигателя. Шаровая опора (фиг. 674) состоит из двух накладок 4 с полусферическими гнёздами, между которыми помещается шаровой палец 3. Верхняя накладка прижата к картеру распорными трубками 5, надетыми на болты 6 и затянутыми гайками. Под шайбами гаек поджаты пружины 7, надетые сверху на трубки и прижимающие нижнюю планку к шаровому пальцу. Такое крепление обеспечивает свободное качение штанги в шаровом упоре и производит автоматически выбор люфта при износе.



Фиг. 674. Шаровая опора штанги переднего моста автомобиля ГАЗ-АА.

## § 5. КОМБИНИРОВАННЫЕ МОСТЫ АВТОМОБИЛЯ

Комбинированному мосту присущи все особенности устройства и ведущих и управляемых мостов. Средняя часть картера выполнена так же, как и у ведущего моста, а на концах чулков установлены поворотные цапфы, как у управляемого моста.

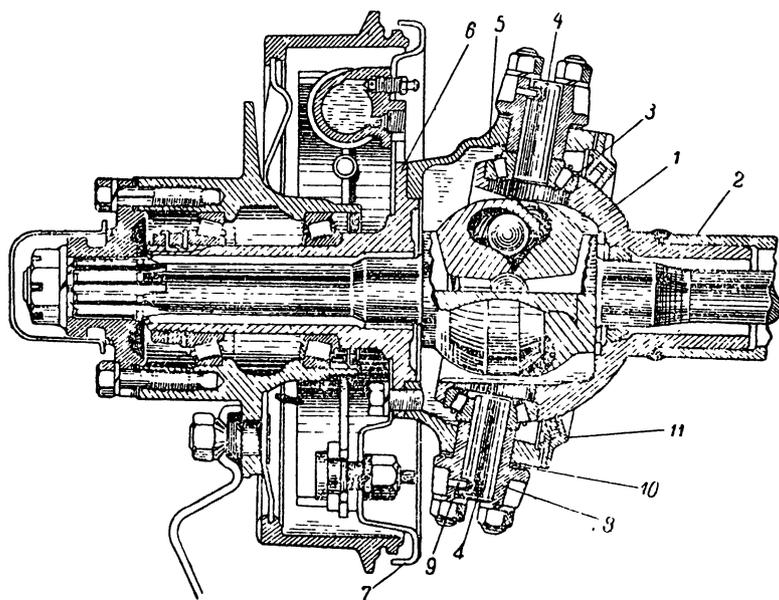
Комбинированный мост грузового автомобиля ГМС, показанный на фиг. 675, отличается от ведущего моста (фиг. 668) формой концов чулков полуосей. Здесь концы чулков имеют приваренные шаровые опоры — кулаки для поворотных цапф.



Фиг. 675. Балка комбинированного моста автомобиля ГМС.

Поворотная цапфа комбинированного моста имеет с внутренней стороны вместо вилки цилиндрический корпус, охватывающий снаружи шаровую опору, и образует внутри закрытый картер для карданного шарнира полуоси.

Поворот цапфы происходит на двух закреплённых в ней шкворнях, связанных с опорой через два подшипника (шариковых или роликовых),



Фиг. 676. Поворотная цапфа автомобиля Форд—Виллис МВ.

передающих нагрузку от моста к цапфе. Оба шкворня имеют общую ось, составляя как бы один разрезной шкворень.

На фиг. 676 изображена поворотная цапфа автомобиля Форд—Виллис. Шаровая опора 1 поворотной цапфы впрессована в чулок 2 полуоси и приварена к нему. В опоре расточены гнезда для двух конических роликовых подшипников 3 шкворней 4. Корпус 5 цапфы, охватывающий шаровую опору, соединён с втулкой 6, служащей для посадки двух конических роликовых подшипников ступицы колеса. Болты, кре-

пящие втулку к картеру, одновременно закрепляют на цапфе тормозной диск 7. Два цилиндрических шкворня 4 соединяют поворотную цапфу с шаровой опорой. Каждый шкворень запрессован в регулировочную втулку 8 и укреплен в ней стопорным штифтом 9. Втулки со шкворнями посажены в гнезда картера цапфы, а концы шкворней входят в подшипники шаровой опоры. Под фланцы регулировочных втулок положены прокладки 10 для обеспечения возможности регулировки подшипников.

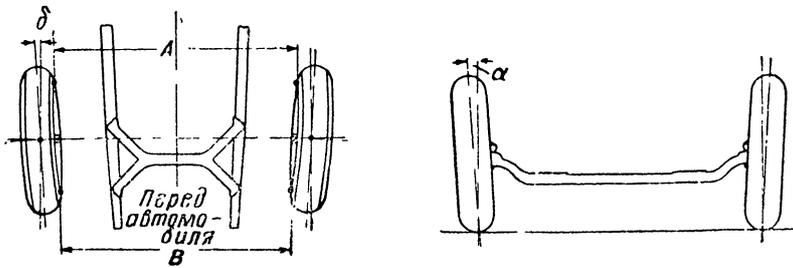
С внутренней стороны картер цапфы закрыт кольцевой крышкой с сальником 11, препятствующим попаданию грязи во внутреннюю полость картера и вытеканию смазки при любом положении поворотной цапфы.

### § 6. УСТАНОВОЧНЫЕ УГЛЫ УПРАВЛЯЕМЫХ КОЛЁС И ШКВОРНЕЙ ПОВОРОТНЫХ ЦАПФ

Плоскость вращения каждого из управляемых колёс не параллельна вертикальной плоскости, проходящей через продольную ось автомобиля, а образует с ней определённые углы: угол развала колёс (кэ́мбер) —  $\alpha$  и угол схода колёс —  $\delta$  (фиг. 677).

Ось шворня поворотной цапфы образует с вертикальной плоскостью, проходящей через продольную ось автомобиля, угол наклона шкворня вбок  $\beta$  (фиг. 678), а с вертикальной плоскостью, перпендикулярной оси автомобиля, угол наклона шкворня назад (кастер) —  $\gamma$  (фиг. 679).

Назначение развала колёс состоит: 1) в уменьшении момента, необходимого для поворота колёс за счёт уменьшения плеча силы сопро-



Фиг. 677. Сход и развал управляемых колёс.

тивления повороту от размера  $a$  до размера  $a_1$  (фиг. 680), 2) в сосредоточении нагрузок на внутреннем подшипнике ступицы, который выполняется обычно большего размера, чем наружный, за счёт действия горизонтальной слагающей реакции грунта — силы  $q$ , заставляющей всё время прижиматься ступицу колеса к внутреннему подшипнику.

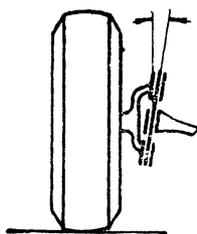
Величина угла развала колеблется у различных автомобилей в пределах от 1 до 2,5° и обеспечивается самой конструкцией управляемого моста путём некоторого наклона оси шипа поворотной цапфы.

В процессе эксплуатации угол развала колёс не может регулироваться; изменение его может быть вызвано слабостью затяжки подшипников ступицы, износом шкворней поворотных цапф и их втулок или погнутостью балки моста.

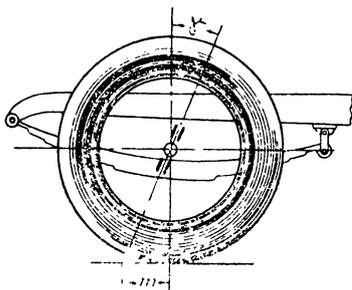
Благодаря развалу колёс их оси пересекаются с поверхностью дороги; точки пересечения являются вершинами двух конусов, основания которых служат колёса. При этом колёса стремились бы катиться по расходящимся дугам окружностей, имеющих центрами указанные точки пересечения; так как в действительности расстояние между колёсами, связанными жёсткой балкой моста, увеличиваться не

может, то указанное явление сопровождалось бы боковым скольжением колёс по дороге. Если, не делая развала, обеспечить им некоторый угол схода, то колёса при качении стремились бы сходиться к продольной оси автомобиля; по приведённым выше соображениям это также вызвало бы скольжение колёс по дороге. При одновременном введении углов развала и схода и правильно выбранном соотношении между ними оба указанных явления компенсируют друг друга и колёса катятся прямолинейно, без бокового скольжения.

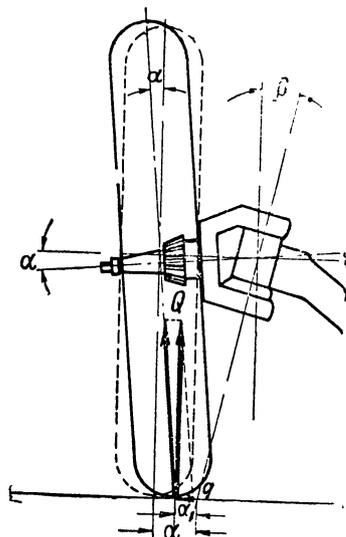
Угол схода управляемых колёс ус-



Фиг. 678. Угол наклона шкворня поворотной цапфы вбок.



Фиг. 679. Угол наклона шкворня поворотной цапфы назад.



Фиг. 680. Схема действия сил при развале колеса.

танавливается путём изменения длины поперечной тяги рулевой трапеции и практически определяется разностью расстояний  $A$  и  $B$  (фиг. 677) между краями ободов колёс спереди и сзади моста на уровне его оси.

Величина угла схода колёс колеблется у разных автомобилей от  $20'$  до  $1^\circ$ , а соответственно разность расстояний между ободами от 1,5 до 10 мм.

В процессе эксплуатации в связи с износом сочленений цапфы и рулевой трапеции, а также случайным изгибом рычагов последней величина схода может изменяться; вследствие этого её необходимо периодически проверять и регулировать в соответствии с указаниями заводских инструкций для каждой конкретной машины. Следует иметь в виду, что неправильная установка угла схода вызывает усиленный износ резины и в связи с повышенным сопротивлением движению повышенный расход топлива.

Наклоны шкворня вбок и назад обеспечивают стабилизацию управляемых колёс автомобиля; под стабилизацией понимается самопроизвольное возвращение повернутых колёс в нейтральное положение, соответствующее прямолинейному движению автомобиля.

Если шкворень наклонён вбок, то при повороте цапфы с колесом около его оси нижняя точка колеса будет перемещаться по дуге окружности, плоскость которой перпендикулярна оси шкворня, а следовательно, наклонена к плоскости дороги.

На схеме фиг. 681 пунктиром показано положение цапфы с колесом при условном повороте на  $180^\circ$ . Нижняя точка колеса должна была бы опуститься на величину  $h$ , но так как в действительности колесо не может опуститься ниже поверхности дороги, при этом произойдёт подъём колеса на ту же величину  $h$ . Передний мост под действием происходящей на него нагрузки стремится занять своё низшее положение и тем самым автоматически возвратит колесо опять в нейтральное положение. То же

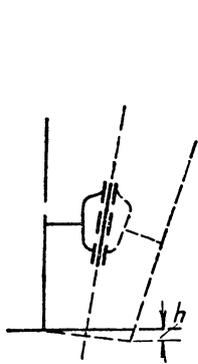
будет происходить, если колесо повернётся самопроизвольно под влиянием удара или другого случайного воздействия на него.

Величина угла наклона шкворня вбок обеспечивается в большинстве случаев конструкцией самого моста и колеблется у различных автомобилей в пределах от 3 до 10°.

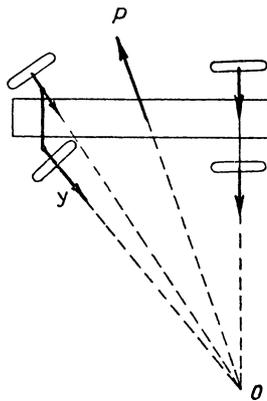
В эксплуатации угол наклона шкворней вбок может измениться при прогибе балки моста, а в большинстве автомобилей с независимой подвеской управляемых колёс — при осадке рессор, следствием чего возможны ухудшение стабилизации и даже потеря управления автомобилем.

В связи с этим у некоторых автомобилей с независимой подвеской колёс предусмотрена возможность регулировки величины указанного угла.

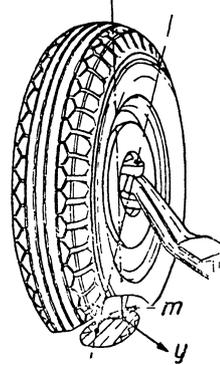
Угол наклона шкворней назад (кастер) обеспечивает стабилизацию управляемых колёс на повороте вследствие появляющихся



Фиг. 681. Схема поворота колеса при наклоне шкворня вбок.



Фиг. 682. Схема сил, действующих на автомобиль при повороте.



Фиг. 683. Схема действия стабилизирующих сил при кастере.

при этом центробежных сил. Упрощенная схема сил, действующих на автомобиле при повороте, изображена на фиг. 682. Центробежная сила  $P$ , возникающая при повороте автомобиля, направлена по радиусу от центра поворота. Силы реакции грунта  $Y$ , перпендикулярные плоскости колёс, направлены по радиусам к центру поворота. У каждого колеса реакция приложена в центре контактной площадки шины с дорогой (фиг. 683), т. е. сзади точки пересечения оси шкворня с дорогой на расстоянии  $m$ , являющемся плечом силы  $Y$  относительно оси шкворня. Благодаря этому реакции стремятся повернуть цапфы около шкворней в нейтральное положение.

При уменьшении кастера плечо  $m$  уменьшается и при вертикальном положении шкворня действие реакции будет равно нулю.

Величина кастера является для данного автомобиля непостоянной и может меняться при осадке рессор, потерявших первоначальную упругость.

Кастер обеспечивается или конструкцией самого управляемого моста, или специальными устройствами, например клиновыми подкладками под рессоры переднего моста, для его установки в определённых пределах.

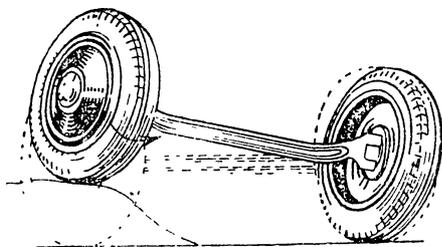
В отечественных автомобилях величина кастера колеблется от 1 (М-1) до 7° (КИМ-10).

Колебательные движения управляемых колёс («шимми»). Колебательные движения управляемых колёс являются

частью сложных колебаний колёс и передка автомобиля, имеющих различный характер и различное происхождение и объединяемых часто общим понятием «шимми».

Явление шимми не только ведёт к быстрому износу деталей рулевого управления и поворотных цапф, но может вызвать потерю управления автомобилем, делая езду на нём опасной, особенно на больших скоростях. Понятие о некоторых причинах, вызывающих явление шимми, описывается ниже.

При одностороннем толчке и наклоне моста изменяется плоскость расположения колёс, что вызывает гироскопическое действие вращающихся колёс. Как известно, при отклонении оси вращающегося волчка в нём возникают силы, отклоняющие ось под прямым углом к направлению приложенной силы. То же самое происходит с вращающимся управляемым колесом.



Фиг. 684. Действие гироскопического момента.

На фиг. 684 показано колесо переднего моста, поднявшееся при наезде на неровность пути и изменившее расположение плоскостей обоих колёс. Стрелкой показано направление поворота колеса под действием гироскопического момента.

При обратном отклонении оси колёса стремятся повернуться тоже в обратном направлении, что и вызывает их колебательные движения.

Колебательные движения могут возникнуть и на ровной дороге при больших скоростях под воздействием центробежных сил, возникающих в несбалансированных колёсах. Воздействие дисбаланса при некоторой определённой скорости движения может вызвать явление резонанса, при котором колёса приходят в сильное колебательное движение.

Способствовать возникновению шимми может также неправильная кинематика рулевого привода, при которой вертикальные перемещения переднего моста вызывают поворот в ту или другую сторону управляемых колёс.

Тщательное наблюдение за правильной балансировкой колёс, давлением в шинах и углами установки колёс уменьшает возможность появления шимми.

Наиболее радикальный способ устранения явления шимми — независимая подвеска колёс, при которой исключается влияние одного колеса на другое.

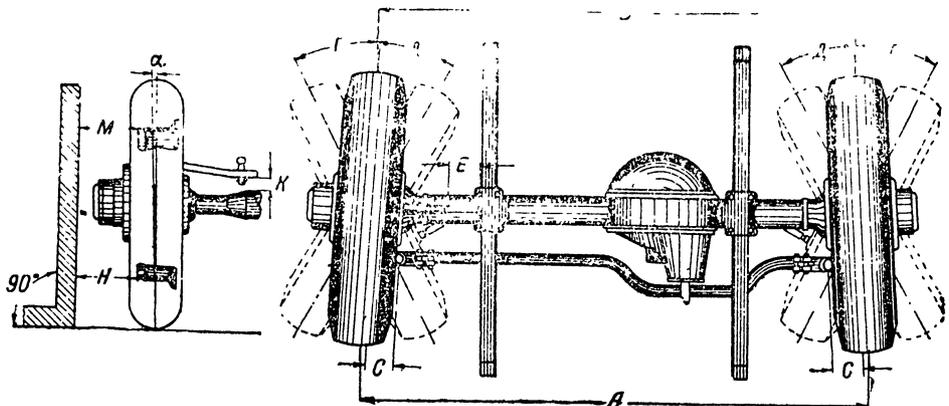
## § 6. УХОД ЗА МОСТАМИ АВТОМОБИЛЯ

Поддерживающие и ведущие мосты не требуют особого ухода, тогда как управляемые мосты, кроме общих мероприятий по уходу в виде смазки и крепежа всех соединений, требуют регулярной проверки установочных углов и исправного состояния привода к управляемым колёсам.

Для обеспечения устойчивости автомобиля, лёгкости его управления, предупреждения преждевременного износа шин и чрезмерного расхода топлива проверка в управляемом мосту подлежат:

1. Отсутствие разработки и слабину во всех соединениях.
2. Правильность затяжки подшипников ступиц колёс.
3. Отсутствие погнутости тяг и рычагов, причём для последних замеряют контрольные величины *K*, *E*, *C*, показанные на фиг. 685.
4. Углы максимального поворота колёс в обе стороны *Г* и *Д* во избежание задевания вращающихся колёс за шасси.

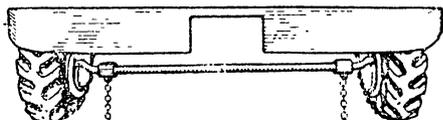
5. Угол схода колёс, проверяемый по разности размеров  $A—B$ , определяемых при помощи специальных линейек, как показано на фиг. 686. Линейка выполнена из трубы с двумя наконечниками: один неподвижен,



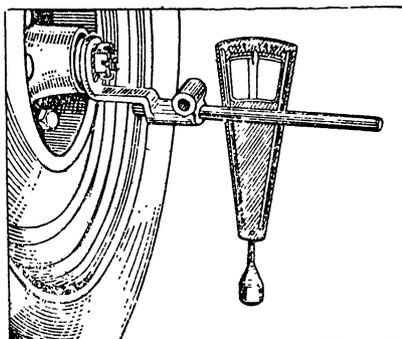
Фиг. 685. Схема проверки установочных углов управляемых колёс.

а второй может перемещаться по трубе и находится под действием распорной пружины, отжимающей его наружу. Линейка устанавливается враспор между ободами колёс, и указатель подвижного наконечника, скользящий по шкале на трубе, отсчитывает замеряемое расстояние. Цепочки на концах линейки позволяют установить оба конца её на одинаковом уровне от пола.

6. Угол развала колёс, проверяемый или по разности размеров  $H—M$  (фиг. 685), или прибором типа, при-



Фиг. 686. Линейка для проверки схода колёс.



Фиг. 687. Прибор для проверки развала колёс и наклона шкворня назад.

веденного на фиг. 687, представляющим собой маятниковый «отвес» с противовесом, устанавливаемый по особым меткам на торцевой заточке шипа поворотной цапфы.

7. Углы наклонов шкворня, проверяемые приборами типа, приведённого на фиг. 687.

## Глава II

### РАМА АВТОМОБИЛЯ

#### § 1. НАЗНАЧЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ РАМЫ И ЕЁ УСТРОЙСТВО

Автомобильная рама является основанием, несущим на себе все агрегаты и кузов автомобиля. Условия работы рамы требуют от неё достаточной прочности и жёсткости. Кроме того, рама должна быть возможно лёгкой и обеспечивать низкое расположение центра тяжести автомобиля в целях повышения его устойчивости.

Автомобильная рама обычно состоит из двух продольных балок — лонжеронов швеллерного сечения, выполняемых штамповкой из листовой стали. Лонжероны связаны друг с другом поперечинами или траверсами, форма которых приспособляется для крепления на них отдельных агрегатов.

К раме крепятся путём приклёпки или приварки кронштейны для крепления рессор, подножек, крыльев, кузова и пр. На переднем и на заднем концах рамы устанавливаются предохранительные устройства в виде поперечной балки—бампера (буфера), принимающего на себя толчки и удары при столкновении и наездах, предохраняя, таким образом, части кузова, крылья, радиатор, фары и т. п. от повреждений.

В связи с требованиями в отношении прочности и жёсткости в отдельных конструкциях применяют местные усилители лонжеронов, прикрепляемые с внутренней стороны заклёпками или сваркой и создающие жёсткое коробчатое сечение.

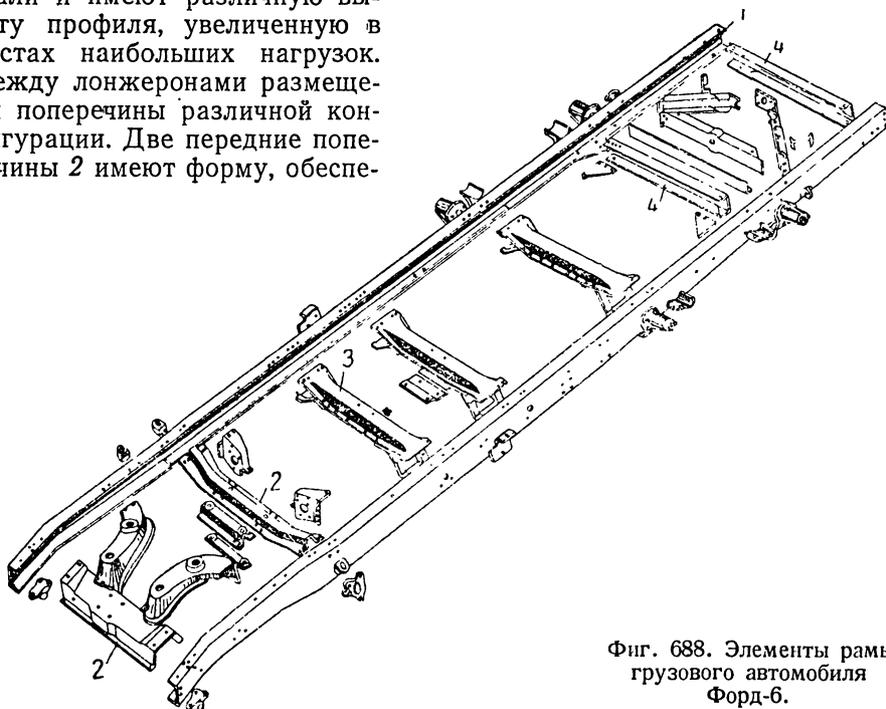
Особо нагруженные рамы часто выполняются целиком из закрытых коробчатых профилей, отштампованных по частям и сваренных.

Существующие в настоящее время рамы можно распределить на несколько групп:

- 1) лонжеронные с двумя продольными балками;
- 2) центральные с одной продольной балкой;
- 3) особые типы (рама-кузов).

### Лонжеронные рамы

Отдельные элементы лонжеронной рамы приведены на фиг. 688. Лонжероны 1 швеллерного сечения выполнены штамповкой из листовой стали и имеют различную высоту профиля, увеличенную в местах наибольших нагрузок. Между лонжеронами размещены поперечины различной конфигурации. Две передние поперечины 2 имеют форму, обеспе-

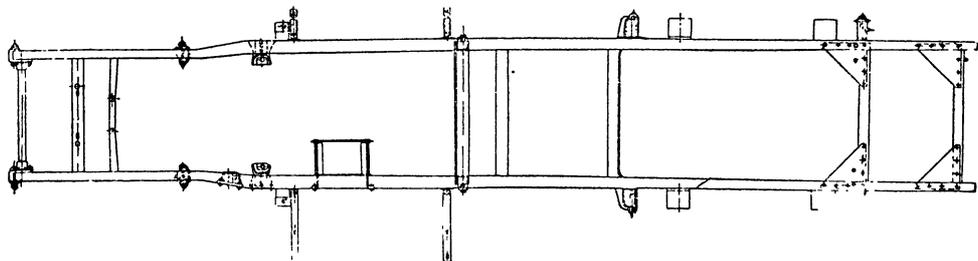


Фиг. 688. Элементы рамы грузового автомобиля Форд-6.

чивающую низкое расположение и удобное крепление двигателя. Корытное сечение поперечин с широкой отбортовкой обеспечивает им необходимую

жёсткость. Такого же типа, но прямой формы поперечины 3 связывают лонжероны в средней части. Менее нагруженная задняя часть рамы имеет две поперечины 4 прямого швеллерного профиля, усиленные для жёсткости в местах крепления листовыми накладками-косынками. На боковых стенках лонжеронов укреплены рессорные кронштейны. Все элементы рамы связываются заклёпками.

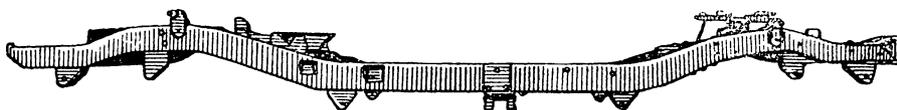
Чтобы обеспечить достаточный угол поворота управляемых колёс, раму суживают в передней части. Заднюю часть рамы оставляют широ-



Фиг. 689. Рама автомобиля ЗИС-5.

кой для разности рессорных опор, что обеспечивает большую устойчивость рамы на подвеске и уменьшает раскачку автомобиля.

На фиг. 689 показана рама автомобиля ЗИС-5. Её лонжероны отштампованы из листовой стали. На каждом лонжероне укреплены кронштейны рессор, два упорных угольника задней добавочной рессоры, кронштейны для крепления задней части двигателя, передней части кабины, крыльев и подножек. Лонжероны соединены поперечинами, при-



Фиг. 690. Рама автомобиля Виллис МВ.

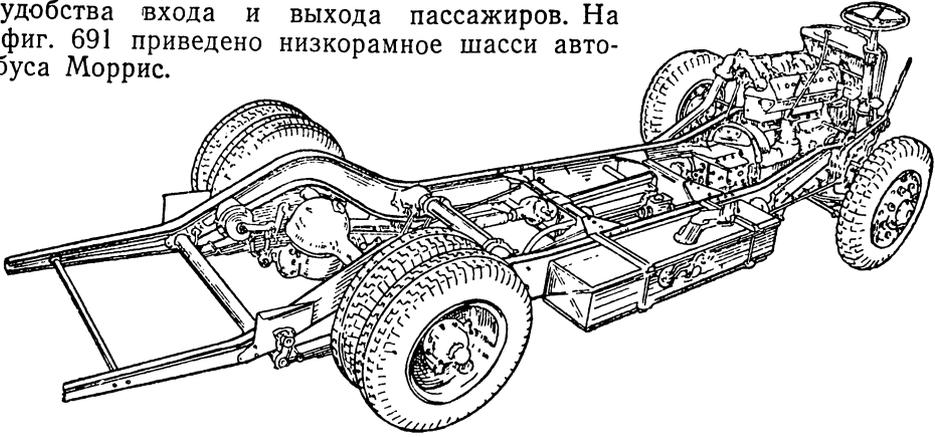
чём передняя поперечина выполнена трубчатой и связывает раму через массивные клыки, укрепленные болтами к передним концам лонжеронов. Клыки служат кронштейнами передних рессор.

В некоторых типах рам снижение центра тяжести автомобиля достигается выгибом лонжеронов в вертикальной плоскости над мостами. Таким образом средняя часть рамы, на которой укреплены основные агрегаты и располагается груз, оказывается значительно сниженной. Пример такой рамы, применяемой на автомобиле Виллис МВ, приведен на фиг. 690.

Иногда для изготовления лонжеронов и траверс рамы применяют стандартные прокатные профили (например рама автомобиля ЯГ-6), что даёт упрощение конструкции рамы и удешевление её производства. Такие типы плоских, прямоугольных рам имеют небольшое распространение, так как вес рамы получается значительно большим, чем при штампованных деталях. Последнее объясняется тем, что катаный профиль всегда полнее штампованного. Кроме того, высота профиля рассчитывается по наиболее нагруженной средней части рамы, а менее нагруженные концы получаются утяжелёнными.

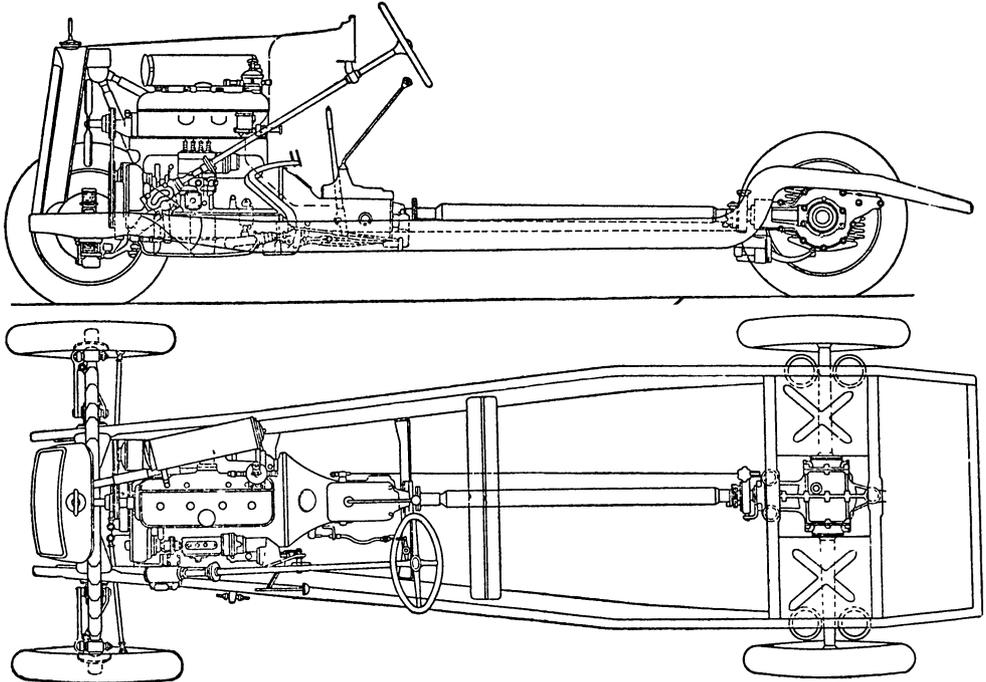
Выгибы лонжеронов в различных плоскостях, возможные только при их штамповке, позволяют получить так называемые *н и з к о р а м н ы е ш а с с и*, которые имеют широкое применение на легковых автомобилях и автобусах.

Для шасси автобусов применяются рамы, обеспечивающие максимально возможное снижение центра тяжести и пола кузова путём глубоких выгибов над осями; низкое расположение пола автобуса и подножек необходимо для удобства входа и выхода пассажиров. На фиг. 691 приведено низкорамное шасси автобуса Моррис.



Фиг. 691. Шасси автобуса Моррис.

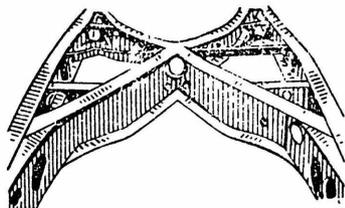
Для легковых автомобилей, развивающих большие скорости, требуется большая устойчивость на повороте, обеспечиваемая, в частности, снижением центра тяжести автомобиля, однако без ущерба для поворот-



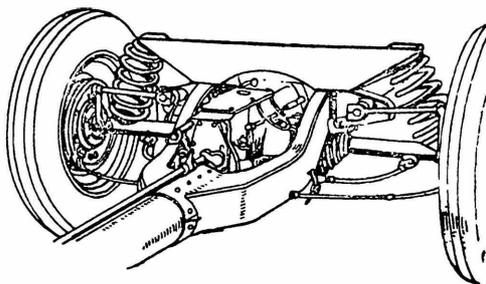
Фиг. 692. Шасси автомобиля Мерседес-Бенц.

ливости и хорошей подвески колёс. В этом случае используется переменный профиль лонжеронов, сужение передней части, выгибы над осями и т. п. Примером может служить рама легкового автомобиля Мерседес-Бенц, приведенная на фиг. 692.

На легковых автомобилях для придания раме повышенной жёсткости, что особо необходимо при независимой подвеске колёс, применяются усиленные Х-образные поперечины, а лонжероны и траверсы выполняют из усиленного профиля (фиг. 693).



Фиг. 693. Рама автомобиля Ла-Саль.



Фиг. 694. Рама автомобиля Мерседес-Бенц.

### Центральные рамы

Центральные или хребтообразные рамы применяются в некоторых конструкциях при независимой подвеске колёс. Такая рама даёт большую свободу для колёс и разгружает кузов от дополнительных напряжений при перекосах осей.

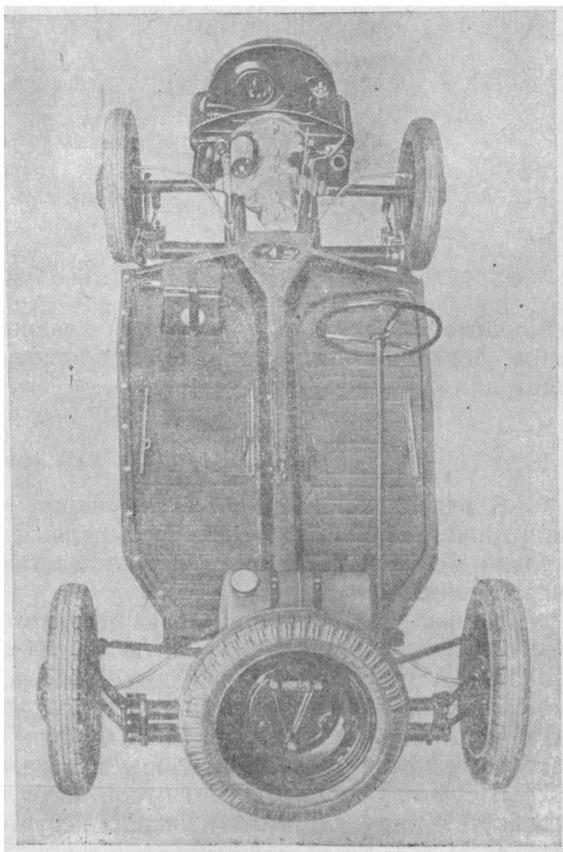
Балки выполняются путём штамповки и сварки трубчатого, швеллерного или коробчатого сечения.

В некоторых конструкциях вся рама выполняется отливкой.

Трубчатая центральная балка рамы автомобиля Мерседес-Бенц показана на фиг. 694. К ней прикреплены штампованные швеллерные наконечники вилкообразной формы для крепления агрегатов, подвески, кузова и оперения.

Повышение жёсткости центральной рамы может быть достигнуто объединением её в одно целое с металлической платформой — полом, как показано на фиг. 695, изображающей шасси автомобиля KdF.

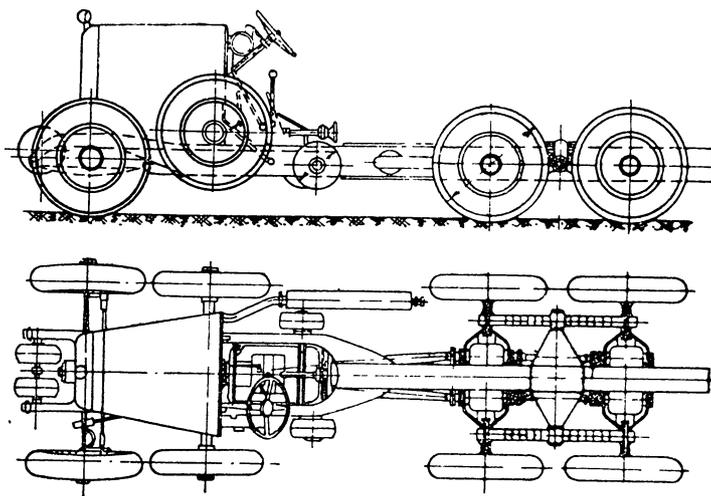
Штампованная центральная балка рамы трёхосного автомобиля Австро-Даймлер показана на фиг. 696. Центральная балка рамы выполнена двутаврового сечения. В передней части рама имеет



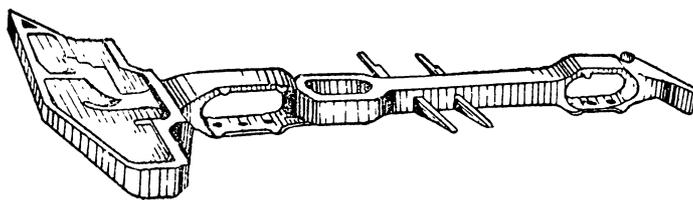
Фиг. 695. Шасси автомобиля KdF.

форму вилки, составленной из двух швеллерных наконечников, сидящих на центральной балке.

Литая центральная балка коробчатого сечения вездеходного автомобиля Заурер, модель 4-М показана на фиг. 697. В балке имеются эллип-



Фиг. 696. Шасси автомобиля Австро-Даймлер.



Фиг. 697. Рама автомобиля Заурер.

совидные выемки для размещения главных передач обоих ведущих мостов; передняя часть балки представляет массивный кронштейн, служащий для крепления двигателя.

### Особые типы рам (рама-кузов)

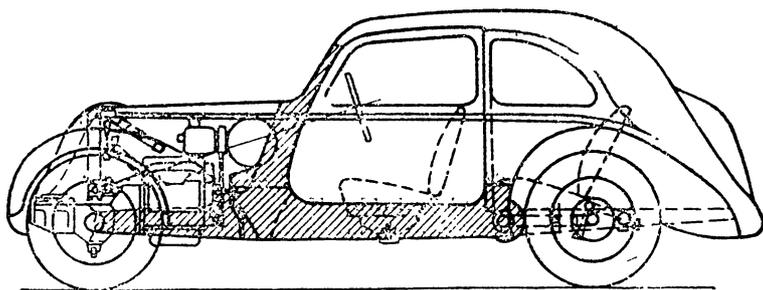
В некоторых автомобилях функции рамы берёт на себя частично или даже полностью кузов автомобиля. Такие конструкции, имея значительно меньший вес, обеспечивают достаточно жёсткое крепление всех агрегатов автомобиля.

На фиг. 698 приведён разрез легкового автомобиля Амилькар, имеющего неполную раму, состоящую из трёх деталей, отлитых из легкого сплава «Апрах» (на фигуре литые детали заштрихованы). Она состоит из двух укороченных лонжеронов и поперечной связи — передней стенки кузова. В задней части автомобиля функции рамы выполняет кузов, к которому крепятся задние концы рессор.

В том случае, когда сам кузов несёт на себе все агрегаты, заменяя полностью раму, он имеет название несущего или самонесущего<sup>1</sup>.

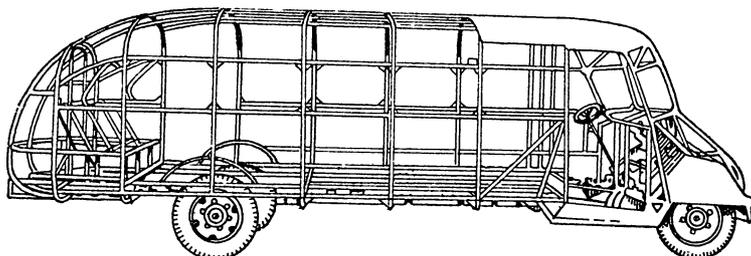
<sup>1</sup> Несущие кузова подробно рассмотрены в главах I и II раздела VIII.

Рама-кузов автобуса Гар-Вуд, показанная на фиг. 699, выполнена из прямоугольных и круглых цельнотянутых стальных труб, соединённых сваркой в каркас авиационного типа. Обшивка из алюминиевых листов крепится точечной сваркой к каркасу и вместе с ним несёт нагрузку.



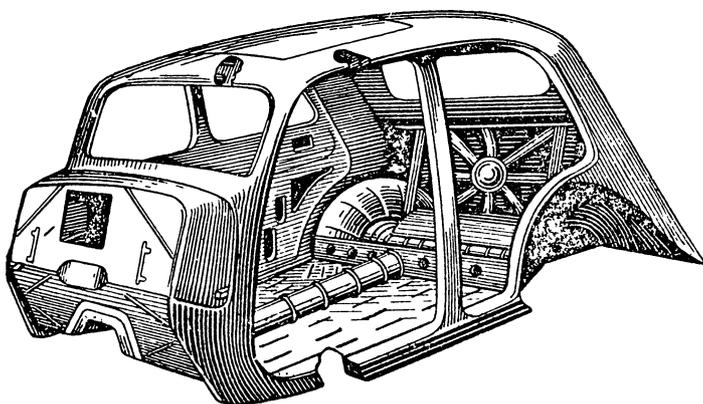
Фиг. 698. Кузов автомобиля Амилькар.

Безрамные конструкции автобусов дают экономию в весе по сравнению с обычными конструкциями от 0,5 до 1 т. Трубчатые каркасы просты в изготовлении, не требуют штампов и сложного оборудования.



Фиг. 699. Кузов автобуса Гар-Вуд.

Рама-кузов легкового автомобиля Воксхолл, показанная на фиг. 700, представляет собой коробчатую ферму. В передней части укрепляется небольшой подрамник для двигателя, состоящий из трубчатых элемен-



Фиг. 700. Кузов автомобиля Воксхолл.

тов. Нижняя и верхняя обвязки кузова и дверные стойки коробчатого сечения. Для усиления конструкции в полу, амбразурах колёс и центральном тоннеле для карданного вала выштампованы рёбра жёсткости.

## Глава III ПОДВЕСКА АВТОМОБИЛЯ

Подвеска в автомобиле осуществляет упругую связь рамы с мостами автомобиля (или непосредственно с колёсами) для смягчения и поглощения толчков, воспринимаемых колёсами при наездах на неровности дороги. Это достигается при помощи упругих элементов подвески — рессор, которые должны обеспечивать надёжность и мягкость подвески, т. е. возможность значительных упругих деформаций при заданной нагрузке. Однако при мягкой подвеске возникают длительные, медленно затухающие колебания рамы автомобиля; для более быстрого гашения колебаний в систему подвески вводятся специальные приборы — амортизаторы.

При неподвижном автомобиле подвеска испытывает вертикальную нагрузку веса автомобиля, а при движении к ней добавляются толчки от неровностей дороги и дополнительные нагрузки, возникающие при повороте. В некоторых случаях элементы подвески нагружаются толкающими и тормозными усилиями (см. главу I, «Ведущие мосты»).

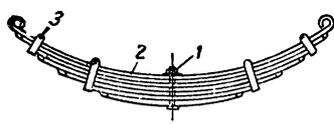
### § 1. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕССОР И ИХ ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Все применяющиеся в настоящее время рессоры могут быть разбиты на четыре группы: 1) листовые, 2) винтовые, 3) стержневые или торсионные, 4) резиновые.

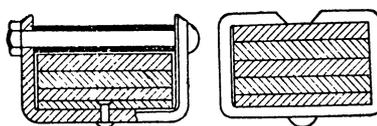
#### Листовые рессоры

Основными типами листовых рессор являются полуэллиптические и четвертные рессоры. Полуэллиптические применяются для подвески как задних, так и передних колёс; четвертные — главным образом для подвески передних колёс.

Полуэллиптическая листовая рессора, изображённая на фиг. 701, состоит из отдельных стальных листов, стянутых центральным болтом 1. Листы рессоры имеют различную длину, так что в собранном состоянии её форма приближается к балке равного сопротивления.



Фиг. 701. Полуэллиптическая листовая рессора.



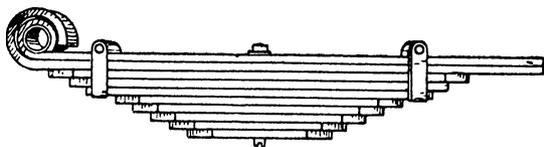
Фиг. 702. Крепление листов рессоры.

Концы верхнего коренного листа 2 имеют уши, в которые впрессовываются втулки для рессорных пальцев, шарнирно соединяющих рессору с рамой или мостом. Так как при больших колебаниях рессоры или при провисании её коренной лист, подвергаясь обратным изгибам, будет испытывать большие напряжения, то для разгрузки его скрепляют с несколькими верхними листами при помощи особых скоб или хомутов 3, приклепываемых к концам нижних листов. Такое скрепление, не препятствуя продольному относительному перемещению листов, предохраняет их от бокового сдвига (фиг. 702).

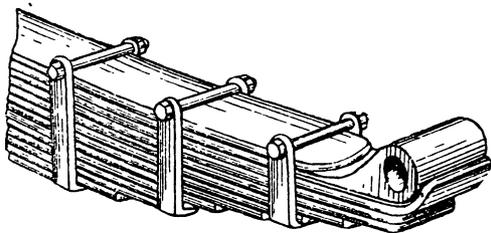
При сборке рессоры между её листами закладывается графитовая смазка, уменьшающая трение между ними и предохраняющая их от коррозии.

Иногда для удержания смазки рессора обматывается холстом и за-ключается в жестяной кожух, состоящий из отдельных секций, не мешающих её работе (фиг. 657).

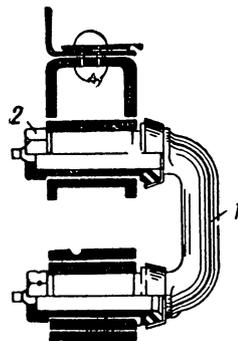
При работе рессоры наибольшим нагрузкам подвергается коренной лист, который в некоторых рессорах усиливается дополнительными листами, имеющими предварительный выгиб в сторону, обратную выгибу коренного листа. Усиление концов коренного листа часто выполняют путём загиба ушков из двух верхних листов, причём загиб второго листа на ушко коренного делают неплотным, чтобы обеспечить перемещение концов коренного листа при прогибах рессоры (фиг. 703). В рессорах тяжёлых грузовиков иногда ушко выполняется цельным (фиг. 704). В некоторых случаях рессору выполняют или с одним ушком на конце, а



Фиг. 703. Рессора с двойным ушком.



Фиг. 704. Рессора с цельным ушком.



Фиг. 705. Серёжка подвески автомобиля Виллис.

второй конец оставляют плоским (фиг. 703), или оба конца делают плоскими (фиг. 709), что облегчает её изготовление.

Крепление рессоры к раме и к мосту осуществляется различными способами в зависимости от типа подвески.

Неподвижное крепление показано на приведённой ранее фиг. 657. Средняя часть предварительно собранной рессоры ложится на специальную рессорную подушку 1 балки моста, затем на рессору ставится рессорная накладка 2, и обе части стягиваются болтами или П-образными стремлянками 3, зажимающими рессору неподвижно. Головка центрального болта 4, входя в отверстие, имеющееся в площадке, фиксирует положение рессоры. Соединение ушков рессоры с кронштейном 5 и серёжкой 6 производится при помощи рессорных пальцев 7, входящих во втулки ушков. Шарнирное соединение рессоры может быть выполнено гладким пальцем, резьбовым пальцем или пальцем с резиновой втулкой (сайлентблок).

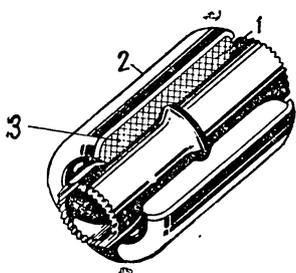
Гладкий цилиндрический палец выполняется или в форме болта с головкой и гайкой, или цилиндрического стержня, закрепляемого концами в серёжке. Просверлённый в нём осевой канал с радиальным сверлением служит для подачи смазки от маслénки к рабочей поверхности.

Резьбовой палец такой же формы, как и гладкий, имеет резьбу с крупным шагом и ввёртывается в нарезную стальную втулку ушка рессоры. Такое соединение даёт меньший износ, чем при гладком пальце,

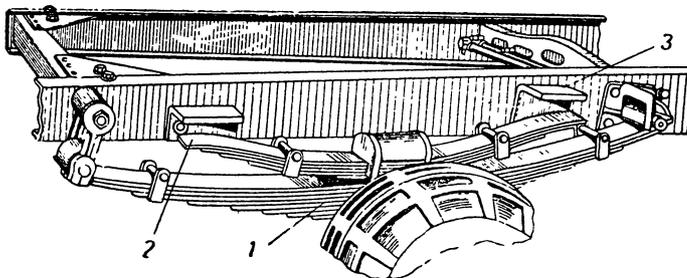
так как в резьбе лучше задерживается смазка, а опорная поверхность увеличивается.

Иногда резьбовой палец соединяется со втулкой ушка рессоры через промежуточную втулку плавающего типа, нарезанную внутри и снаружи (фиг. 705). Здесь скоба 1 заменяет серёжку и пальцы. Нарезная втулка 2, имеющая грани под ключ, навёртывается на палец, одновременно ввёртываясь во втулку ушка рессоры, и соединяет обе детали. Пальцы имеют на торцах маслёрки и резиновые сальники.

Сайлентблок (фиг. 706) состоит из двух стальных тонких втулок 1 и 2, между которыми впрессована и завулканизирована толстая резино-



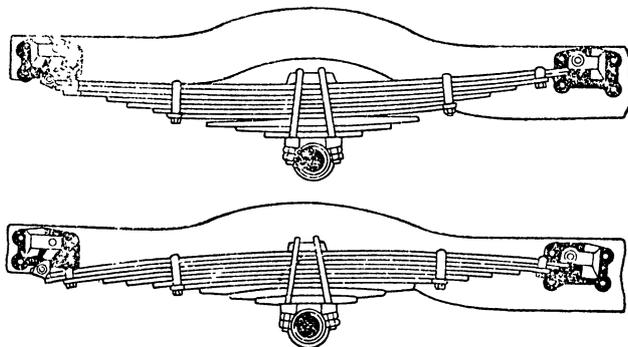
Фиг. 706. Сайлентблок подвески автомобиля ГАЗ-М-1.



Фиг. 707. Подвеска заднего моста автомобиля ЗИС-5.

вая втулка 3. Наружная короткая стальная втулка 2 запрессована в ушко рессоры. Внутренняя стальная втулка 1 имеет торцевую насечку, неподвижно закрепляющую втулку в щёках кронштейна рамы при затяжке соединительного болта. При прогибах рессоры поворачивание ушка происходит вместе со втулкой 2 за счёт деформации резиновой втулки 3. Такое соединение бесшумно, не требует смазки и не требует защиты от попадания влаги и пыли.

Нагрузка, приходящаяся на задние рессоры грузового автомобиля, зависит от веса перевозимого груза. Рессора, правильно подобранная для полной нагрузки автомобиля, будет слишком жёсткой при движении



Фиг. 708. Задняя рессора грузового автомобиля Бедфорд при различных нагрузках.

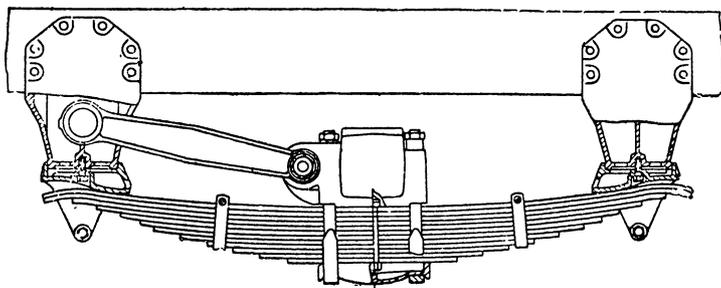
без груза. Для того чтобы обеспечить примерно одинаковую жёсткость подвески в обоих указанных случаях, иногда применяются дополнительные рессоры.

Основная рессора 1, показанная на фиг. 707, рассчитана на работу при ненагруженном автомобиле. При полностью нагруженном автомобиле и соответствующем прогибе рессоры 1 концы дополнительной рес-

соры 2 опираются на специальные кронштейны 3 рамы, и обе рессоры работают совместно.

Резкое увеличение жёсткости подвески при вступлении в работу дополнительной рессоры является недостатком такой подвески. Для плавного изменения жёсткости подвески в зависимости от величины нагрузки применяются рессоры прогрессивного действия.

На фиг. 708 показана рессора, нижние листы которой имеют меньшую кривизну, чем верхние, и поэтому при малых нагрузках в работе



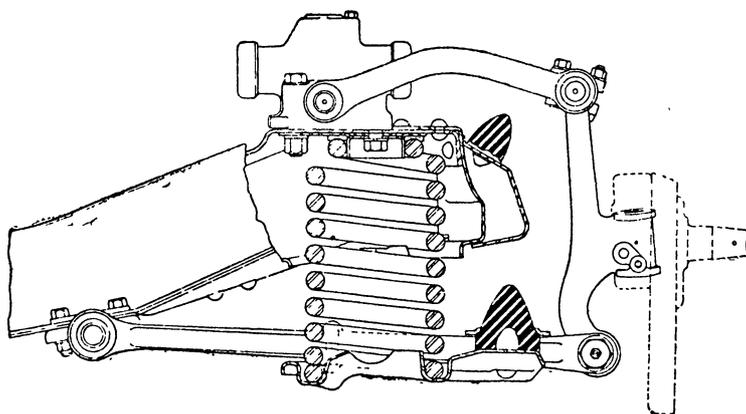
Фиг. 709. Задняя рессора грузового автомобиля GMC, модель. T-110.

не участвуют. При повышении нагрузки на рессору и выпрямлении её отдельные листы рессоры включаются в работу постепенно, обеспечивая плавное увеличение жёсткости.

На фиг. 709 приведена рессора, концы которой опираются на фасонные башмаки кронштейнов. При увеличении нагрузки на рессору и по мере её выпрямления опорные точки на фасонном башмаке меняют своё положение, в зависимости от чего рабочая длина рессоры постепенно уменьшается, в соответствии с чем жёсткость её увеличивается.

### Винтовые рессоры

Винтовые рессоры, иногда называемые пружинными или спиральными, имеют широкое применение при независимой подвеске колёс.



Фиг. 710. Винтовая рессора подвески автомобиля Бюик.

Листовая рессора для обеспечения мягкости подвески должна иметь значительную длину, что затрудняет её установку, особенно на короткобазных автомобилях. Для сохранения неизменной жёсткости листовая

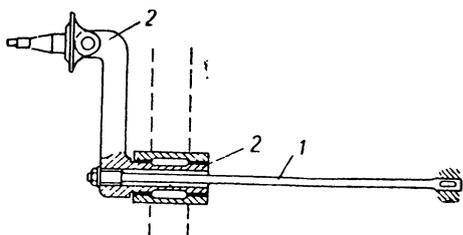
рессора должна тщательно смазываться и предохраняться от попадания между листами пыли и грязи. Винтовая рессора не требует смазки и предохранения от грязи; для её размещения требуется немного места и вес её значительно меньше листовой рессоры. Однако отсутствие трения между элементами винтовой рессоры вызывает необходимость применения более мощных и надёжных амортизаторов.

Винтовые рессоры воспринимают только вес автомобиля, поэтому при их применении обязательны другие устройства, передающие толкающие усилия и реактивные моменты от мостов на раму.

Винтовые рессоры выполняются из прутковой стали круглого, реже квадратного сечения и имеют цилиндрическую или коническую форму. Концы рессоры помещаются в специальные опоры (фиг. 710) и иногда закрепляются при помощи накладок на первый виток.

### Стержневые (торсионные) рессоры

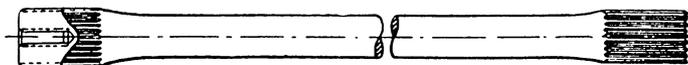
Упругим элементом торсионной подвески является стержень (торсион), работающий на скручивание. Один конец стержня 1 закреплён на раме (фиг. 711), второй — в рычаге 2 подвески, качающемся вокруг неподвижной оси, являющейся продолжением оси торсиона. Другой конец рычага 2 связан с колёсом (или мостом) автомобиля. При перемещении колеса торсион закручивается обеспечивая упругую связь колеса с рамой. Преимущества, относящиеся к винтовой рессоре, полностью распространяются и на стержневые рессоры. В нормальных подвесках стержневые рессоры имеют небольшое распространение; значительно чаще они применяются при независимой подвеске.



Фиг. 711. Схема торсионной подвески.

Выполняются торсионы в виде стержней различного, но чаще круглого сечения или в виде трубы. В некоторых случаях в целях уменьшения габаритов делают составные торсионы, состоящие из трубы и помещённого внутри её стержня.

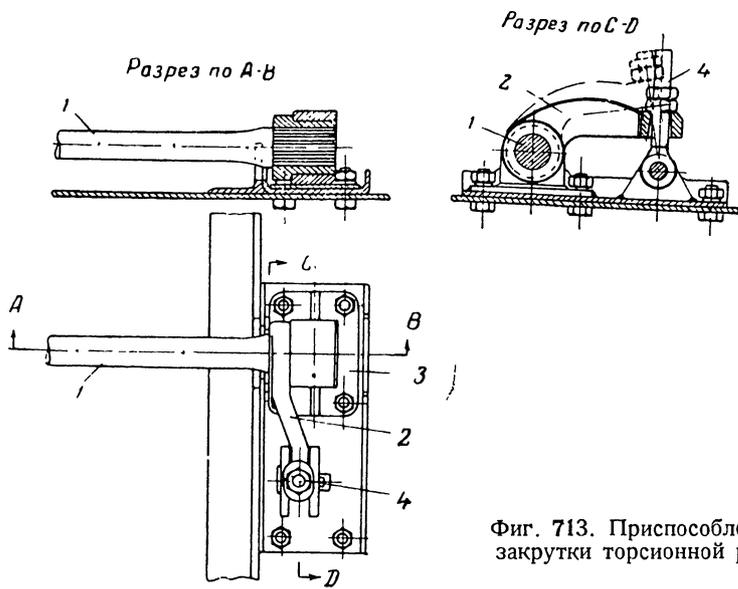
На фиг. 712 приведён чертёж торсионной рессоры, представляющей собой цилиндрический стержень, на утолщённых концах которого нарезаны мелкие треугольные шлицы. Для удобства демонтажа во внешнем торце торсиона высверлено и нарезано отверстие для съёмника; на этот



Фиг. 712. Стержень торсионной рессоры.

конец торсиона насаживается качающийся рычаг колеса. Второй шлицеванный конец соединяется с неподвижной опорой рамы. В некоторых легковых автомобилях устройство крепления внутреннего конца торсиона предусматривает возможность регулировки путём предварительной закрутки стержня в зависимости от нагрузки. Примерное устройство такого регулировочного приспособления приведено на фиг. 713. Здесь на шлицы стержня 1 надета рычажная втулка 2, сидящая в неподвижном кронштейне 3. Регулировочный болт 4, шарнирно связанный с кронштейном, про-

ходит через отверстие рычага втулки 2. Завёртыванием гайки болта 4 рычаг поворачивается и закручивает торсион.



Фиг. 713. Приспособление для закрутки торсионной рессоры.

### Резиновые рессоры

Резиновые рессоры обладают ценными качествами, к которым относится возможность получения прогрессивной характеристики и повышенная способность к гашению колебаний. Характеристика резиновой рессоры представляет параболическую кривую, т. е. при увеличении нагрузки возрастание деформации резины замедляется. Таким образом жёсткость рессоры тем больше, чем больше её деформация. Гашение колебаний обуславливается значительным внутренним трением в резине.

Все конструкции подвесок с резиновыми рессорами можно разбить на группы в зависимости от характера деформации резины: работающие на растяжение, сжатие, кручение. Практическое применение — пока весьма ограниченное — резиновые рессоры получили почти исключительно при независимой подвеске колёс.

### § 2. АМОРТИЗАТОРЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И УСТРОЙСТВО

Как указывалось выше, одним из основных требований к автомобильной подвеске является её мягкость; чем мягче рессоры, тем в меньшей степени будут передаваться на раму и кузов автомобиля толчки, воспринимаемые колёсами от неровностей дороги. Однако по мере увеличения мягкости рессор резко возрастают свободные колебания рамы и кузова, затухание которых под воздействием сопротивлений в рессорах (например трения между рессорными листами) происходит весьма медленно.

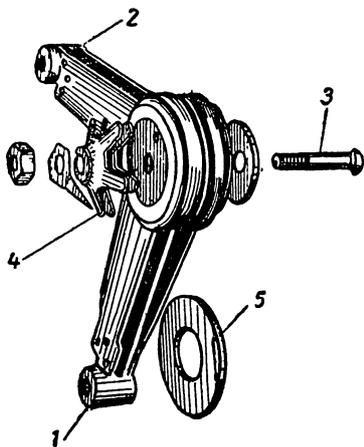
Для быстрого гашения колебаний рамы и кузова автомобиля система подвески, как правило, дополняется вспомогательным механизмом — амортизатором; причём на легковых автомобилях амортизаторы устанавливаются у всех колёс, а на грузовых обычно только у передних.

В прежнее время имели большое распространение механические амортизаторы. Механический амортизатор (фиг. 714) состоит из двух рычагов 1 и 2, один из которых шарнирно соединён с рамой автомобиля, а другой — с соответствующим мостом; между дисками ры-

чагов зажаты при помощи болта 3 и фасонной лапчатой пружины 4 фрикционные прокладки 5.

Трение, возникающее между дисками рычагов и прокладками, способствует гашению колебаний поддрессоренных масс автомобиля.

Механический амортизатор, не обеспечивая интенсивного гашения колебаний, увеличивает жёсткость подвески, кроме того, его рабочие поверхности быстро изнашиваются. По этим причинам механические амортизаторы вышли из употребления и в настоящее время в системах автомобильной подвески применяются исключительно гидравлические амортизаторы.



Фиг. 714. Механический амортизатор.

Принцип действия гидравлического амортизатора состоит в том, что при относительных перемещениях моста и рамы автомобиля жидкость, залитая в корпус амортизатора, перегоняется через узкие отверстия из одной полости в другую, что создаёт сопротивление колебательному движению рамы. Это сопротивление резко возрастает при увеличении скорости перетекания жидкости, а следовательно, и скорости относительного перемещения рамы и моста.

При движении по хорошей дороге, где амплитуды и частота колебаний автомобиля не велики, сопротивление гидравлического амортизатора тоже мало. При ухудшении дороги и увеличении амплитуд и частот сопротивление амортизатора резко возрастает, уменьшая раскачивание автомобиля.

Сопротивление гидравлического амортизатора зависит также от вязкости жидкости. Для обеспечения постоянства работы амортизатора применяемая жидкость должна иметь определённую вязкость, изменение которой в зависимости от температуры должно быть минимальным. Это обстоятельство требует применения в амортизаторах специальных жидкостей, указываемых заводскими инструкциями и наставлениями.

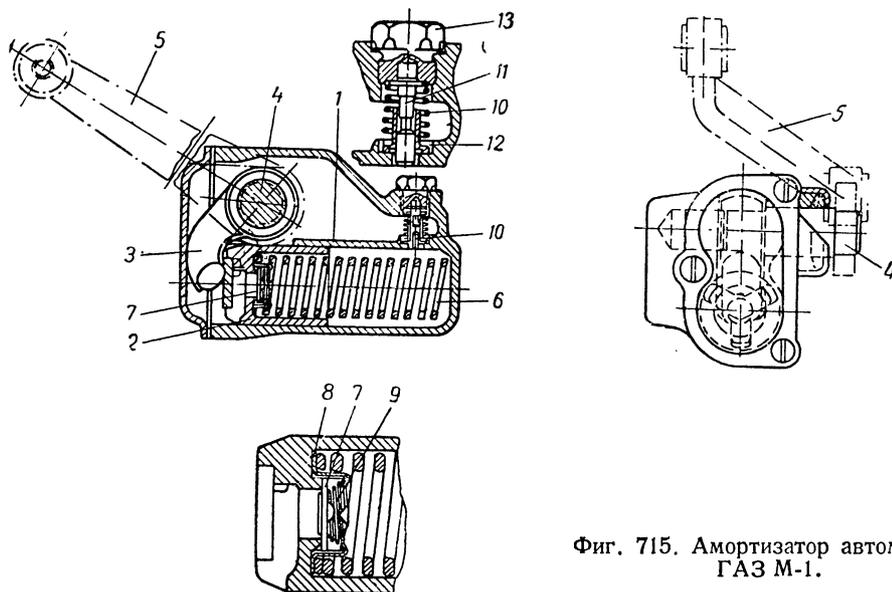
Полный цикл колебания рамы относительно моста может быть разбит на два периода: сближение рамы и моста и их расхождение. Несколько упрощая происходящие в действительности явления, можно сказать, что первый период соответствует подъёму моста при входе его колёс на неровность дороги и движению рамы вниз в процессе её последующих колебаний; второй период соответствует опусканию моста при сходе его колёс с неровности дороги и движению рамы вверх в процессе её последующих колебаний.

В зависимости от конструкции амортизаторы могут обеспечивать гашение колебаний или в течение обоих указанных периодов, или только одного из них.

В соответствии с этим все гидравлические амортизаторы можно разбить на две группы: амортизаторы одностороннего действия и амортизаторы двухстороннего действия. При этом амортизаторы одностороннего действия обычно гасят колебания при расхождении моста и рамы; благодаря этому жёсткость подвески при передаче толчков от колёс к раме не увеличивается.

Примером амортизатора одностороннего действия может служить амортизатор автомобиля ГАЗ-М-1, показанный на фиг. 715. Литой чугунный корпус, установленный на раме, имеет внутри цилиндр 1, в котором

движется поршень 2. Сухарь, запрессованный в днище поршня, упирается в кулачок 3, насаженный на мелкие шлицы валика 4. На наружном конце валика, выходящем из корпуса, закреплён рычаг 5, шарнирно связанный при помощи специальной стойки с мостом автомобиля. Пружина 6 отжимает поршень к кулачку и одновременно удерживает корпус 8 обратного клапана 7, состоящего из тарели, прижимаемой лёгкой конической пружиной 9 к седлу поршня. В стенке цилиндра помещён рабочий клапан, перекрывающий отверстие из цилиндра во внутреннюю полость корпуса. Рабочий клапан состоит из стержня 11, на который с зазором надета втулка с тарелью клапана 10 и пружина 12. Собранный на стержне клапан с пружиной центруется и прижимается к седлу пробкой 13. На нижней головке стержня 11 имеются две продольные



Фиг. 715. Амортизатор автомобиля ГАЗ М-1.

лыски для прохода жидкости при закрытом клапане. Амортизаторная жидкость, заливаемая через отверстие, закрываемое пробкой 13, заполняет внутреннюю полость корпуса и рабочий цилиндр.

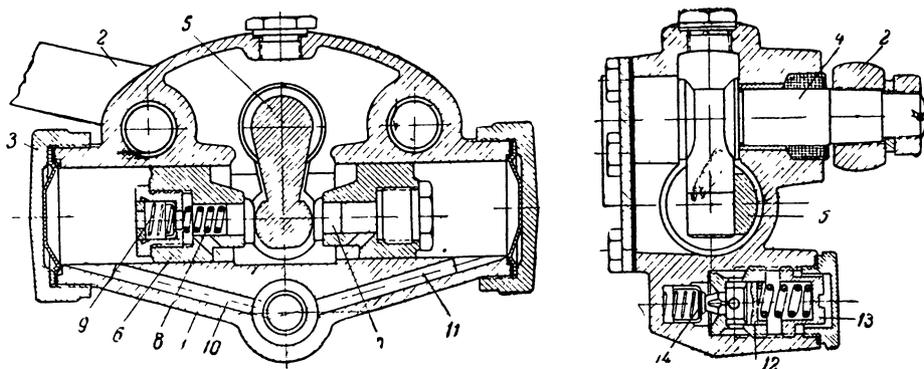
При сжатии рессоры рычаг 5 перемещается вверх свободно и кулачок 3 отходит влево от поршня, а поршень следует за ним под воздействием пружины. Создающееся в цилиндре разрежение открывает слабый обратный клапан 7, и цилиндр заполняется жидкостью из внутренней полости амортизатора. Никакого сопротивления сжатию рессоры амортизатор не создаёт.

Положение поршня на фиг. 715 соответствует сжатой рессоре.

При обратном отходе моста от рамы рычаг 5 поворачивается вниз и кулачок 3 перемещает поршень внутрь цилиндра, создавая давление на жидкость; при этом обратный клапан 7 закрыт, а проход жидкости возможен только через рабочий клапан 10. Если перемещение вверх моста с рессорой под воздействием удара о неровность дороги было невелико, то давление, создаваемое поршнем, тоже невелико и жидкость медленно перетекает из цилиндра в полость корпуса через сечения лысок на стержне 11. Рессора медленно отходит от рамы, а сопротивление амортизатора зависит от проходного сечения лысок. При резком ударе и большом сжатии рессоры в цилиндре создаётся сильное давление жидкости, которым тарель клапана 10 приподнимается, сжимая пружину 12, увеличивает проходное сечение для жидкости и последняя с большей

скоростью перетекает из цилиндра. Сопротивление амортизатора, гасящее колебания рессоры, зависит в этом случае от жёсткости пружины 12 клапана.

Амортизатор фирмы Боге, устанавливаемый на малолитражных автомобилях Форд-Эйфель, Штейер и др., изображён на фиг. 716. Корпус 1 амортизатора крепится к раме, рычаг 2 — к мосту автомобиля. Рычаг 2 закреплён на валике 4, проходящем через корпус амортизатора. Внутри корпуса на шлицах валика сидит рычаг 5, к шаровой головке которого прижаты сухари 7 двойного поршня 6. Пружина 8 под левым, скользящим сухарём обеспечивает постоянный контакт поршня с головкой рычага 5. В торцах поршня установлены обратные клапаны 9 со слабыми пружинами. Полости цилиндра сообщаются каналами 10 и 11 с гнездом клапанного устройства, состоящего из рабочего клапана 12 с сильной пружиной, к которому подходит канал 11, и перепускного кла-



Фиг. 716. Амортизатор Боге.

пана 14 со слабой пружиной, к которому подходит канал 10. На конической поверхности клапана 12 имеются две лыски, пропускающие жидкость при закрытом рабочем клапане.

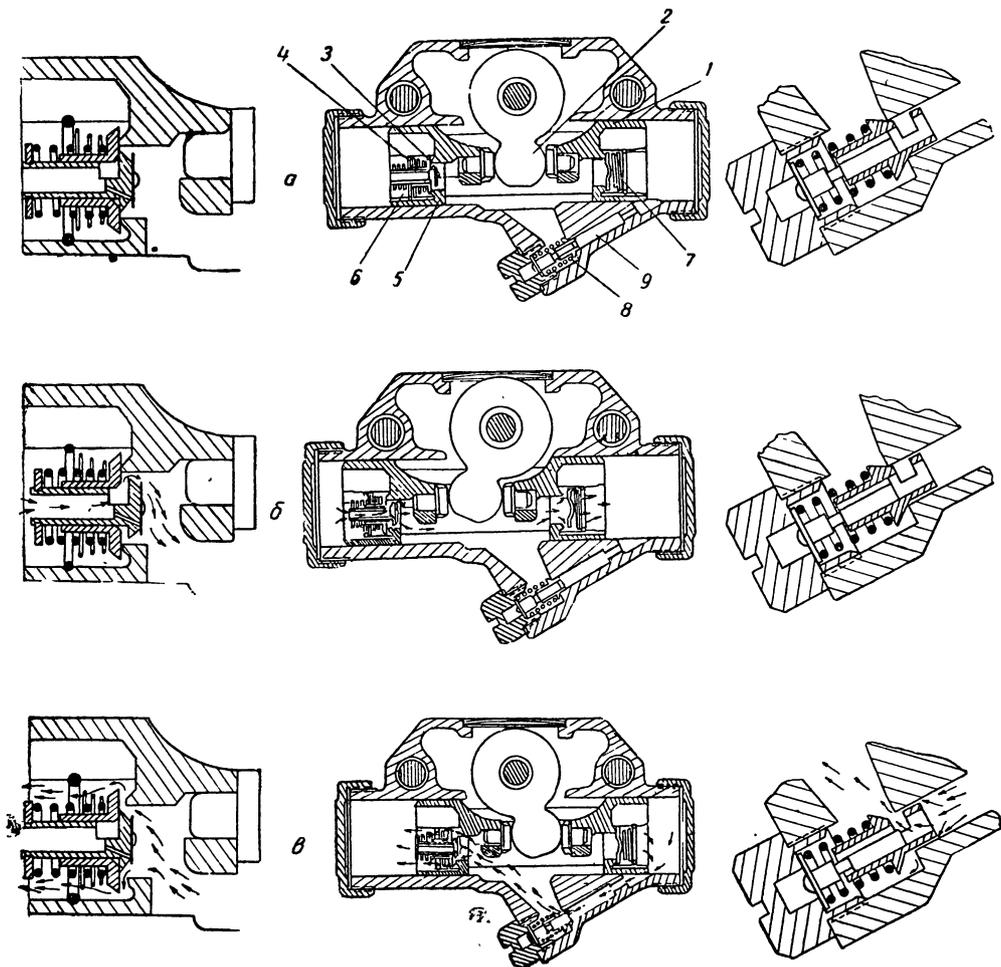
Работа амортизатора происходит следующим образом. При сжатии рессоры рычаг 2 пойдёт вверх, перемещая поршень влево. Вытесняемая из левой полости цилиндра жидкость по каналу 10 попадает в среднюю часть гнезда и, открывая слабый перепускной клапан 14, перетекает по каналу 11 в правую полость цилиндра. Сопротивление амортизатора при этом практически не учитывается.

При обратном ходе рессоры поршень, перемещаясь вправо, гонит жидкость по каналу 11 в гнездо клапана 12, откуда через лыски в рабочем клапане жидкость перетекает в левую полость цилиндра, а если давление велико, то открывается и клапан 12. Сопротивление амортизатора, гасящее колебания автомобиля, определяется проходным сечением рабочего клапана 12 и жёсткостью его пружины, регулируемой пробкой 13. Пополнение жидкости в полостях цилиндра происходит через обратные клапаны 9 из полости корпуса амортизатора.

Амортизатор двухстороннего действия поглощает энергию колебаний в продолжение всего цикла и, следовательно, может иметь меньшие сопротивления, благодаря чему обеспечивает более плавную работу системы подвески автомобиля в целом. Этим объясняется значительно большее распространение амортизаторов данного типа. Одновременно амортизатор двойного действия несколько увеличивает жёсткость подвески, так как оказывает сопротивление деформации рессоры при передаче толчков от колёс к раме. В силу этого двухсторонний амортизатор, как правило,

выполняется с неодинаковым сопротивлением в обе стороны. При сжатии рессоры сопротивление амортизатора обычно бывает слабее и составляет 20—50% от сопротивления амортизатора при обратном ходе рессоры.

Устройство амортизатора двухстороннего действия показано на фиг. 717, а. Двойной поршень 1 перемещается в цилиндре корпуса шаровым рычагом 2 в зависимости от качания наружного рычага, связанного с мостом. В левой части поршня установлен двойной клапан, состоящий из обратного клапана 3 с конической слабой пружинкой 4 и рабочего клапана 5 с пружиной 6. Тарель рабочего клапана имеет калиброванное отверстие, пропускающее часть жидкости при закрытом клапане. В правой части поршня установлен только обратный клапан 7, а рабочий клапан 8 установлен в корпусе амортизатора, куда из полости цилиндра идёт канал 9.



Фиг. 717. Схема работы амортизатора грузового автомобиля GMC.

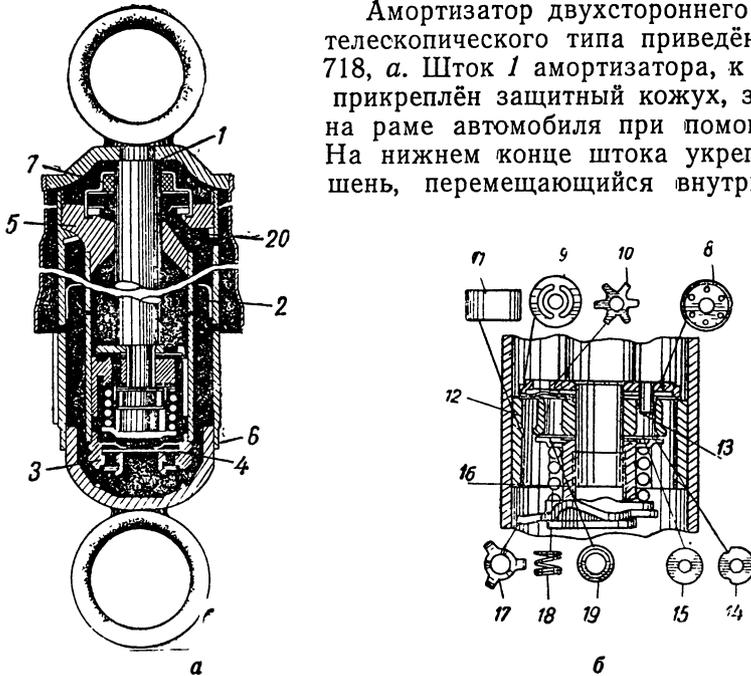
При сжатии рессоры (фиг. 717, б) поршень, двигаясь влево, вытесняет жидкость из цилиндра через калиброванное отверстие клапана 5, а в случае резкого сжатия открывается и сам клапан, увеличивая жёсткость рессоры на величину своего сопротивления. Разрежение в правой полости цилиндра открывает обратный клапан 7, перегоняя жидкость из корпуса амортизатора в цилиндр.

При сжатии рессоры (фиг. 717, б) поршень, двигаясь влево, вытесняет жидкость из цилиндра через калиброванное отверстие клапана 5, а в случае резкого сжатия открывается и сам клапан, увеличивая жёсткость рессоры на величину своего сопротивления. Разрежение в правой полости цилиндра открывает обратный клапан 7, перегоняя жидкость из корпуса амортизатора в цилиндр.

При обратном ходе рессоры (фиг. 717, в) жидкость, сжимаемая в правой полости цилиндра, проходит только через канал 9 и рабочий клапан 8, снабжённый жёсткой пружиной, что увеличивает сопротивление амортизатора и обеспечивает медленный отход рамы от моста, уменьшая колебания кузова. Левая полость цилиндра при этом заполняется через обратный клапан 3.

В амортизаторах двухстороннего действия при сжатии рессоры поршень сжимает жидкость в одной полости цилиндра, а при обратном отходе рессоры от рамы (отбое) — в другой полости; поэтому в дальнейшем будем эти полости и их рабочие клапаны называть соответственно полостью и клапаном сжатия или отбоя.

Амортизатор двухстороннего действия телескопического типа приведён на фиг. 718, а. Шток 1 амортизатора, к которому прикреплен защитный кожух, закреплён на раме автомобиля при помощи ушка. На нижнем конце штока укреплен поршень, перемещающийся внутри цилиндра.



Фиг. 718. Амортизатор грузового автомобиля Додж.

дра 2. Цилиндр закрыт снизу пробкой 3 с пластинчатым обратным клапаном 4, а сверху — крышкой 5, с кожухом 6 цилиндра, наконечник которого при помощи ушка связан с мостом автомобиля. Крышка 5 служит направляющей для штока и имеет сальник 7.

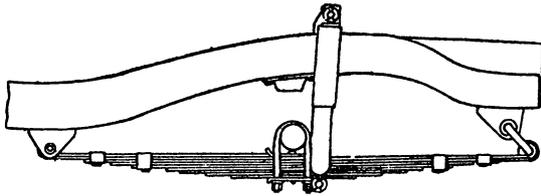
Поршень с клапаным устройством показан на фиг. 718, б. На шток установлена фасонная шайба 8, имеющая несколько сквозных отверстий. Под этой шайбой помещён слабый рабочий клапан сжатия, состоящий из тонкой стальной прорезной шайбы 9, отжимаемой лапками пружинной шайбы 10 вниз к торцу поршня 11, одетого свободно на шток, при этом наружный канал 12 в поршне перекрывается. Внутренний канал 13 поршня снизу закрыт сильным рабочим клапаном отбоя, состоящим из тонких стальных шайб 14 и 15. Все перечисленные детали зажаты неподвижно на конце штока гайкой 16 с замковой фасонной шайбой 17.

Под замковой шайбой установлена с предварительным поджатием пружина 18 рабочего клапана отбоя, упирающаяся в скользящую по гайке нажимную шайбу 19, чем обеспечивается плотное закрытие сильного рабочего клапана.

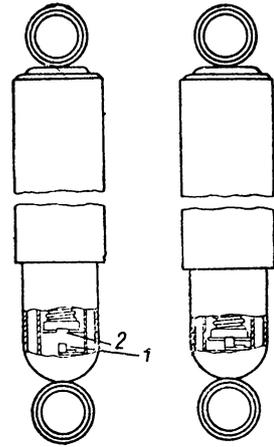
При плавном сжатии рессоры входящий в цилиндр поршень создаёт давление на жидкость, которое отжимает шайбу 9 от седла поршня; при

этом образуется кольцевая щель для перетекания жидкости в верхнюю часть цилиндра. При более резком сжатии давление жидкости больше отгибает лапки пружиной шайбы 10, увеличивая проход.

При отходе рамы и движении поршня вверх сжимаемая в цилиндре жидкость прижимает слабый клапан к седлу поршня, и проход жидкости через наружный канал поршня закрывается. Жидкость устремляется во внутренний канал поршня и открывает сильный рабочий клапан, создающий сопротивление жёсткостью стальных шайб 14 и 15, увеличенное сопротивлением спиральной пружины 18. Жидкость перетекает медленно, благодаря чему происходит гашение колебаний рамы автомобиля.



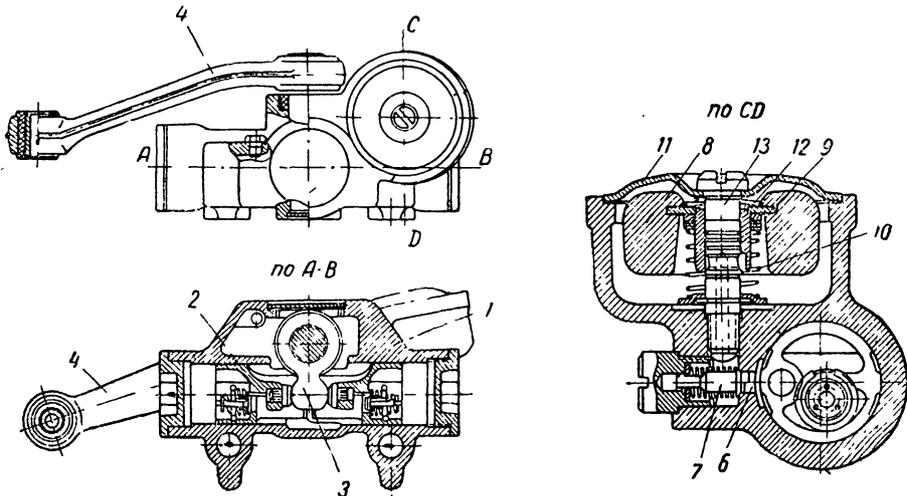
Фиг. 719. Подвеска переднего моста автомобиля Виллис.



Фиг. 720. Амортизатор автомобиля Виллис с приспособлением для регулировки.

Жидкость, просочившаяся при большом давлении через сальник, стекает через отверстие 20 верхней крышки цилиндра в кожух, являющийся запасным резервуаром, откуда через обратный клапан 4 снова попадает в цилиндр.

Амортизатор автомобиля Виллис, способ установки которого показан на фиг. 719, имеет аналогичное устройство с дополнением для

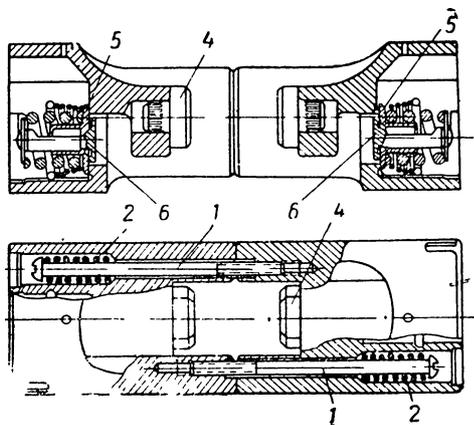


Фиг. 721. Амортизатор автомобиля ЗИС-101.

регулировки, показанным на фиг. 720. В дне цилиндра имеется шпоночный выступ 1, соответствующий прорези в гайке 2, поджимающей пружину сильного рабочего клапана. Отсоединив нижнее ушко цилиндра амортизатора от моста и отжимая цилиндр вверх, можно ввести шпоночный выступ в прорезь гайки и вращением цилиндра завернуть

или отвернуть гайку, чем будет создано различное натяжение спиральной пружины, т. е. будет изменена сила сопротивления рабочего клапана.

Амортизатор автомобиля ЗИС-101 с автоматической инерционной регулировкой показан на фиг. 721. В цилиндрической части корпуса 1, закрытой с торцов пробками, помещается двойной поршень 2, приводимый в движение рычагом 3, сидящим на одной оси с рычагом 4, который тягой связан с автомобильным мостом. Устройство поршня показано на фиг. 722. Он состоит из двух одинаковых частей, связанных винтами 1 и пружинами 2, обеспечивающими постоянный контакт шарового рычага с сухарями 4. В левой и правой половинах поршня установлены двойные клапаны: обратный клапан 5 со слабой пружиной и рабочий 6 с сильной пружиной. Левый рабочий клапан в отличие от правого имеет на своей тарели три выштампованных канала, препятствующих герметичному закрытию клапана.



Фиг. 722. Поршень амортизатора автомобиля ЗИС-101.

Полость отбоя соединена каналом 6 (фиг. 721) в корпусе амортизатора с камерой инерционного регулятора, которая сообщается с внутренней полостью амортизатора, являющейся запасным резервуаром. Канал 6 перекрыт перепускным клапаном 7 со слабой пружиной.

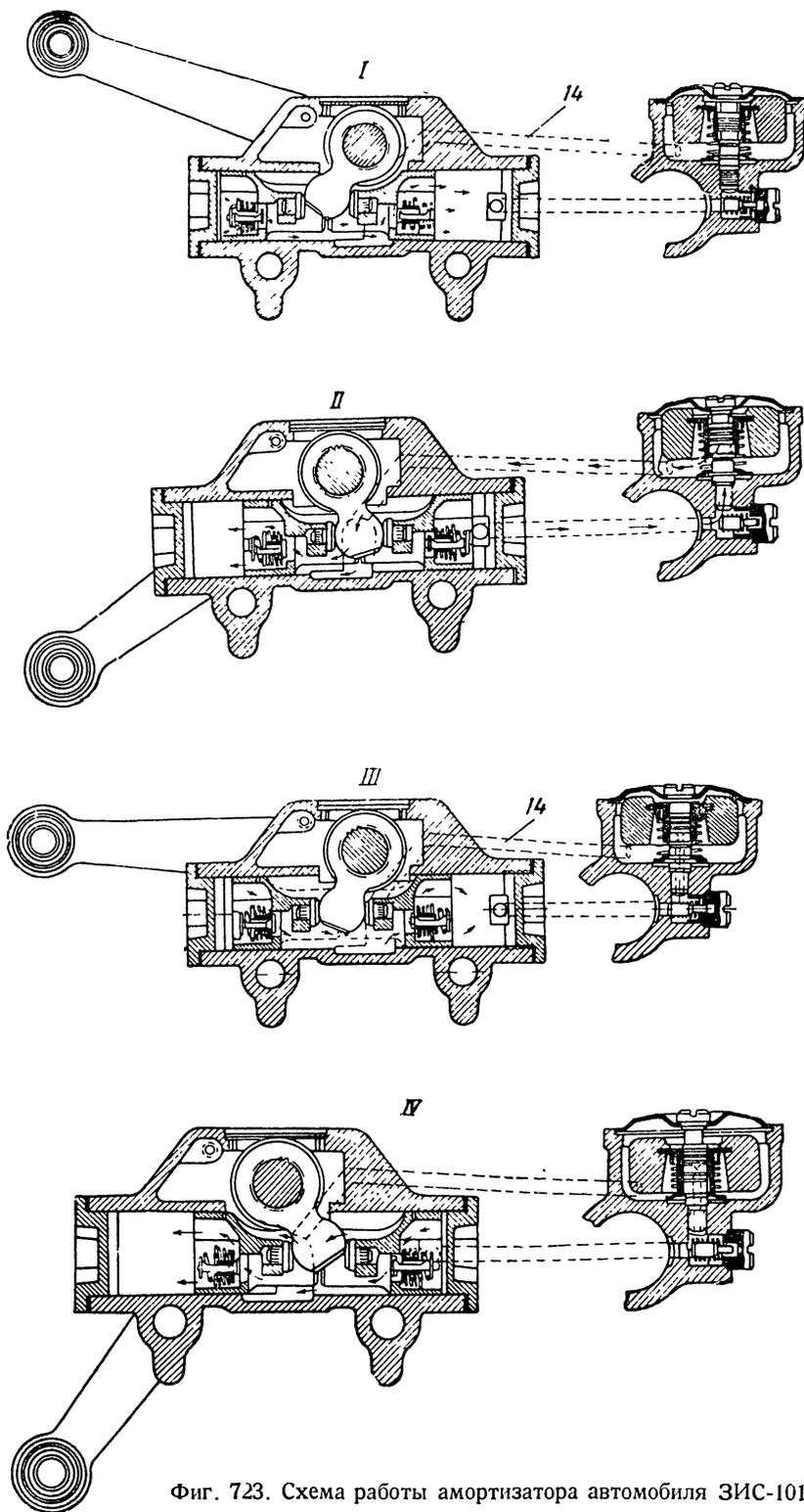
Автоматический инерционный регулятор имеет свинцовый груз 8, опирающийся через шайбу 9 на пружину 10. Между шайбой 9 и крышкой 11 камеры установлена буферная пружина 12. Направляющая втулка, закреплённая при помощи развальцовки в шайбе 9, может перемещаться вместе с грузом по болту 13, имеющему осевое сверление, выходящее с торца в канал 6, а через боковые отверстия в камеру регулятора.

Амортизатор работает следующим образом (фиг. 723). При движении по хорошей дороге и наезде на незначительные препятствия мосты автомобиля плавно перемещаются вверх. При этом жидкость из левой полости сжатия перегоняется через каналы тарели рабочего клапана сжатия в центральную полость, откуда засасывается через правый обратный клапан в полость отбоя (положение I на фиг. 723).

При отбое рессоры детали амортизатора движутся в обратном направлении и сжимаемая в полости отбоя жидкость потечёт по каналу 6 через клапан 7, сверление болта 13 инерционного регулятора и канал 14 в центральную полость, откуда засосётся через обратный клапан в полость сжатия (положение II).

Так как рама автомобиля в это время не имела значительных перемещений, то груз инерционного регулятора оставался в начальном положении и работа амортизатора в одном направлении определялась давлением в полости сжатия, создаваемым сопротивлением каналов на тарели рабочего клапана, а в другом направлении — давлением в полости отбоя, создаваемым клапаном, при этом сопротивление амортизатора в обоих направлениях невелико.

При большой скорости движения и наезде на значительные препятствия рессора сжимается резко, сообщая рычагам и поршню быстрое



Фиг. 723. Схема работы амортизатора автомобиля ЗИС-101.

перемещение. В камере сжатия при этом создаётся большое давление, открывающее клапан сжатия, так как его каналы не успевают пропустить жидкость (положение III).

Под влиянием отдачи сильно сжатой рессоры в первый момент рама автомобиля пойдёт вверх с большим ускорением, но груз инерционного регулятора в силу инерции опустится вниз, сжав свою пружину, и перекроет втулкой радиальные отверстия болта, препятствуя жидкости проходить через клапан 7. Сильно сжатая в полости отбоя жидкость откроет клапан отбоя 6, создающий большое сопротивление, и потечёт в центральную полость амортизатора (положение IV).

В дальнейшем, по мере движения груза вверх, под действием своей пружины втулка груза будет постепенно открывать сверления в болте, увеличивая проход жидкости через клапан 7 и ослабляя давление в полости отбоя, но движение груза будет отставать от движения рамы. В этом случае работа амортизатора определяется давлением в полости сжатия, зависящим от упругости пружины клапана сжатия, и давлением в полости отбоя, зависящим не только от упругости пружины клапана отбоя, но также от положения груза инерционного регулятора.

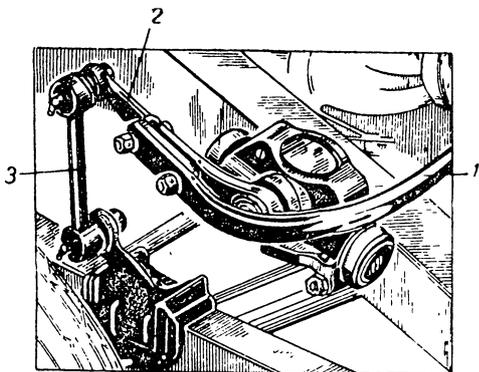
Таким образом амортизатор способен по-разному реагировать на движение подрессоренных и непрессоренных масс, оказывая большее сопротивление движению первых.

Инерционный регулятор в некоторой степени является одновременно и температурным регулятором, так как в холодной, более вязкой жидкости груз медленнее перекрывает отверстия болта, чем в нагретой, создавая некоторое постоянство работы амортизатора независимо от температуры.

### § 3. СТАБИЛИЗАТОРЫ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Иногда в систему подвески, кроме рессор и амортизаторов, вводят ещё дополнительный механизм — стабилизатор поперечной устойчивости кузова.

Стабилизатор представляет собой особое устройство, сопротивляющееся только угловому отклонению рамы по отношению к мосту, препятствуя этим возникновению боковых колебаний кузова и уменьшая боковой крен на повороте, снижающий поперечную устойчивость автомобиля. Применение стабилизаторов имеет особенное значение при мягкой подвеске.

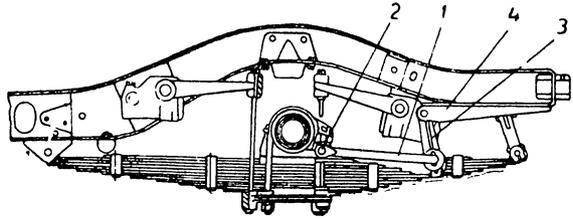


Фиг. 724. Стабилизатор легкового автомобиля Додж.

Приведённый на фиг. 724 стабилизатор представляет собой стальной стержень 1, имеющий П-образную форму. Он помещён поперёк рамы автомобиля и оба конца его жёстко скреплены с рычагами 2 амортизаторов. В случае поперечного наклона рамы относительно моста опирающаяся на него тяга 3 повернёт вверх рычаг 2 амортизатора, так как последний опустится вместе с наклонившейся рамой. Противоположная сторона рамы поднимется вверх относительно моста и аналогичная тяга 3, связанная с ним, повернёт вниз свой рычаг 2. Таким образом концы стержня стабилизатора будут вместе с рычагами поворачиваться в разных направлениях, скручивая

его среднюю часть. Это вызовет сопротивление стабилизатора, гасящее боковые колебания рамы с кузовом. При вертикальных перемещениях рамы параллельно мосту стабилизатор не работает, так как оба конца стержня перемещаются тоже параллельно друг другу.

Устройство и крепление стабилизатора автомобиля ГАЗ-64 показано на фиг. 725. Он состоит из стержня-торсиона 1, изогнутого в виде П-образной скобы, концы которого соединяются болтами 2 через резиновые втулки с кронштейнами на чулках заднего моста вблизи от рессор. Средняя часть стержня пропущена через резиновые втулки двух качающихся сержёк 3, подвешенных к кронштейнам 4, укрепленным на обоих лонжеронах рамы. Работа амортизатора протекает, как описано выше.



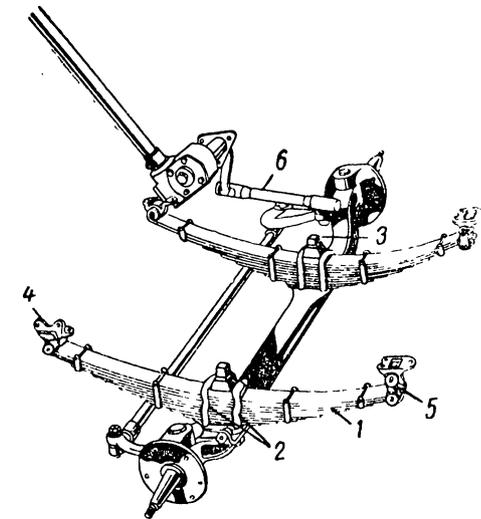
Фиг. 725. Стабилизатор автомобиля ГАЗ-64.

#### § 4. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

Подвеска на листовых рессорах, получившая наибольшее распространение, чаще всего выполняется с расположением рессор вдоль рамы автомобиля, при этом крепление рессор выполняется различно и зависит от характера нагрузки на рессоры, что подробно было рассмотрено выше, в главе I «Автомобильные мосты».

Продольные полуэллиптические рессоры в случае подвески ведущих мостов крепятся шарнирно к неподвижному кронштейну рамы тем концом, который передаёт толкающие усилия; другой конец рессоры крепится подвижно на сержёжке.

При подвеске на этих рессорах передних управляемых мостов крепление может быть выполнено на неподвижных кронштейнах передними концами. При этом мост, качающийся вокруг центра неподвижной опоры, меняет своё положение по отношению к центру качания продольной рулевой тяги, что вызывает поворот управляемых колёс и явление шимми. Для устранения этого недостатка подвески на некоторых автомобилях применяются специальные устройства — антишимми.

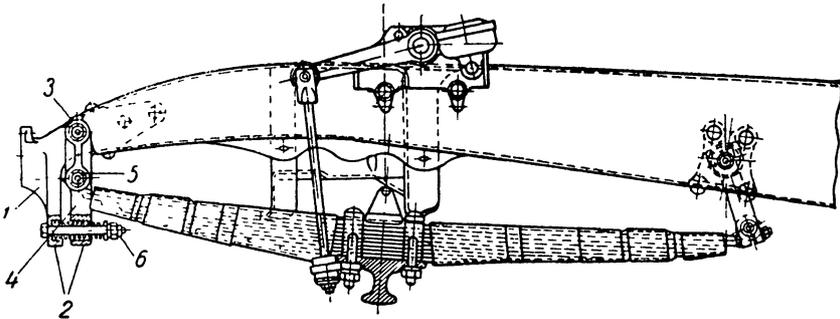


Фиг. 726. Подвеска переднего моста грузового автомобиля Форд-6.

В случае крепления рессор передними концами на сержёжках, а задними — на кронштейнах рамы центр качания продольной рулевой тяги располагают вблизи центра качания моста и указанный выше недостаток подвески устраняется.

Крепление продольной полуэллиптической рессоры при подвеске ведущего моста было приведено выше, на фиг. 707.

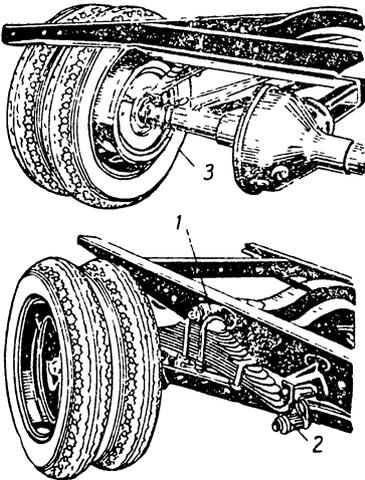
На фиг. 726 показана подвеска переднего моста на двух продольных полуэллиптических рессорах. Обе рессоры 1 жёстко закреплены в средней части на площадках моста при помощи стремянок 2. Сверху рессор укреплены резиновые буферы 3, ограничивающие прогиб рессор при сильных толчках. Задние концы рессор сидят на пальцах неподвижных кронштейнов 4, укреплённых на раме, а передние соединены с рамой через серёжки 5. Такой способ крепления концов рессор обеспечивает



Фиг. 727. Передняя левая рессора автомобиля ЗИС-101.

качание моста относительно задних опор рессор, вблизи оси которых располагается центр качания продольной рулевой тяги 6, создавая этим уменьшение произвольного бокового качания управляемых колёс при прогибах рессор (шимми). Все усилия, возникающие между мостом и рамой, передаются только рессорам.

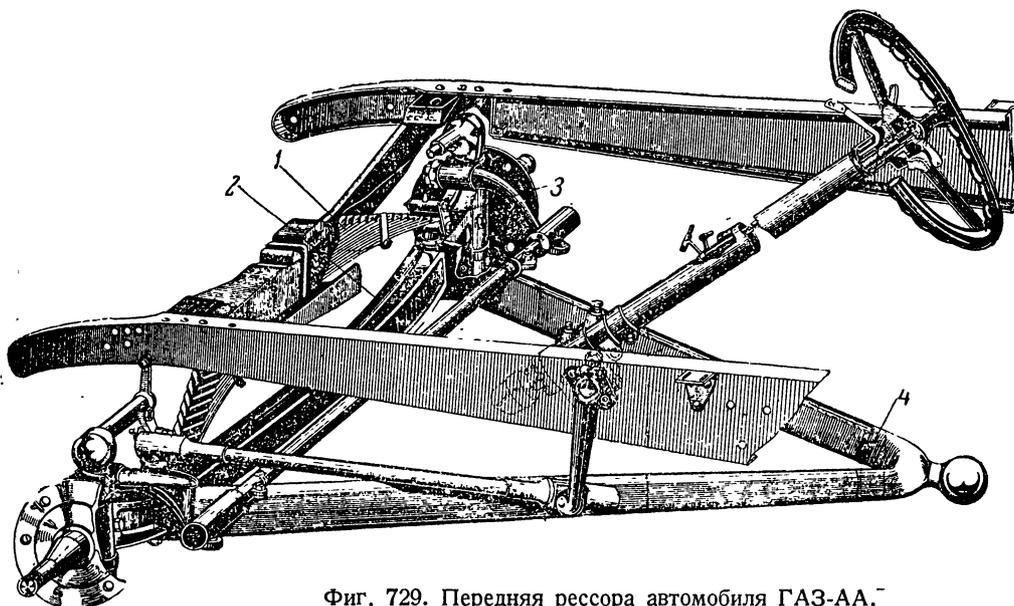
На фиг. 727 показано устройство «антишимми» на левой передней рессоре автомобиля ЗИС-101; правая рессора крепится передним концом, как обычно, на неподвижном кронштейне. На переднем конце левого лонжерона рамы укреплен кронштейн 1 с гнездами для пружин 2 и отверстием для верхнего пальца серьги 3. Серьга 4 с двумя пальцами 3 и 5 имеет удлинённый конец с гнездами с обеих сторон для четырёх пружин 2. Две пружины устанавливаются враспор между серьгой 4 и кронштейном 1, а две — с наружной стороны серьги; все пружины предварительно затягиваются болтами 6. При вертикальных перемещениях моста его левый конец несколько перемещается также и в горизонтальном направлении за счёт сжатия пружин 2, что расстраивает стремящиеся возникнуть колебания моста, устраняя явления шимми на рабочих скоростях автомобиля.



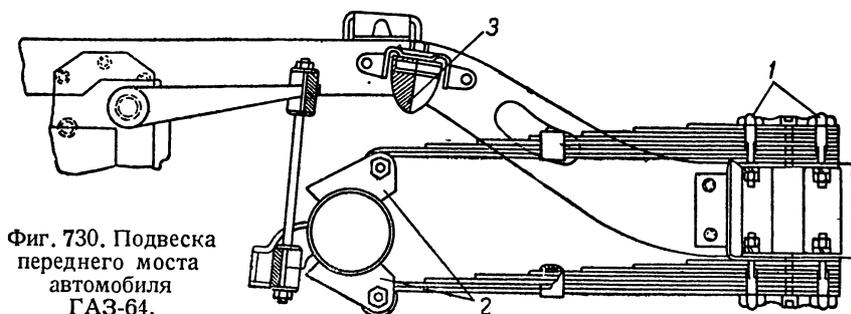
Фиг. 728. Подвеска на кантилеверной рессоре автомобиля ГАЗ-АА.

Консольное крепление продольных полуэллиптических рессор (кантилеверная рессора) для подвески ведущих мостов показано на фиг. 728. Рессора укреплена на раме в двух точках: средней частью шарнирно на неподвижном кронштейне 1, а передним концом — на серёжке неподвижного кронштейна 2. Второй конец рессоры — консольный — соединён с обоймой 3, качающейся на чукле моста. Кантилеверная рессора обеспечивает мягкость подвески и позволяет иметь более короткую раму при относительно большой базе автомобиля.

Поперечное расположение полуэллиптической рессоры применяется сравнительно редко. Фиг. 729 показывает подвеску управляемого моста автомобиля ГАЗ-АА. Рессора 1 в средней части укреплена стремлянками



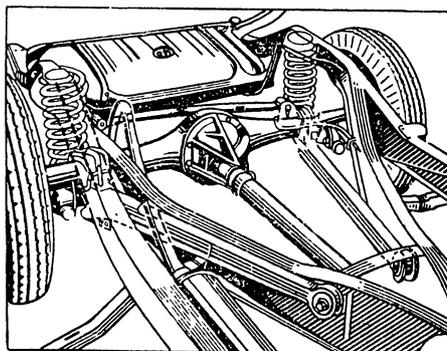
Фиг. 729. Передняя рессора автомобиля ГАЗ-АА.



Фиг. 730. Подвеска переднего моста автомобиля ГАЗ-64.

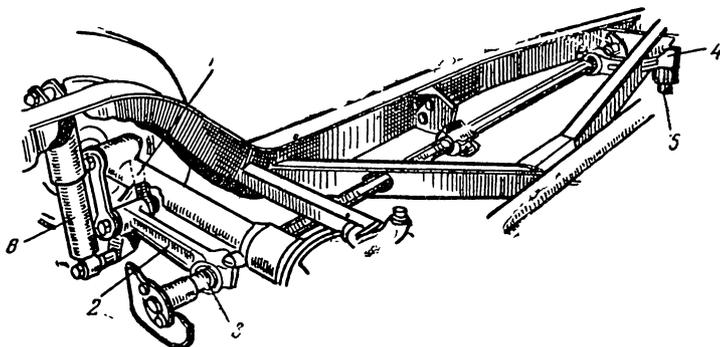
на поперечине рамы автомобиля, а концы её связаны с мостом 2 через сержки 3 при помощи специальных кронштейнов, одновременно крепящих упорную штангу 4. Рессора нагружена только силами веса.

Подвески на четвертьэллиптических (четвертных) рессорах применяются, главным образом, на лёгких автомобилях с короткой базой, где размещение полуэллиптических рессор затруднительно. На фиг. 730 приведена подвеска переднего комбинированного моста, выполненная на двух четвертных рессорах с каждой стороны рамы. Задние концы рессор крепятся жёстко стремлянками 1 к коробчатым кронштейнам рамы, а передние — шарнирно соеди-



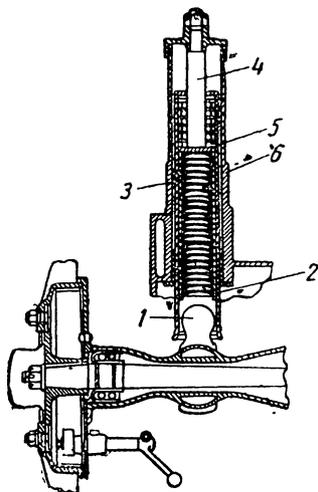
Фиг. 731. Подвеска автомобиля Олдсмобил.

нены с кронштейнами 2 чулков моста. Резиновый буфер 3 установлен на раме таким образом, что предотвращает удары моста о раму при сильных толчках.



Фиг. 732. Подвеска автомобиля Делоне-Бельвиль.

Пример подвески ведущего моста на винтовых рессорах приведён на фиг. 731. Рессоры укреплены верхними концами на специальных опорах рамы, а нижними — в обоймах, укреплённых на чулках моста. Мост связан с толкающими штангами, передающими толкающие и тормозные усилия, а также реактивные моменты на раму.



Фиг. 733. Подвеска автомобиля Де Лаван.

Пример подвески ведущего моста на торсионных рессорах приведён на фиг. 732. Здесь чулки моста при помощи серёжек 1 соединены с качающимися рычагами 2 торсионов 3; при помощи рычага 4 и болта 5 производится регулировка угла предварительного закручивания торсиона. В системе подвески установлены амортизаторы 6.

Подвеска на резиновой рессоре приведена на фиг. 733. Закреплённые на чулках опорные шаровые пальцы 1 шарнирно связывают ведущий мост с цилиндрами 2, внутри которых собраны резиновые кольца 3 с металлическими прокладками. Сквозь колонку колец проходит шток 4 с опорной шайбой 5. Закреплённый на раме кожух 6 передаёт вес рамы на шток, сжимая резиновые кольца между опорной шайбой 5 и буртиком цилиндра 2.

даёт вес рамы на шток, сжимая резиновые кольца между опорной шайбой 5 и буртиком цилиндра 2.

### Независимая подвеска

Независимая подвеска колёс в отличие от вышеописанной обычной схемы подвески исключает жёсткую связь между колёсами. В этом случае, как показано на фиг. 734, представляющей схему одного из распространённых типов независимой подвески, каждое колесо в отдельности связано шарнирным рычагом 1 с рамой 2 и может перемещаться независимо от другого. Упругая связь между колесом и рамой достигается применением рессор 3 того или другого типа, размещённых между рычагом подвески и кронштейном, связанным с рамой.

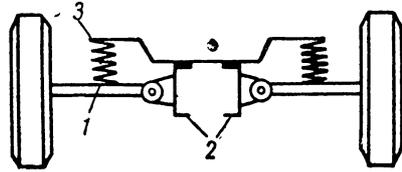
Независимая подвеска имеет следующие основные преимущества перед обычной:

а) при независимой подвеске ведущих колёс автомобиля уменьшается масса неподрессоренных частей потому, что картер главной передачи и дифференциала в этом случае закрепляется на раме;

б) обеспечивается плавность движения автомобиля; снижаются напряжения в колёсах, мостах и рессорах (благодаря меньшему весу неподрессоренных масс сила удара колёс о дорогу уменьшается);

в) независимость перемещения каждого из колёс уменьшает колебания рамы при езде по неровной дороге, а в управляемом мосту является эффективным мероприятием, устраняющим явление шимми;

г) допускаемые конструкцией подвески большие колебания колёс позволяют применять весьма мягкие рессоры (в нормальной схеме подвески величина колебания колёс ограничивается расстоянием между мостом и рамой или размещёнными на ней агрегатами, которые из условия устойчивости автомобиля располагаются возможно ниже).

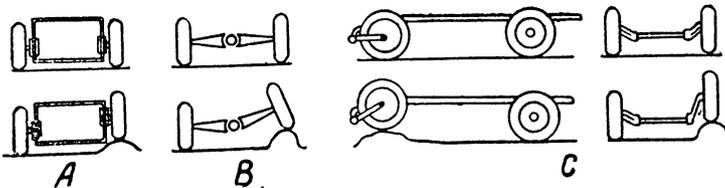


Фиг. 734. Схема независимой подвески колёс.

Эти преимущества объясняют исключительно быстрое распространение независимой подвески, подтверждаемое следующими цифрами.

Количество моделей легковых автомобилей, на которых применена независимая подвеска, поднялось за пять лет (с 1932 до 1937 г.) в Германии от 0 до 83%, в Америке от 0 до 55%, увеличившись в Америке за следующие пять лет (с 1937 до 1942 г.) до 85%.

Наибольшее применение получила независимая подвеска передних (неведущих) колёс, так как привод к ведущим колёсам при независимой подвеске значительно усложняется.



Фиг. 735. Схемы основных типов независимой подвески.

В качестве упругого элемента при независимой подвеске могут применяться все типы рессор, описанных выше. Наибольшее распространение в независимых подвесках имеют винтовые и стержневые рессоры.

В зависимости от характера перемещения колёс существующие типы независимых подвесок можно разбить на три группы, схемы которых приведены на фиг. 735:

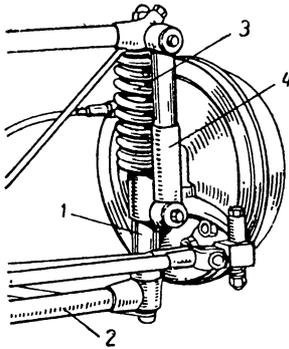
- 1) подвеска с вертикальным перемещением колеса (А);
- 2) подвеска с качанием рычага колеса в поперечной плоскости автомобиля (В);
- 3) подвеска с качанием рычага колеса в продольной плоскости автомобиля (С).

Подвеска с вертикальным перемещением колеса даёт возможность цапфе каждого колеса перемещаться вертикально по направляющей, жёстко укрепленной на раме. Такое устройство подвески при применении её к передним колёсам позволяет сохранить постоянным угол наклона оси шкворня поворотной цапфы и ширину колеи, что благоприятно сказывается на управляемости и устойчивости автомобиля.

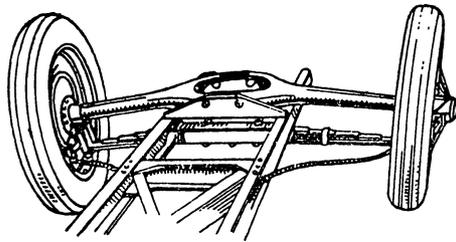
В качестве примера такой подвески может служить подвеска англий-

ского малолитражного автомобиля Морган, показанная на фиг. 736. Здесь поворотная цапфа своей втулкой скользит по направляющей трубе 1, укрепленной в поперечинах рамы 2, опираясь на винтовую рессору 3. Колебания рессоры гасятся амортизатором 4 телескопического типа, связанным с рамой и втулкой цапфы.

Такого же типа подвеска приведена в дальнейшем на фиг. 771, где применена винтовая рессора квадратного сечения, закрытая кожухом.



Фиг. 736. Подвеска управляемых колёс автомобиля Морган.



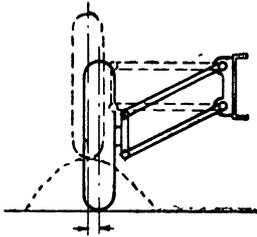
Фиг. 737. Подвеска задних неведущих колёс автомобиля Дерби.

Внутри пружины установлен гидравлический амортизатор телескопического типа.

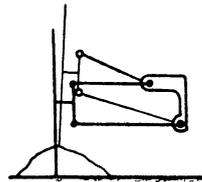
Подвеска с качанием рычага колеса в поперечной плоскости автомобиля. По характеру связи колеса и рамы данные подвески можно разбить на две подгруппы:

- а) подвески на одинарном рычаге;
- б) подвески на двойном рычаге.

Подвеска на одинарном рычаге (фиг. 735, В) имеет существенный недостаток, состоящий в том, что при наезде на препятствие колесо на-



Фиг. 738. Схема параллелограмной подвески.

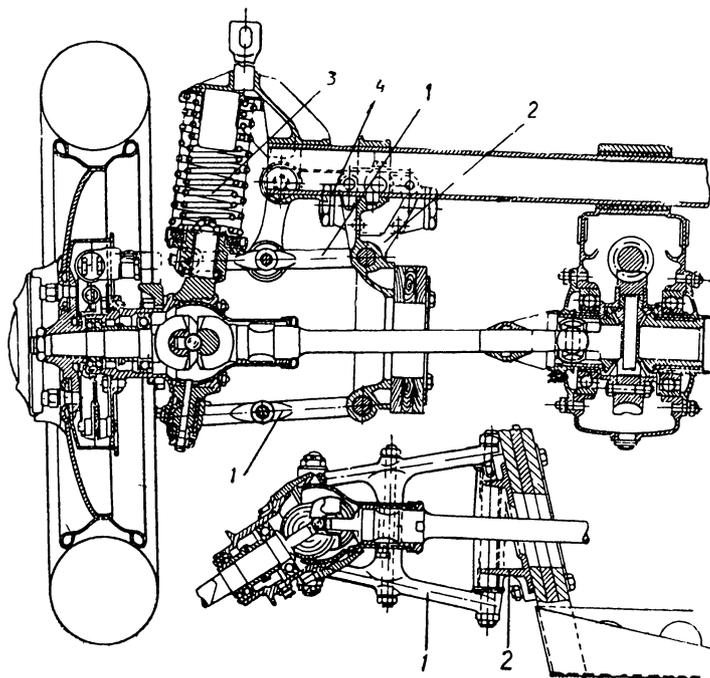


Фиг. 739. Схема подвески на неравноплечих рычагах.

клоняется на значительный угол, в связи с чем изменяется ширина колеи, что вызывает боковое скольжение, ухудшающее сцепление с грунтом и облегчающее занос автомобиля. Боковое скольжение увеличивает также износ резины, однако при достаточно мягкой шине и незначительной величине изменения колеи последнее может быть поглощено боковой деформацией шины. В применении к управляемым колёсам данная подвеска имеет еще один недостаток: при значительном наклоне колеса происходит соответствующее изменение угла развала колёс и угла наклона вбок шкворня поворотной цапфы, что ухудшает стабилизацию управляемых колёс.

В связи с этим независимая подвеска на одинарном рычаге применяется, главным образом, для неуправляемых колёс.

Подвеска задних поддерживающих колёс автомобиля Дерби с передними ведущими колёсами показана на фиг. 737. Колесо монтируется на конце трубчатого рычага, заканчивающегося вилкой, шарнирно соединённой с рамой. Вильчатое крепление позволяет передавать раме реактивный момент при торможении. Поперечная листовая рессора, жёстко укреплённая средней частью на раме, соединена ушком с серёжкой, качающейся на конце рычага.



Фиг. 740. Подвеска автомобиля НАГ-Форан.

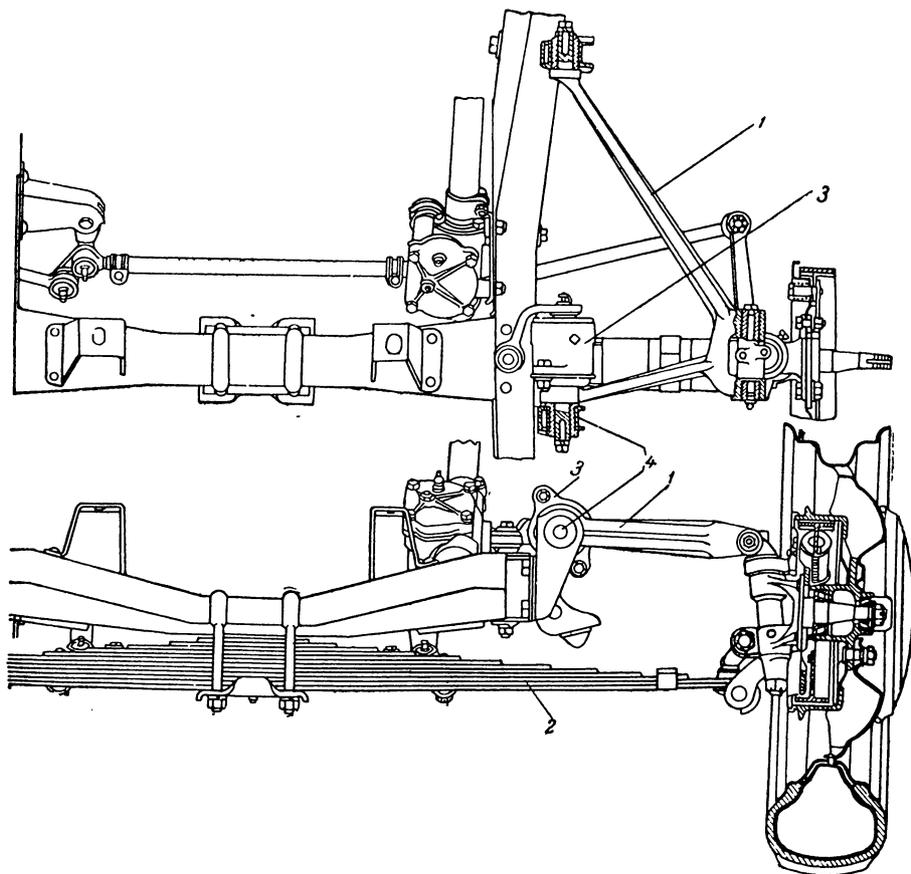
Подвеска на двойном рычаге применяется и для передних колёс и может быть двух типов: с равноплечими рычагами (параллелограмная) и с неравноплечими рычагами.

Схема параллелограмной подвески, приведённая на фиг. 738, показывает, что при подъёме и опускании колеса наклон плоскости колеса, а следовательно, и оси шкворня поворотной цапфы остаётся постоянным, сохраняя стабилизацию управляемых колёс. Изменение ширины колеи при этой конструкции не устраняется. При подвеске с неравноплечими рычагами (фиг. 739) благодаря подбору длины плеч рычагов добиваются незначительного изменения наклона оси шкворня, мало отражающегося на управляемости автомобиля, при одновременном незначительном изменении ширины колеи, которое может поглощаться деформацией шины, не вызывая её скольжения и тем самым сохраняя устойчивость автомобиля.

Подвеска первого типа ведущих и управляемых колёс автомобиля НАГ-Форан приведена на фиг. 740. Здесь цапфа колеса шарнирно связана с двумя вильчатыми рычагами 1, подвешенными на специальном кронштейне 2 рамы. Винтовая рессора 3 состоит из двух пружин с различным направлением навивки. Верхний качающийся рычаг цапфы связан с расположенным на раме амортизатором 4, гасящим колебания рессор.

Пример подвески второго типа был приведён ранее на фиг. 710, где показана подвеска поворотной цапфы переднего моста легкового автомобиля Бюик. Она выполнена двумя вильчатыми неравноплечими рычагами и винтовой рессорой. Резиновые буферы предохраняют рычаги от резких ударов при больших прогибах рессоры.

Иногда применяется замена одного из рычагов листовой рессорой, как показано на фиг. 741. Поворотная цапфа колеса своим шкворнем



Фиг. 741. Подвеска легкового автомобиля Студебеккер-Чемпион.

соединена в верхней части с вильчатым качающимся рычагом 1, а в нижней части с поперечной листовой рессорой 2, одновременно являющейся нижним рычагом подвески.

Подвеска с качанием рычага колеса в продольной плоскости автомобиля. Подвески этой группы имеют также достаточно широкое распространение и по сравнению с описанными дают некоторое преимущество, состоящее в том, что колея автомобиля при колебании колёс остаётся всегда постоянной. Подвески эти также представлены двумя типами:

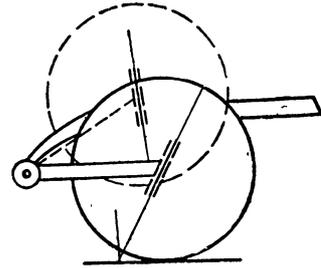
- а) подвески на одинарном рычаге,
- б) подвески на двойном рычаге.

При рассмотрении схемы работы подвески на одинарном рычаге, приведённой на фиг. 742, видно, что в этом случае при сохранении угла развала колёс изменяется угол наклона шкворня назад в зависимости от прогиба рессоры. Выше было рассмотрено влияние этого угла на устой-

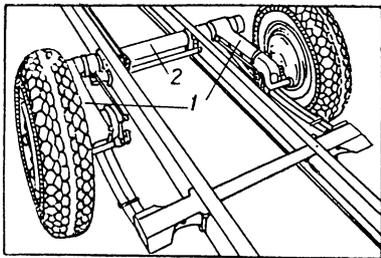
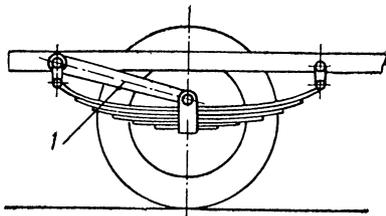
чивость и лёгкость управления автомобиля, поэтому обычно этот тип подвески применяют только для поддерживающей оси.

Подвеска на листовых рессорах, поддерживающая задние колёса автобуса Хеншель с передними ведущими колёсами, показана на фиг. 743. Здесь каждое колесо монтируется на рычаге *1*, свободно качающемся на концах поперечной трубчатой траверсы *2* рамы. Конец рычага шарнирно связан с хомутом, сидящим жёстко на средней части полуэллиптической рессоры, концы которой подвешены к раме на серёжках.

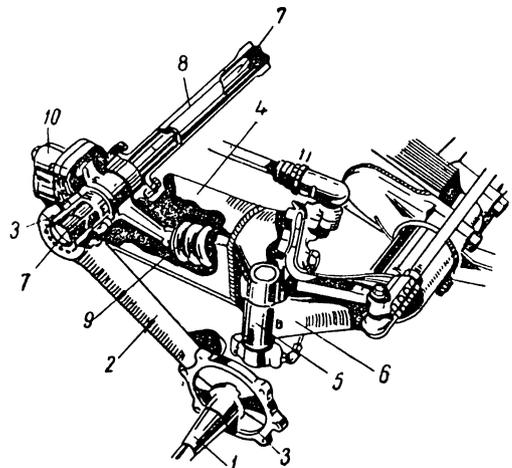
Оригинальное решение задачи по устранению недостатка однорычажной подвески осуществлено в подвеске системы Дюбонэ. Она обеспечивает постоянство обоих углов наклона шкворня при неизменной ширине колеи, что позволяет применять её для управляемых колёс. Общий вид подвески этого типа на автомобиле Воксхолл показан на фиг. 744. Здесь ступица колеса посажена на шпиль *1*, качающемся вместе с рычагом *2*, помещённым в подшипнике *3* поворотной цапфы *4*, имеющей коробчатую форму. Шкворень *5* поворотной цапфы укреплен неподвижно в кулак *6* трубчатой поперечины рамы, его положение неизменно и не зависит от положения колеса. В цапфе *4* помещены элементы подвески, состоящей из комбинированной торсионной рессоры, винтовой рессоры и гидравлического амортизатора. Торсион-



Фиг. 742. Схема однорычажной подвески.



Фиг. 743. Подвеска автомобиля Хеншель.

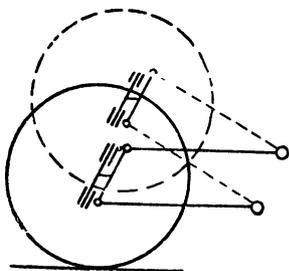


Фиг. 744. Подвеска автомобиля Воксхолл.

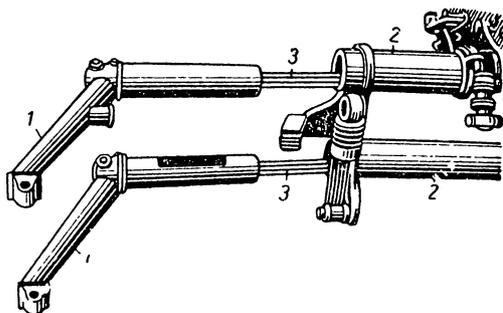
онная рессора состоит из стержня *7*, посаженного шлицевым концом в качающемся рычаге *2*. Второй шлицеванный конец стержня *7* соединён с торсионной трубой *8*. Внутренний конец трубы имеет короткий рычаг, опирающийся на винтовую рессору *2*, помещённую внутри цапфы *4*. Одновременно рычаг трубы *8* соединяется со штоком гидравлического амортизатора *10*. Применение винтовой рессоры в дополнение к торсионной вызвано стремлением получить рациональную характеристику подвески, обеспечивающую большую плавность и устойчивость автомобиля

при движении по неровностям пути. При повороте цапфы рулевой тягой 11 рычаг 2 и цапфа 4 с заключённой в ней подвеской поворачиваются как одно целое вокруг неподвижного шкворня 5.

Подвески на двойном рычаге образуют шарнирный параллелограм, при котором угол наклона шкворня назад остаётся неизменным, как это видно из схемы, приведённой на фиг. 745. Это позволяет применять подвеску для управляемых колёс.



Фиг. 745. Схема двухрычажной подвески.

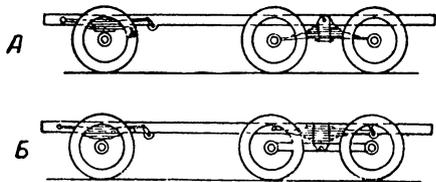


Фиг. 746. Подвеска автомобиля KdF.

Пример этого типа подвески приведён на фиг. 746. Поворотная цапфа шарнирно связана с двумя одинаковыми качающимися рычагами 1, образующими параллелограм. Рычаги своими осями вставлены во втулки трубчатых траверс 2 рамы. Внутри траверс размещены торсионные рессоры 3, составленные каждая из трёх стальных полос прямоугольного сечения. Концы торсионов связаны с рычагами 1 и траверсами 2. При скручивании составных торсионов в них возникает трение, способствующее гашению колебаний.

### Подвеска трёхосных автомобилей

В трёхосных автомобилях подвеска задних мостов должна допускать свободу их перемещения в вертикальной плоскости и одновременно возможность их относительных перекосов для обеспечения соприкосновения колёс с дорогой даже при большой неровности последней; при этом не должно быть сколько-нибудь значительных изменений вертикальной нагрузки, приходящейся на колёса.



Фиг. 747. Схемы балансирной подвески трёхосного автомобиля.

Эти условия в достаточной мере обеспечиваются балансирной подвеской, получившей на трёхосных автомобилях наибольшее распространение. На фиг. 747 приведены две схемы балансирной подвески, применяющиеся на современных автомобилях. По схеме А оба задних

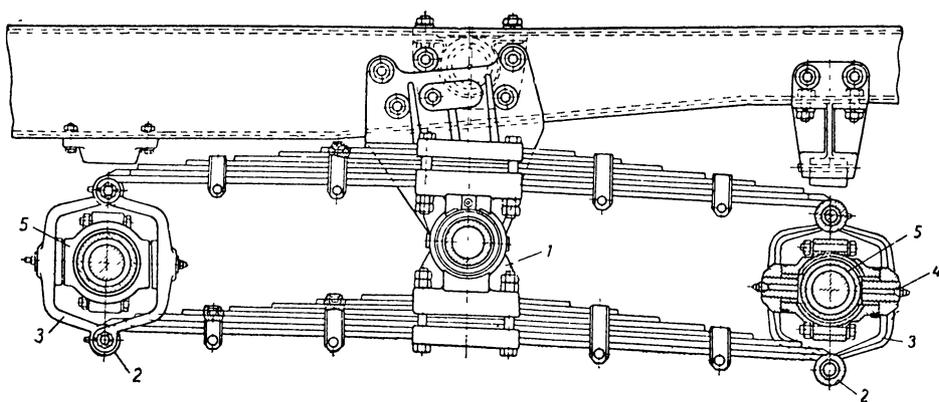
моста шарнирно скреплены с концами рессор, которые выполняют роль балансиров и могут качаться на общей оси, закреплённой жёстко на раме.

По схеме Б качание мостов происходит на балансирных рычагах, шарнирно скреплённых с мостами и рессорами. В этом случае обеспечивается распределение нагрузки на большее число точек рамы.

Пример подвески, выполненной по схеме А, приведён на фиг. 748. Здесь оба задних моста подвешены с каждой стороны на двух полуэллиптических рессорах, закреплённых на башмаке 1, свободно поворачи-

вающемся на трубчатой поперечине рамы. Концы рессор шарнирно связаны с чулками обоих мостов. Рессоры крепятся при помощи рессорных пальцев 2 к скобам 3, которые через пальцы 4 связаны с хомутами 5. Хомуты 5, состоящие из двух половин, стянутых болтами, сидят на бронзовых вкладышах, поворачивающихся на шейках чулков мостов. Такое соединение позволяет мостам иметь независимые друг от друга перекосы при движении по неровной дороге. Толкающие усилия от мостов передаются через рессоры на раму автомобиля, а реактивные моменты мостов воспринимаются не показанными на фигуре специальными штангами, связывающими каждый мост с рамой. Устройство реактивных штанг было приведено выше, на фиг. 662.

В подвесках некоторых американских автомобилей (Студебеккер, ГМС и др.) штангами производится передача на раму и толкающих усилий, а рессоры нагружены только весом автомобиля. На фиг. 749 приведён общий вид такой подвески. Рессоры 1 закреплены на башмаках 2,

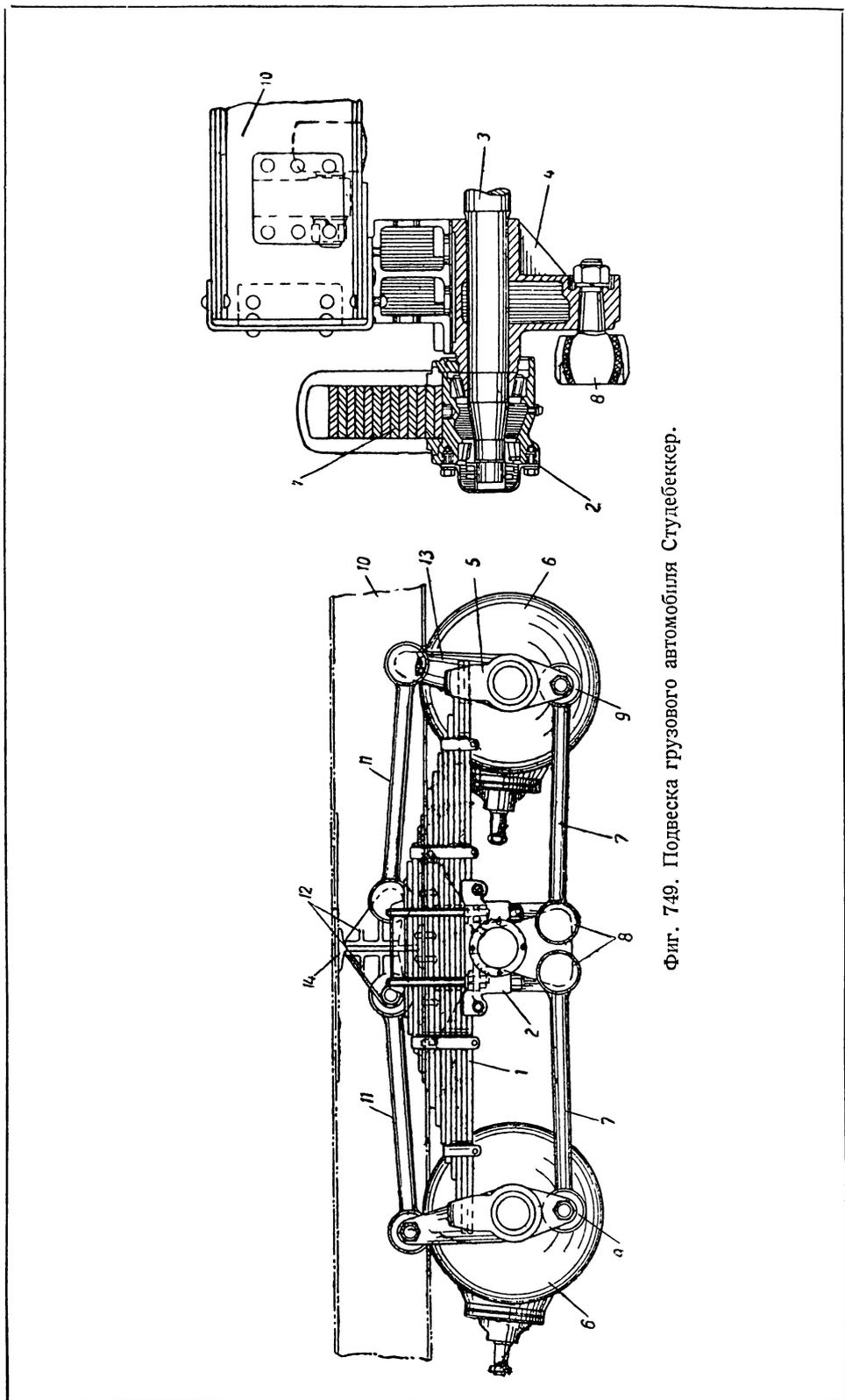


Фиг. 748. Подвеска автомобиля ГАЗ-ААА.

которые через подшипники опираются на концы поперечной оси 3, укрепленной в кронштейнах 4 рамы 10. Плоские концы рессор входят в направляющие кронштейнов 5 на чулках мостов 6 и, опираясь на них, могут скользить при деформациях рессор. Толкающие штанги 7 одними концами соединены с шаровыми пальцами 8, укрепленными на кронштейнах 4, а другими концами 9 шарнирно — с кронштейнами на чулках мостов. Реактивные штанги 11 аналогично соединены с кронштейнами мостов 13 и кронштейнами рамы 12, приклепанными к её траверсе 14.

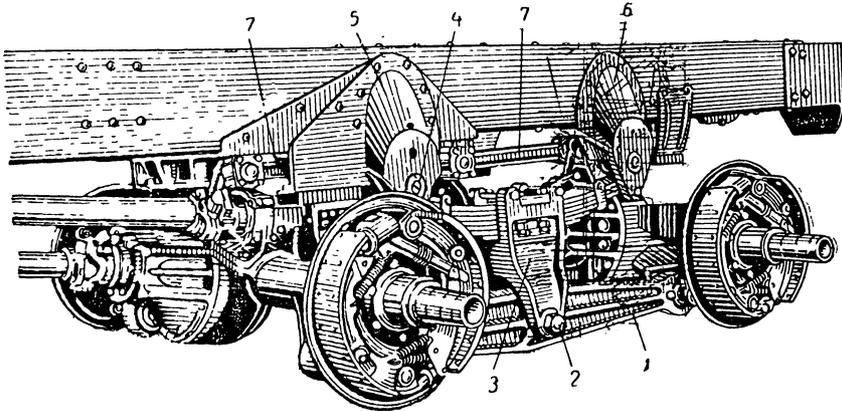
Общий вид подвески, выполненной по схеме Б, приведён на фиг. 750. Здесь оба моста соединены шаровыми шарнирами с балансирами 1, качающимися на осях 2, помещённых в кронштейнах рессорных подушек 3. Рессорные подушки, или седловины рессор, шарнирно связаны между собой поперечной трубой с кронштейнами. Полуэллиптические рессоры в средней части жёстко закреплены в рессорных подушках 3, ушками на передних кощах соединены с рессорными пальцами 4 кронштейнов 5 рамы, а задними плоскими концами скользят по роликам направляющих кронштейнов 6. Реактивные штанги 7 шарнирно связывают мосты с кронштейнами рамы.

На фиг. 751 показано шаровое соединение концов реактивных штанг, обеспечивающее плотность соединения. Шаровой палец, жёстко связанный с кронштейном рамы или моста, помещён между двух кольцевых сухарей, охватывающих палец. Между сухарями помещены кольцевые регулировочные прокладки. Оба сухаря зажимаются между буртиком



Фиг. 749. Подвеска грузового автомобиля Стулбеккер.

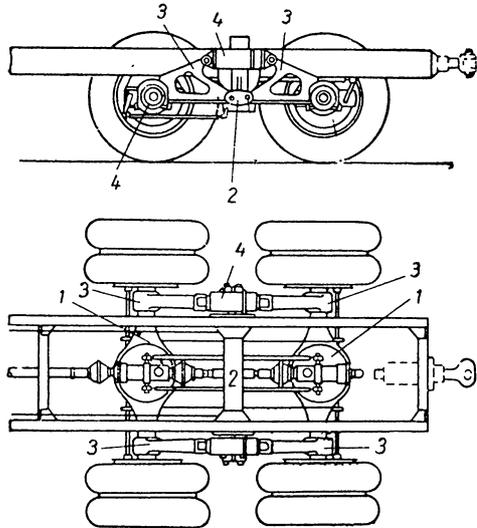
и крышкой цилиндрического гнезда реактивной штанги, плотно прижимаясь к шаровой поверхности пальца. В случае износа и появления люфта в шарнире вынимается часть прокладок между сухарями, чем восстанавливается плотность соединения.



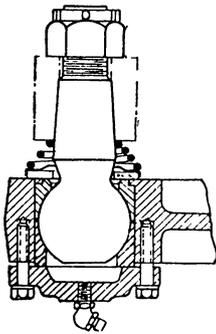
Фиг. 750. Подвеска грузового автомобиля «Интернационал»

Подвеска рычажного типа, обеспечивающая равномерное распределение нагрузки между обоими задними мостами, применена на трёхосном автомобиле Крупн (фиг. 752). Мосты шарнирно связаны с поперечиной 2 рамы при помощи фасонных рычагов 3, между верхними концами которых установлена горизонтально винтовая рессора 4, закрытая кожухом.

Независимая подвеска аналогичного устройства применена на трёхосном автомобиле



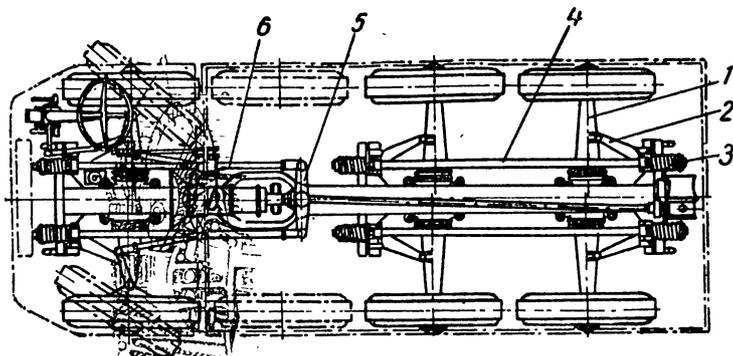
Фиг. 752. Подвеска трёхосного автомобиля Крупн.



Фиг. 751. Шаровой шарнир подвески грузового автомобиля «Интернационал».

Заурер 6-М (фиг. 753). Качающийся рычаг 1 каждого колеса шарнирно соединён с коленчатым рычагом 2, сидящим на дополнительной оси поперечины рамы. Второе плечо коленчатого рычага 2 упирается в горизонтальную винтовую рессору 3, надетую на тягу 4, перемещающуюся вдоль рамы. На другом конце тяги размещается винтовая рессора второго колеса. При подъёме на препятствие одного из колёс работают обе винтовые рессоры, распределяя поровну нагрузку на колёса.

У передних колёс, тяги 6 соединены с качающимся рычагом 5, при помощи которого нагрузка распределяется на обе винтовые рессоры



Фиг. 753. Чassis трехосного автомобиля Заурер.

передних колёс. На концах тяг имеются гайки, которыми можно регулировать натяжение каждой винтовой рессоры.

## АВТОМОБИЛЬНЫЕ ШИНЫ И КОЛЁСА

### § 1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ШИНЫ

Назначением автомобильных шин является совместное с подвеской автомобиля смягчение и поглощение толчков и ударов от неровностей дороги в условиях движения автомобиля.

Во время качения колеса шина подвергается сжатию под воздействием нагрузки веса автомобиля и толчков от неровностей дороги; чем больше скорость движения автомобиля, тем большему числу ударов и сжатий подвергается шина. Работа, затрачиваемая на сжатие шины, при разгрузке не возвращается полностью, а часть её теряется на внутреннее трение в резине. Эта потеря энергии проявляется в нагреве шины и зависит от внутреннего давления, нагрузки, скорости движения и величины передаваемого крутящего момента. При движении автомобиля шина частично охлаждается встречным потоком воздуха. Высокая температура вредно отражается на свойствах резины и тканей шины, значительно увеличивая ее износ.

Автомобильные шины изготавливаются из резины, сырьем для производства которой является натуральный (НК) и синтетический (СК) каучук.

Спрос на шины со стороны быстро развивавшегося автомобильного транспорта вызвал большую потребность в каучуке и стимулировал развитие производства искусственного синтетического каучука. Сырьем для СК служат нефть, спирт, скипидар, ацетон, карбид кальция и т. п.

Все применяющиеся в настоящее время автомобильные шины можно разбить на две группы, различающиеся по принципам работы и устройству: 1) массивные и 2) пневматические.

Первые используют для смягчения и поглощения толчков только технические свойства самой резины, вторые, кроме этого, используют упругость воздуха, предварительно сжатого во внутренней герметичной полости шины.

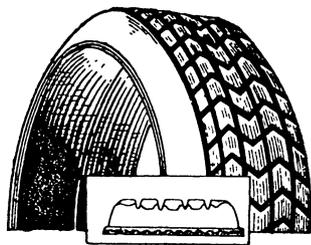
## Массивные шины

Все современные массивные шины (грузошины) представляются тремя типами:

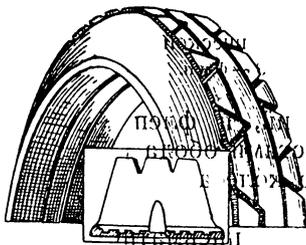
Массивные плоские шины изготавливаются из сплошной резиновой полосы. С целью прикрепления шины к металлическому ободу колеса или съёмному бандажу на последних выполняются продольные канавки с поперечным сечением в виде ласточкина хвоста и наносится слой эбонита, прочно скрепляющийся с ободом. К эбонитовой прослойке привулканизирована рабочая часть резиновой шины, имеющая на беговой поверхности рельефный рисунок, увеличивающий сцепление с грунтом и несколько уменьшающий жёсткость шины (фиг. 754).

Массивные подушечные шины («полуэластик») (фиг. 755) отличаются от плоских более высоким профилем с глубоким рисунком и кольцевой внутренней полостью, что улучшает эластичность шины.

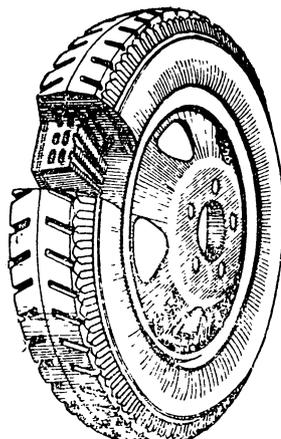
Массивные эластичные шины («эластик» или «целластик») изготавливаются с внутренними воздушными камерами, сообщающимися с атмосферой через



Фиг. 754. Массивная плоская шина.



Фиг. 755. Массивная подушечная шина.



Фиг. 756. Массивная эластичная шина.

отверстия в ободу колеса (фиг. 756). При качении колеса воздушные камеры сдавливаются, выжимая воздух, а затем, восстанавливая свою форму, засасывают свежий воздух. Воздушные камеры, обеспечивая эластичность шины, создают хороший отвод тепла за счёт постоянной смены воздуха во внутреннем пространстве шины.

Массивные шины на автомобилях имеют незначительное применение, так как обладают малой способностью поглощать толчки, что при больших скоростях движения вредно отражается на состоянии автомобиля и дороги. Чаще всего они используются на прицепах, особенно большегрузных.

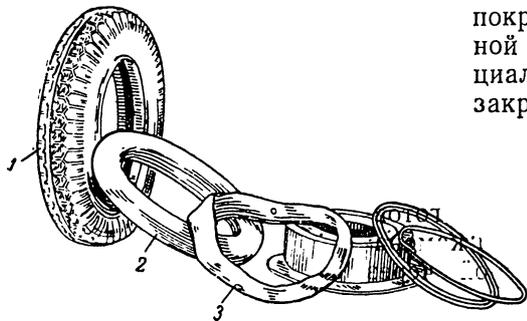
Главное применение массивные шины, особенно эластичные, имеют на специальных военных машинах: бронев автомобилях, танках, артиллерийских лафетах и др. Это объясняется тем, что подобные шины не боятся проколов и пулевых и осколочных пробоин.

## Пневматические шины

Пневматическая шина была изобретена задолго до появления автомобиля, в 1845 г., Робертом Томсоном. Шина Томсона для конных повозок была дорога и непрактична, поэтому применения не получила. Вторично этот же принцип был предложен в 1888 г. для изготовления велосипедных шин Денлопом, применившим вентиль для удержания накачанного в шину воздуха.

В 1896 г. Велч взял патент на шину, состоящую из отдельной резиновой камеры и резиновой покрышки с тканевым каркасом и прямыми бортами, усиленными проволокой. Одновременно появились патенты на съёмные покрышки клинчерного (см. ниже) типа. С этого времени автомобильные пневматические шины начинают вытеснять все остальные виды шин и в настоящее время имеют громадное распространение, характеризующееся цифрой 58 400 000 штук покрышек, выпущенных в 1940 г. заводами США.

Пневматическая шина состоит из трёх частей (фиг. 757): резиновой камеры 2, накачиваемой воздухом, покрышки 1 — прочной, но эластичной оболочки, выполненной из специальной, покрытой резиной, ткани, закрывающей камеру и предохра-



Фиг. 757. Составные части пневматической шины:  
1 — покрышка; 2 — камера; 3 — флэп.

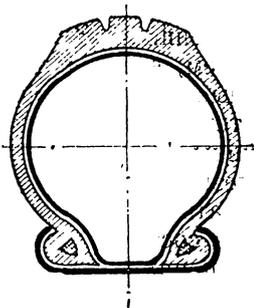


Фиг. 758. Разрез собранной пневматической шины.

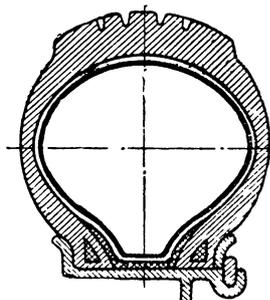
няющей её от повреждений, и флэпа 3, предохраняющего камеру от повреждений её неровностями обода и от зажима краями покрышки.

Собранная на ободе колеса шина имеет расположение частей, показанное на фиг. 758.

Нагрузка, передаваемая пневматической шиной на грунт в статическом положении, воспринимается в большей части упругой воздушной подушкой и частично (8—10%) упругостью самих стенок шины.



Фиг. 759. Шина с покрышкой клинчерного типа.



Фиг. 760. Шина с прямобортной покрышкой.

Покрышки пневматических шин по способу их закрепления на ободе разделяются на две группы — клинчерные и прямобортные.

Клинчерная шина, показанная в разрезе на фиг. 759, имеет выступающие резиновые борты с усилительными сердечниками в виде шнура из жёсткой, малорастяжимой резины и монтируется на ободе колеса, имеющем глубокий вырез в краях. Давлением воздуха в камере борта покрышки вжимаются в зазоры обода и прочно удерживают шину на колесе. Основным недостатком клинчерных покрышек является

<sup>1</sup> Клинчер в переводе с английского означает — скоба.

трудность монтажа, так как для растягивания борта при надевании на обод требуются большие усилия, возрастающие с увеличением размера шины. В настоящее время автомобильные покрышки клинчерного типа применяются весьма редко.

Прямобортные шины имеют покрышку с прямым бортом, усиленным сердечником из проволочного кольца, и монтируются на плоский разборный обод (фиг. 760), облегчающий монтаж и демонтаж шины, или на специальные типы ободов, рассматриваемых ниже.

Современные прямобортные шины разделяются на шины высокого давления (от 4,75 до 7 кг/см<sup>2</sup>), имеющие покрышки из многослойной ткани (до 12 слоёв), и шины низкого давления, или баллоны (от 1,5 до 4,75 кг/см<sup>2</sup>), покрышки которых выполняются с меньшим числом слоёв ткани (до 6 слоёв) и более широким профилем. Баллоны в большей степени обладают способностью поглощать удары, что обеспечивает более плавный ход автомобиля и лучше сохраняет как автомобиль, так и полотно дороги.

### Покрышки пневматических шин

В покрышке (фиг. 761) различают по внешнему виду беговую часть 1, наружная поверхность которой соприкасается с дорогой; бортовую часть 2, крепящуюся в ободе колеса; боковые стенки 3, соединяющие беговую и бортовую части.

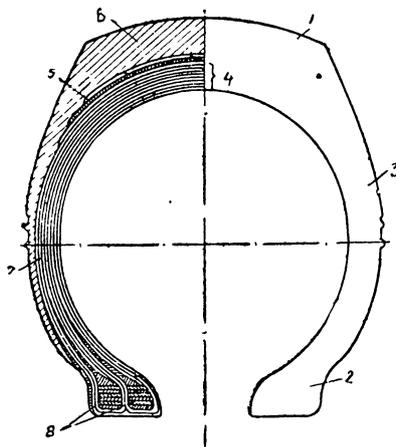
Во внутреннем устройстве покрышки различают каркас 4, брекер 5, протектор 6, боковины 7 и крылья с сердечником 8.

Каркас придаёт жёсткость покрышке, соединяя все её части в одно целое. Он воспринимает многократные изгибы покрышки при её работе и должен обладать достаточной прочностью в зависимости от внутреннего давления и нагрузки.

Каркас изготавливается из нескольких слоёв прорезиненного корда, наложенных друг на друга так, чтобы нити корда перекрещивались под углом примерно 60°. Между слоями корда прокладываются дополнительные резиновые прослойки — сквиджи, обеспечивающие упругую связь для возможности перемещения при деформациях одного слоя каркаса относительно другого.

Корд представляет собой ткань из продольных прочных нитей основы, связанных между собой поперечными редко расположенными нитями утка (фиг. 762, б), в отличие от уточной ткани (фиг. 762, а) имеющей плотно прилегающие нити как основы, так и утка. Нити корда могут быть хлопчатобумажными или из искусственного шёлка. Применение искусственного шёлка позволяет увеличить размеры и грузоподъёмность шин, так как получается более прочный и эластичный корд, мало боящийся влажности.

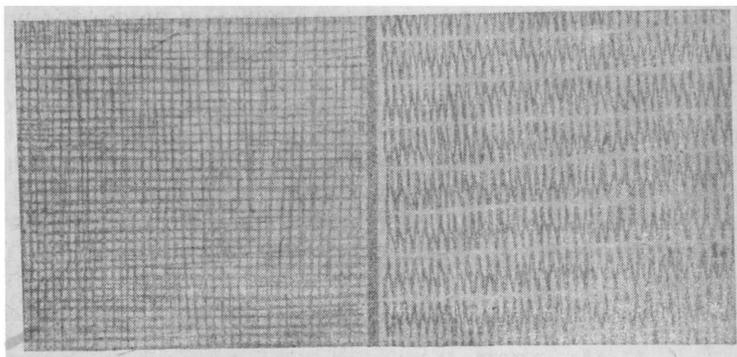
Брекером называется прослойка каркасом и протектором, служащая для их связи и предохраняющая каркас от ударов, получаемых беговой частью покрышки. Он состоит из двух слоёв более редкого прорезиненного корда и двух слоёв эластичной резины.



Фиг. 761. Основные части и распределение материалов покрышки:

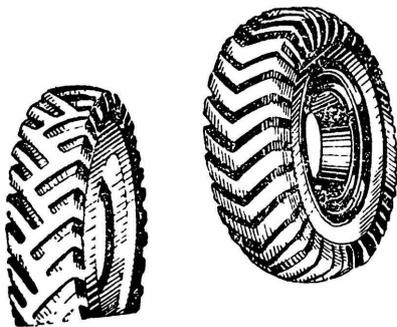
1 — беговая часть; 2 — бортовая часть; 3 — боковая стенка; 4 — каркас; 5 — брекер; 6 — протектор; 7 — боковина; 8 — крыло.

Протектор непосредственно воспринимает всю нагрузку, испытываемую шиной, предохраняя каркас покрышки и камеру от ударов и повреждений. Он представляет собой толстую кольцевую ленту, наложенную сверху на брекер, сделанную из специальной резины, обладающей стойкостью против истирания. Рисунок протектора обеспечивает ему



а б  
Фиг. 762. Уточная ткань (а) и корд (б).

достаточную эластичность, несмотря на повышенную жёсткость резины; и даёт лучшее сцепление с дорогой и сопротивление скольжению. В последнее время на автомобилях повышенной проходимости ставятся шины с глубоким рисунком протектора, обеспечивающим лучшее сцепление колёс с грунтом без применения цепей противоскольжения, которые сильно изнашивают шины. На фиг. 763 приведены специальные шины (типа «Гроунд-грипп») с глубоким крупным рисунком протектора, образующим так называемые грунтозацепы.



Фиг. 763. Шины с грунтозацепами.

Боквины представляют собой слой резины, предохраняющий боковые слои каркаса от повреждений и действия влаги. Они наравне с каркасом подвергаются многократным изгибам и обычно изготавливаются из протекторной резины, а иногда из специально окрашенной в белый цвет резины для придания покрышкам нарядного вида.

Крылом называется основа бортовой части покрышки, придающая прочность и жёсткость бортам для надёжного крепления покрышки на ободе. В покрышках, имеющих до восьми слоёв каркаса, обычно делается одинарное крыло, а выше — двойное и иногда тройное. Сердечник крыла делается из плоской проволочной плетёной ленты, покрываемой слоем жёсткой резины и обёрнутой одной или двумя прорезиненными лентами (флипперами), выполненными из уточной ткани. Концы флипперов закладываются между слоями каркаса, а последний заворачивается вокруг сердечника, создавая надёжное крепление крыла. Для защиты бортов от истирания о закраины обода снаружи бортов накладывается тканевая прорезиненная лента — чефер.

## Камеры пневматической шины

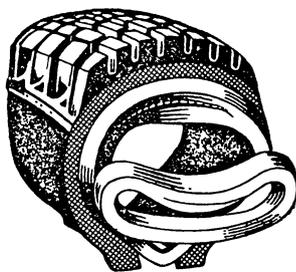
Камера автомобильной шины представляет собой резиновую трубку, склеенную в виде кольца и имеющую вентиль для накачки и выпуска воздуха. Камера должна обладать хорошей эластичностью, быть теплостойкой и воздухонепроницаемой. На камерах проставлены размеры покрышек, для которых они предназначены. Фактические размеры камеры несколько меньше внутренней полости покрышки, чтобы в накачанном состоянии камера не имела складок и морщин.

Основной недостаток пневматической камеры — её лёгкая прокалываемость и пробиваемость, что при быстрой езде может привести к аварии машины. Для устранения этого недостатка было предложено много различных конструкций камер, не боящихся проколов и пробоев, из которых практическое применение получили самозаклеивающиеся камеры с жидким составом — гусмой или с пластичной массой, усиленные камеры и губчатые камеры.

Гусматикаки представляют собой пневматические камеры, частично заполненные жидкой массой — гусмой. Составы гусмы весьма разнообразны, в них входят в основном волокнистые вещества, запол-



Фиг. 764. Шина с камерой, имеющей ячейки, заполненные пластичной массой.



Фиг. 765. Шина с утолщённой камерой.

няющие места прокола, склеивающие вещества и минеральные вещества, образующие твёрдую пробку, закупоривающую отверстие. Недостатки гусматиков состоят в том, что предохраняется от проколов только беговая часть, к которой гусма отбрасывается центробежной силой, и что с течением времени гусма теряет свои свойства. Широкого распространения гусматикаки не имеют.

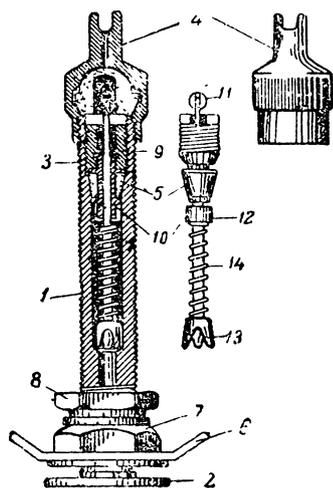
Камеры с пластичной массой также имеют ограниченное распространение. Такого типа камера показана на фиг. 764. Она имеет у беговой части ряд ячеек, заполненных вязкой пластичной массой, состоящей из специально приготовленного каучука. Ячейки препятствуют растеканию массы при её размягчении от нагрева. При проколе камеры отверстие самозаклеивается.

Усиленные камеры, выпускаемые в США, имеют по беговой поверхности внутреннее утолщение с тканевой прослойкой (фиг. 765). При накачивании камеры утолщённая часть выворачивается наружу и не растягивается, а сжимается, что препятствует проколу и способствует удержанию острого предмета, предотвращая утечку воздуха.

Губчатые «камеры» являются более надёжным предохранительным средством от проколов и пробоев, чем все вышеперечисленные. Для их изготовления применяется эластичная резина, в которой до вулканизации равномерно распределяется тонко размолотый химикалий. Сырая масса выдавливается шприцмашиной в виде сплошной круглой

болванки, которая режется на части и склеивается в кольцо. В покрышку обычного типа вместо камеры закладывается приготовленное кольцо сырой резины и всё это вместе монтируется на ободке колеса. Смонтированные колёса идут в вулканизационную печь, где под действием нагрева химикалий распадается, образуя в толще резиновой массы пузырьки газа, распирающие массу по всей внутренней полости покрышки. После вулканизации в покрышке образуется эластичная губка, поры которой заполнены сжатым газом, придающим камере упругость, близкую к обычной для пневматика.

Губчатая камера совершенно не боится проколов и легко выносит пробой пульей и осколками, вследствие чего имеет большое распространение для специальных военных автомобилей. Она обладает значительно большим весом, чем обычная камера, и плохо переносит длительную работу под большой нагрузкой, так как высокая температура, развивающаяся в губке, разрушает её.



Фиг. 766. Вентиль типа Шрадера.

Демонтаж губчатой камеры невозможен без нарушения целостности покрышки.

Вентиль автомобильной камеры представляет собой обратный клапан, автоматически запирающий выход воздуха из камеры, но позволяющий нагнетать его вовнутрь.

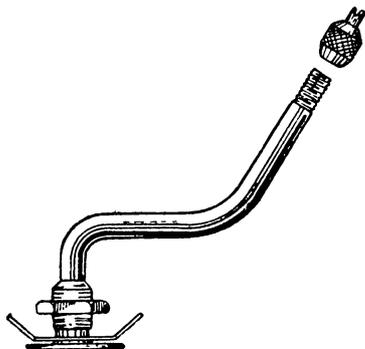
Наиболее распространённым является вентиль с пружинным клапаном типа Шрадера (фиг. 766). Он состоит из металлического трубчатого корпуса 1, заканчивающегося в нижней части пяткой 2, пропускаемой через отверстие внутрь камеры. Края отверстия камеры, усиленные тканевыми и резиновыми накладками, зажимаются между гайкой 7 и пяткой 2 через шайбу 6. Для крепления корпуса вентиля в ободке колеса служит гайка 8. В верхнюю часть корпуса ставляется золотник с обратным клапаном, показанный на фигуре отдельно. Он имеет ниппель, состоящий из гайки 9 и втулки 10. В наружную проточку втулки поставлено резиновое конусное кольцо 5. При постановке золотника в корпус вентиля гайка 9 ввинчивается во внутреннюю резьбу корпуса и плотно прижимает резиновое кольцо 5 к конусному гнезду корпуса, препятствуя выходу воздуха через резьбу. Через центральное отверстие гайки свободно пропущен стержень 11 клапана, состоящего из металлической чашечки 12, укрепленной на стержне, и вложенного в неё резинового кольца. Нижняя часть стержня пропущена через направляющий колпачок 13, упирающийся в выступ канала корпуса. Между клапаном 12 и колпачком 13 помещена пружина 14, прижимающая резиновое кольцо клапана 12 к острым краям втулки 10 и запирающая выход воздуха из камеры. Концы стержня 11 расплющены для удержания собранных вместе деталей золотника.

При накачке воздуха клапан 12 отжимается, а обратный выход воздуха невозможен, так как клапан закрывается под воздействием пружины 14 и давления сжатого в камере воздуха. Для медленного выпуска воздуха из камеры надо нажать стержень 11. Для быстрого выпуска воздуха следует вывернуть гайку 9 и вытащить золотник.

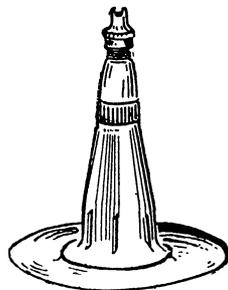
По окончании накачки воздуха в камеру на наружную резьбу корпуса вентиля навинчивается колпачок-ключ 4, предохраняющий золотник от загрязнения. Внутри колпачка помещена резиновая прокладка,

являющаяся дополнительным уплотнением в случае пропуски клапаном воздуха. Обратная сторона колпачка служит ключом для завинчивания и отвинчивания гайки 9 золотника.

Вентили бывают двух типов: с прямым и изогнутым корпусами, причём последний может быть изогнут под прямым углом — одноколенчатый вентиль или иметь двойной изгиб — двухколенчатый вентиль, применяющиеся при сдвоенных шинах (фиг. 767).



Фиг. 767. Изогнутый двухколенчатый вентиль.



Фиг. 768. Резиновый вентиль.

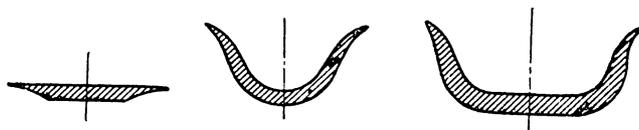
В настоящее время получили широкое распространение вентили, имеющие корпус из резины. Они на 60—80% легче металлических, что улучшает балансировку шин.

На фиг. 768 изображён резиновый вентиль, корпус и пятка которого представляют одно целое. Посредством вулканизации вентиль своей пяткой прочно укрепляется на стенке камеры. Внутри корпуса имеются проволочная спираль, сохраняющая приданную вентиле форму, и металлическая втулка для помещения золотника типа Шрадера, закрываемая предохранительным колпачком-ключом.

При спуске давления в камере и провороте покрышки с камерой на обод эластичный корпус резинового вентиля легко втягивается внутрь покрышки через отверстие обода и не повреждает камеры.

Флеп пневматической шины имеет своим назначением защищать камеру от истирания об обод колеса и от зажима и повреждений бортами покрышки.

Флеп представляет собой кольцевую резиновую ленту различного профиля (фиг. 769) в зависимости от конструкции обода, имеющую от-



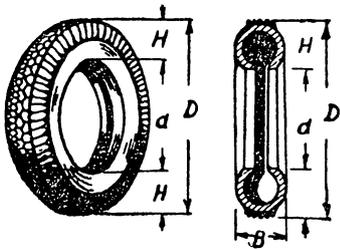
Фиг. 769. Поперечные разрезы флепа.

верстие для прохода вентиля. При монтаже шины флеп закладывается в покрышку после камеры и края его заправляются внутрь покрышки под её борта, предохраняя камеру от соприкосновения с ободом.

Обозначение размеров пневматических шин производится по двум системам: европейской — метрической и американской — дюймовой, принятой также в СССР.

По европейской системе обозначают первым числом величину диаметра покрышки ( $D$ ) в мм, а вторым — высоту профиля ( $H$ ) в мм (фиг. 770), например  $880 \times 135$ . Зная эти величины, можно определить размер диаметра обода:  $d = D - 2H$ . В зависимости от конструктивных особенностей ширина профиля ( $B$ ) покрышки может быть различной в пределах  $H = (1,01 - 1,15) B$ .

По американской системе шины различного давления обозначаются различно, а именно: шины высокого давления имеют обозначения тех же размеров покрышек в дюймах целым числом или числом с простой



Фиг. 770. Обозначение размеров покрышки.

дробью, например  $34 \times 7''$  или  $34 \times 7\frac{1}{2}''$ ; шины низкого давления имеют обозначение высоты профиля целым числом с десятичной дробью или двумя нулями, например  $33 \times 6,50$  или  $32 \times 6,00$ .

В настоящее время в СССР и Америке введено новое обозначение размеров шин низкого давления, при котором величина высоты профиля покрышки обозначается первым числом, а вторым — диаметр обода. Покрышка с прежним обозначением размера  $32 \times 6,00$  теперь обозначается  $6,00 \times 20$ .

На стандартный обод можно монтировать покрышки одного и того же внутреннего диаметра, но имеющие размеры высоты профиля, близкие к основному нормальному, или имеющие повышенное число слоев каркаса (усиленные покрышки). Размеры покрышек большие, но близкие к основному нормальному называются сверхразмерами. Так, например, для покрышек  $6,00 \times 20$  сверхразмером является  $6,50 \times 20$ ; покрышки сверхразмеров применяются при работе автомобиля с перегрузкой или на плохих дорогах.

Для каждого размера шины в зависимости от внутреннего давления и числа слоев ткани покрышки заводом-изготовителем даются нормы допускаемых нагрузок, обеспечивающие установленный срок эксплуатации.

Маркировка покрышек делается на её боковинах, где заводом отмечаются размер, серийный номер и условные обозначения завода-изготовителя и даты изготовления.

## § 2. АВТОМОБИЛЬНЫЕ КОЛЁСА

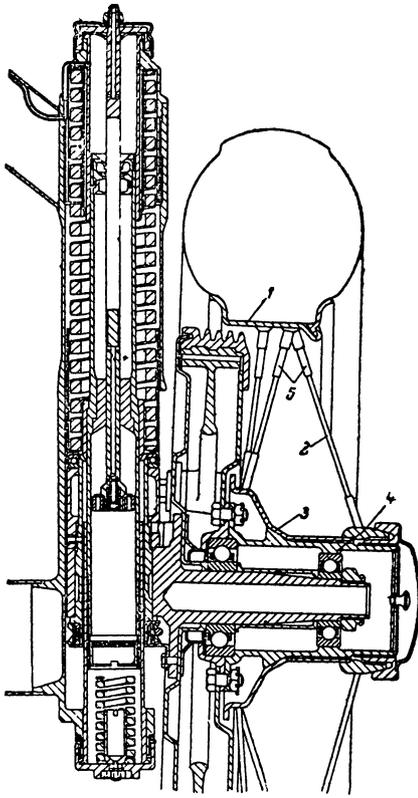
Автомобильное колесо состоит из ступицы, обода и соединительной части, связывающей эти детали.

По устройству соединительной части применяемые в настоящее время колёса можно разбить на два типа: 1) спицевые и 2) дисковые.

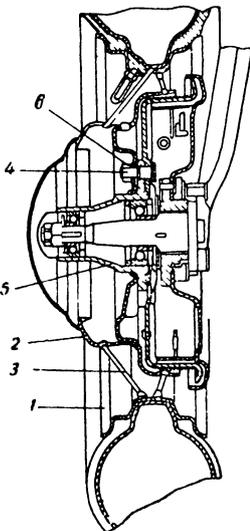
Спицевые колёса, обладая большой лёгкостью, недостаточно прочны. В настоящее время спицевые колёса имеют применение на некоторых моделях легковых автомобилей.

Колесо с несколькими рядами проволочных спиц, расположенных не по направлениям радиусов, а наклонно (тангентное колесо), приведено на фиг. 771. Обод колеса 1 скреплён тонкими проволочными спицами 2 со втулкой 3, посаженной на ступице 4. Крепление спиц, как у велосипедных колёс, осуществлено сидящими на резьбе спиц ниппельными гайками 5, при помощи которых производится равномерная натяжка всех спиц, работающих только на растяжение.

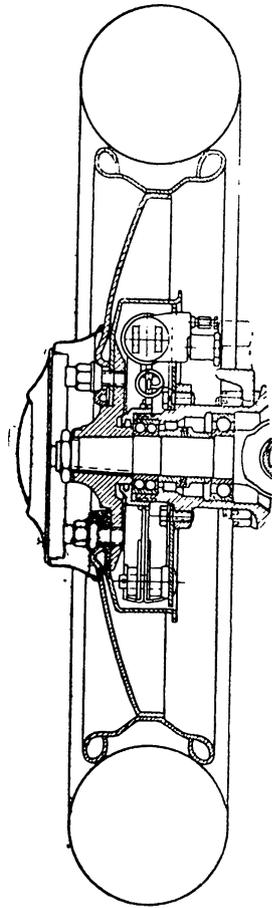
Большее распространение имеют колёса, у которых спицы расположены радиально и работают на растяжение и на сжатие (фиг. 772).



Фиг. 771. Колесо автомобиля Лянча.



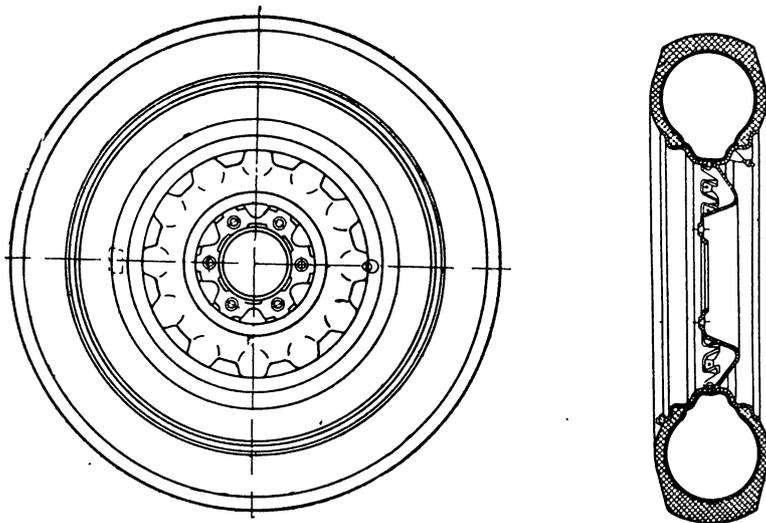
Фиг. 772. Колесо с глубоким ободом автомобиля Понтиак.



Фиг. 773. Колесо автомобиля Ниг-Форан.

Здесь обод 1 соединён со втулкой 2 двумя (иногда тремя) рядами толстых проволочных спиц 3, причём соединение выполнено сваркой. Втулка 2 крепится на шпильках 4 ступицы 5 гайками 6. Гайки имеют торцевые конусные обточка, входящие в конусные гнёзда отверстий во втулке, что обеспечивает самоцентрировку обода колеса при сборке.

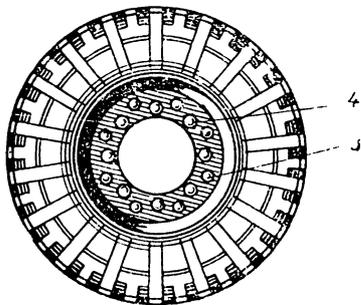
Дисковые колёса имеют в настоящее время самое большое распространение и используются на всех типах автомобилей. Они



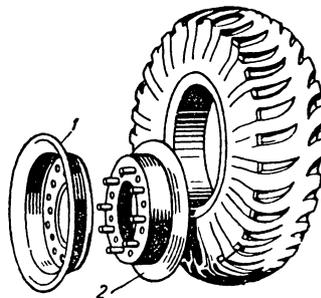
Фиг. 774. Колесо автомобиля ЗИС-101.

имеют взамен спиц стальной штампованный диск, который приваривается или приклепывается к ободу колеса (фиг. 773).

Крепление диска к ступице производится шпильками, ввернутыми во фланец ступицы, и гайками с конусными торцами. Отбортовка соот-



Фиг. 775. Разъёмное колесо в собранном виде.



Фиг. 776. Разъёмное колесо в разобранном виде.

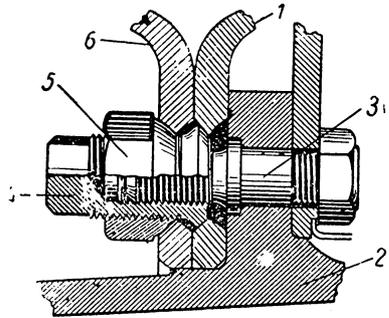
ветствующей формы выполнена у отверстия диска, чем обеспечивается центровка колеса на ступице и предотвращается самопроизвольное отвёртывание гаек.

Диск обычно имеет несколько отверстий, обеспечивающих удобство монтажа и свободный доступ к вентилю камеры, а также облегчающих диск (фиг. 756); для увеличения жёсткости диск делается выгнутым,

что позволяет устанавливать на грузовых автомобилях два диска рядом на одной ступице. При большом количестве отверстий в диске, доходящих до его наружного края, получается промежуточный тип колеса — со штампованными спицами (фиг. 774). Спицам для жёсткости придана выпуклая форма.

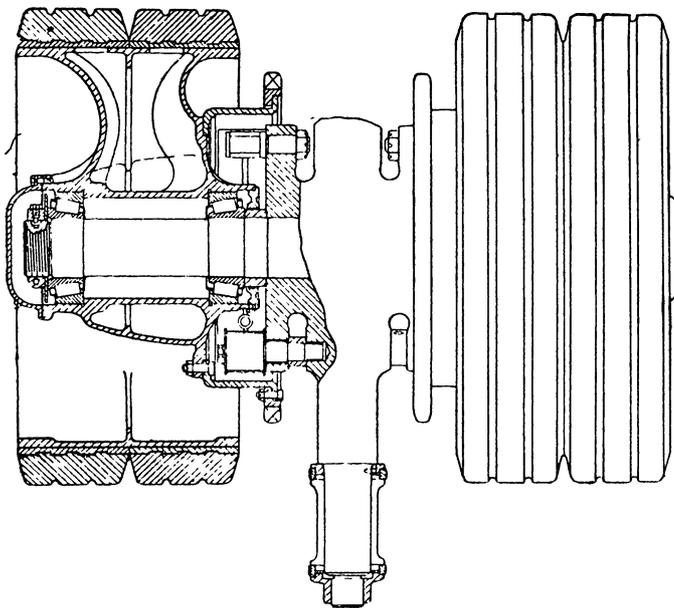
Недостатком таких колёс является трудность очистки их от грязи.

Колесо с разъёмным диском, принятое для армейских автомобилей английским военным министерством, облегчает монтаж тяжёлых шин. На фиг. 775 показано колесо в собранном виде. Разъёмный диск колеса состоит из двух частей 1 и 2, имеющих каждая бортовые закраины и стягиваемых болтами; их гайки 3 окрашены в красный цвет и расположены у наружной окружности диска. Гайки 4, расположенные по внутренней окружности, навёрнуты на шпильки ступицы колеса и удерживают на ней собранный диск. При замене колеса отвёртываются только внутренние гайки 4. При демонтаже шины отвёртываются наружные, окрашенные в красный цвет, гайки 3, причем воздух из шины должен быть предварительно полностью спущен (фиг. 776).



Фиг. 777. Крепление двойных дисков колеса.

При спаренной установке колёс (фиг. 728), для обеспечения взаимозаменяемости, отверстия для крепящих гаек выполнены на конус с обеих сторон диска (фиг. 777). Внутренний диск 1 опирается на торец



Фиг. 778 Колесо тягача Скаммель.

фланца ступицы 2 и закрепляется на шпильках 3 специальными колпачными гайками 4, имеющими внутреннюю и наружную резьбу, торцевой конус для центровки диска и квадратный хвост для ключа. Наружный диск 5 устанавливается вплотную к внутреннему и закреп-

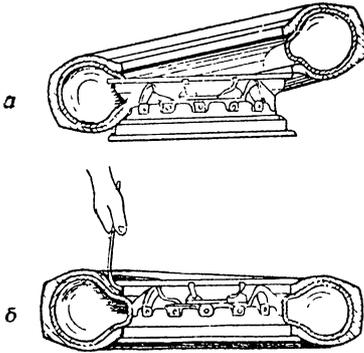
ляется гайками 6, навинчиваемыми на наружную резьбу колпачных гаек 4.

Для тяжёлых грузовых автомобилей и прицепов применяются литые колёса (фиг. 778).

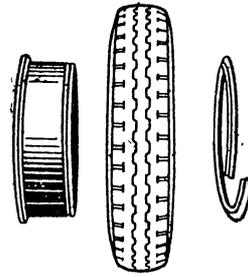
### Ободы автомобильных колёс

Для применяемых в настоящее время прямобортных шин ободы бывают двух типов: глубокие и плоские.

Глубокий обод (фиг. 772) выполняется из листа стали, сваренной встык в кольцо, и профилируется прокаткой роликами. Профиль обода имеет закраины с уступами для бортов покрышки. Глубокая выемка посередине профиля служит для монтажа покрышки. При оде-

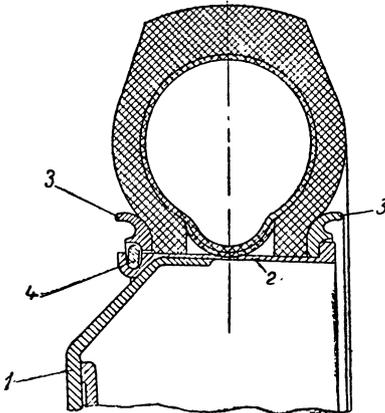


Фиг. 779. Монтаж покрышки на глубокий обод.

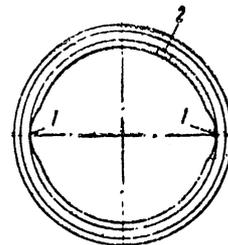


Фиг. 780. Колесо со съёмным бортовым кольцом.

вании покрышки её борт одной стороной заводится в углубление выемки (фиг. 779 а), после чего вторая сторона этого борта проходит через закраину обода. После закрепления в ободу вентиля камеры такими же приёмами заправляется второй борт покрышки (фиг. 799, б). Давлением накачанной камеры борта покрышки ложатся на уступы и плотно прижимаются к закраинам обода.



Фиг. 781. Колесо автомобиля ЯГ-6.



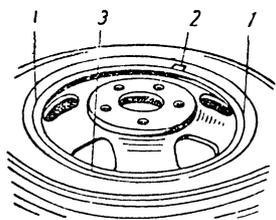
Фиг. 782. Неразрезное бортовое кольцо.

Глубокий обод выполняется на колёсах большинства легковых автомобилей. Например, почти 95% легковых автомобилей США в настоящее время имеют такие ободы (размером 16").

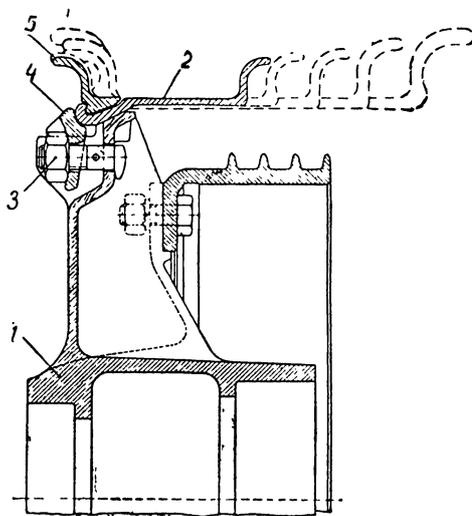
П л о с к и й о б о д применяется преимущественно на колёсах грузовых автомобилей, так как своим устройством облегчает монтаж тяжёлых и жёстких грузовых шин; он выполняется разборным и имеет различные устройства для надёжного крепления шины.

Крепление шины на плоском ободе было приведено на фиг. 771. Здесь для удержания борта шины обод имеет закраину с одной стороны. Вторую закраину образует съёмное бортовое кольцо, выполненное разрезным. Оно входит в кольцевую выемку обода и удерживается на месте упором борта накачанной покрышки. Для демонтажа надо сдвинуть внутрь борт покрышки при спущенной камере, развести монтажной лопаткой концы бортового кольца и вынуть его из обода; шина после этого свободно снимается (фиг. 780).

В некоторых типах колёс съёмное неразрезное бортовое кольцо удерживается разрезным пружинящим кольцом (фиг. 781). При монтаже шины на плоском ободе 2 диска 1 бортовое кольцо 3 отодвигается внутрь, в канавку обода закладывается разрезное кольцо 4, а бортовое надвигается на него до упора и фиксируется на ободе. Такое крепление даёт гарантию от соскакивания бортового съёмного кольца при накачанной камере. Неразрезное бортовое кольцо без дополнительного (разрезного), показанное на фиг. 782, имеет два пологих среза 1 и прямоугольный вырез 2 для лопатки.



Фиг. 783. Монтаж неразрезного бортового кольца на ободе.



Фиг. 784. Крепление обода одинарного колеса грузового автомобиля.

При монтаже шины лопаткой, заложенной в канавку обода, кольцо прижимается к покрышке одной стороной в точке 3 (фиг. 783), посередине участка между срезами 1 (против выреза 2), и ударами молотка эта часть кольца осаживается внутрь канавки обода. Ударом по другой части кольца сверху обод пропускается через пологие срезы и лопаткой, поставленной в вырез 2, прижимается к борту вторая половина кольца, одновременно осаживаемая молотком в канавку до концентричного с ободом положения. Демонтаж ведётся в обратном порядке.

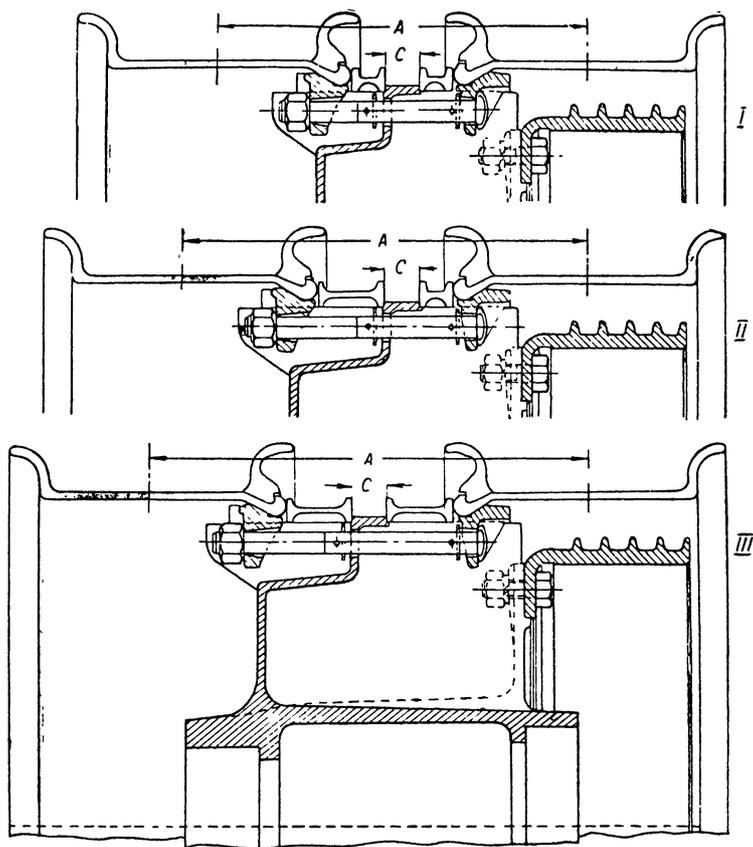
Такое крепление применено на грузовых автомобилях Форд, Шевроле, Опель и др.

Съёмные ободы, выполняемые иногда из лёгких сплавов, облегчают монтаж тяжёлых шин, так как не требуют снятия всего диска.

Колёса со съёмными ободами устанавливаются исключительно на грузовых автомобилях.

На фиг. 784 показано крепление съёмного обода одинарного колеса с возможностью замены на обод другого размера. Диск колеса 1, отлитый вместе со ступицей, имеет наружную конусную обточку для цен-

тровой посадки и крепления обода 2. Под гайки крепящих болтов 3 ставятся специальные накладки 4, прижимающие конус обода к диску. Обод имеет разрезное съёмное бортовое кольцо 5 для монтажа прямо-бортной пневматической шины.



Фиг. 785. Крепление ободов двойных колёс.

Двойное колесо аналогичного типа, на котором может меняться не только размер устанавливаемого обода, но и расстояние  $A$  между шинами, что достигается постановкой между ободами специальных упоров различной ширины, показано на фиг. 785.

### § 3. УХОД ЗА ШИНАМИ И КОЛЁСАМИ

Автошины надо монтировать в строгом соответствии с размером и типом обода колёс; нельзя также ставить камеру в покрышку несоответствующих размеров. Покрышка, камера и флеп должны быть при сборке совершенно чисты и сухи, так как влага вызывает гниение и разрушение нитей корда. Камера и внутренняя поверхность покрышки перед сборкой присыпаются тальком для предохранения от истирания во время езды.

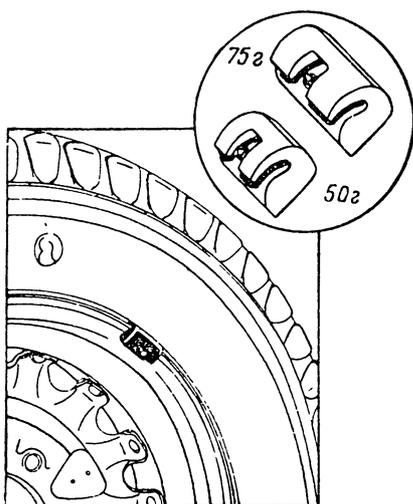
Обычно покрышки проходят предварительную балансировку при их изготовлении. На балансированных покрышках имеется метка (треугольник, квадрат, круг), обозначенная несмываемой краской или цветной резиной, на боковине около борта.

Вентиль камеры должен находиться у балансировочной метки покрышки.

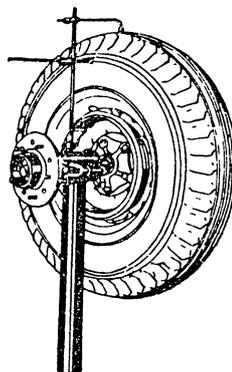
Для полного устранения дисбаланса, что особенно важно для управляемых колёс, колёса в сборе с шиной также должны подвергаться балансировке. Обнаруженный в процессе балансировки дисбаланс устраняется размещением в соответствующих точках по окружности диска балансировочных грузиков различного веса (фиг. 786).

Надёжная балансировка колёс осуществляется на специальных балансировочных станках.

Колесо предварительно проверяют на радиальное и боковое биение, для чего к протектору и боковине покрышки подводят контрольные стержни (фиг. 787) и, поворачивая колесо, наблюдают за изменением зазора



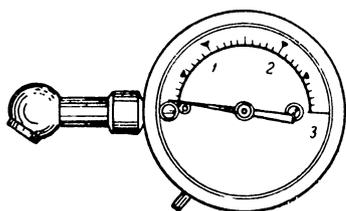
Фиг. 786. Балансировочные грузики и их крепление на ободе колеса автомобиля М-1.



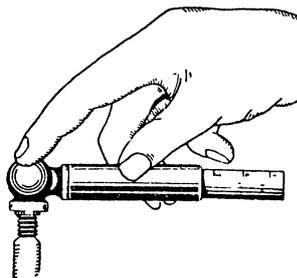
Фиг. 787. Балансировочный станок.

у наконечников стержней. Если биение превышает 3 мм, надо сменить покрышку или колесо.

Приближённая балансировка колеса может быть проведена на самом автомобиле.



Фиг. 788. Манометр стрелочный для автошин.

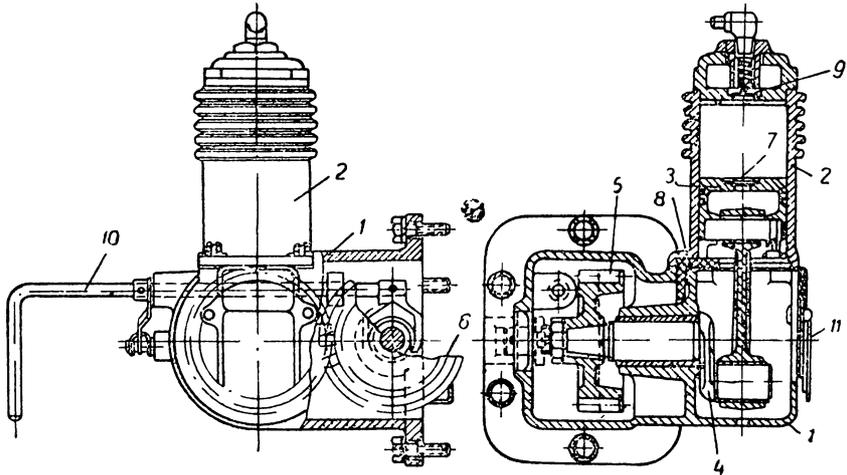


Фиг. 789. Манометр поршеньковый для автошин.

Нормы внутреннего давления в шинах устанавливаются заводами-изготовителями в зависимости от нагрузки и конструкции. Нормальное, установленное для данной шины, давление должно тщательно поддержи-

ваться и контролироваться повседневно, для чего применяются два типа шинных манометров: стрелочный (фиг. 788) и поршеньковый (фиг. 789).

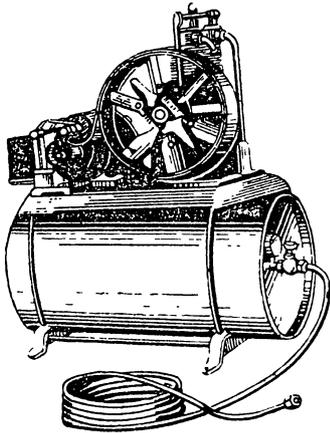
Накачка воздуха в шины может производиться ручным или ножным насосами. Однако накачка шин большого размера ручным или педальным насосами весьма затруднительна, поэтому на многих автомобилях,



Фиг. 790. Воздушный компрессор автомобиля ЗИС-5.

в частности грузовых, устанавливается небольшой компрессор поршневого типа, обычно имеющий привод от двигателя через коробку передач.

На фиг. 790 изображён чертёж компрессора автомобиля ЗИС-5. Он состоит из картера 1, крепящегося к коробке передач, цилиндра 2 и кривошипно-шатунного механизма с приводом. Поршень 3 с двумя компрессионными кольцами через поршневой палец и шатун связан с кривошипом вала 4, на конце которого насажена ведомая шестерня 5, находящаяся в постоянном зацеплении со скользящей приводной шестернёй 6.



Фиг. 791. Компрессорная установка.

Включение компрессора производится при неработающем двигателе или выключенном сцеплении поворотом рычага включения 10, который своей вилкой передвигает приводную шестерню 6, вводя её в зацепление с шестернёй промежуточного вала коробки передач. Движением поршня вниз, через плоский автоматический клапан 7 в его дне, производится засасывание воздуха в цилиндр из картера компрессора, куда он поступает через щель в боковой крышке 11. При подъёме поршня воздух выталкивается из цилиндра в его головку через нагруженный пружиной плоский клапан 9, откуда по

трубопроводу и шлангу подводится к вентилю камеры.

Смазка компрессора производится от коробки передач, причём к шестерням и коренной втулке вала масло попадает через люк; к цилиндру и шатунной шейке масло подводится фитилём 8. Уро-

вень масла в картере коробки надо поддерживать постоянным, иначе при понижении уровня оно не попадёт в цилиндр компрессора, а при повышении будет поступать в излишке и попадать в камеру шины.

Перед соединением шланга с вентилем компрессору надо дать поработать некоторое время вхолостую, чтобы выдуть из воздухопровода конденсат и масло, которое может попасть туда из цилиндра.

На некоторых автомобилях, имеющих компрессор для накачки шин, в трубопровод включается маслоотделяющий фильтр с фильтрующим элементом из хлопчатобумажной ткани, который следует периодически заменять.

В гаражных хозяйствах накачку шин производят от передвижной или стационарной компрессорной установки; общий вид такой установки показан на фиг. 791. В ней компрессор получает привод от электромотора и накачивает воздух в резервный бак — ресивер, откуда шлангом воздух подаётся в камеру.

---

# РАЗДЕЛ VII

## ДИЗЕЛЬНЫЕ, ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ И ГАЗОБАЛЛОННЫЕ АВТОМОБИЛИ

---

### Глава I

#### ДИЗЕЛЬНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Установка на автомобилях двигателя Дизеля, использующего в качестве топлива тяжёлые погоны нефти (дизельное топливо, солярное масло и газойль) и имеющего такой характер протекания рабочего процесса, который уменьшает расход топлива на 25—30% по сравнению с карбюраторным двигателем, в значительной степени расширяет топливные ресурсы страны.

Применение дизельного топлива вместо бензина повышает пожарную безопасность при перевозке и хранении горючего и при эксплуатации автотранспорта.

Указанные причины обусловили широкое распространение в последние годы дизельных автомобилей.

Общая схема и устройство автомобиля при установке на нём двигателя Дизеля остаётся неизменной. Однако, вследствие больших давлений в цилиндрах двигателя Дизеля, вес последнего больше веса карбюраторного двигателя той же мощности, что ограничивает его применение почти исключительно тяжёлыми и средними грузовиками и автобусами; ходовая часть автомобиля при установке двигателя Дизеля должна быть усилена.

#### § 1. ПРИНЦИП РАБОТЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ

Процесс работы двигателя Дизеля отличается от карбюраторного двигателя методом смесеобразования и воспламенения.

В период всасывания в цилиндр двигателя Дизеля поступает воздух, который при последующем ходе поршня вверх сжимается. Двигатель Дизеля имеет степень сжатия 12—20, поэтому давление воздуха в конце хода сжатия достигает 30—40  $кг/см^2$  и температура воздуха доходит до 450—650° С.

В конце хода сжатия за 10—30° до в. м. т. в горячий воздух, находящийся в камере сгорания, вводится распылённое топливо. Капельки топлива распространяются в камере сгорания и, нагреваясь, воспламеняются. После сгорания и расширения газов следуют выхлоп и новое заполнение цилиндра воздухом.

Таким образом рабочий процесс в двигателе Дизеля осуществляется путем использования высоких температур сжатого в камере сгорания воздуха для воспламенения тонко распылённого топлива.

Все двигатели Дизеля классифицируются:

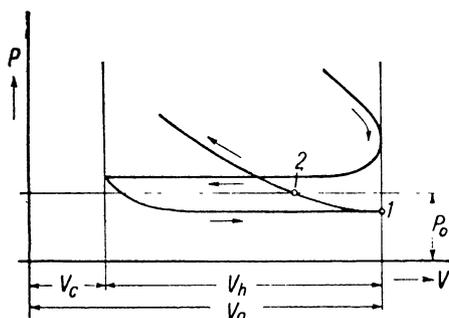
- 1) по тактности: а) четырёхтактные, б) двухтактные;
- 2) по способу распыливания топлива и смесеобразования: а) с непосредственным распыливанием, б) с предкамерным распыливанием, в) с вихревым распыливанием, г) с воздушно-вспомогательной камерой.

## § 2. РАБОТА ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДИЗЕЛЯ

Рабочий цикл четырёхтактного двигателя Дизеля осуществляется за четыре рабочих такта: всасывание, сжатие, сгорание-расширение и выхлоп.

**В с а с ы в а н и е.** В процессе всасывания на смену выходящим продуктам сгорания в цилиндры двигателя поступает свежий воздух. У быстроходных двигателей Дизеля впускной клапан начинает открываться раньше, чем закроется выпускной,— происходит так называемое перекрытие клапанов. Начало открытия впускного клапана для различных двигателей колеблется от  $25^\circ$  до в. м. т. и до  $6^\circ$  после в. м. т. Закрытие впускного клапана осуществляется в пределах  $25\text{—}55^\circ$  после н. м. т.

На фиг. 792 показан участок индикаторной диаграммы, на котором отмечены моменты открытия и закрытия впускного клапана. При под-



Фиг. 792. Схематическое протекание выхлопа и всасывания.



Фиг. 793. Изменение температуры воздуха по ходу сжатия.

ходе поршня к н. м. т. давление в цилиндре двигателя будет меньше атмосферного (точка 1) вследствие гидравлических потерь во всасывающем трубопроводе и клапанах. Следовательно, при начале движения поршня к в. м. т. давление в цилиндре двигателя меньше, чем во всасывающей трубе, и поэтому возможно продолжение поступления воздуха в цилиндр двигателя на некотором участке хода поршня к в. м. т. до точки 2 до тех пор, пока давление воздуха в цилиндре не сравняется с атмосферным. Таким образом процесс всасывания заканчивается после н. м. т.

Коэффициент наполнения двигателей Дизеля колеблется от 0,75 до 0,9.

**С ж а т и е.** В результате отбора тепла от стенок цилиндров температура воздуха в цилиндре двигателя в конце всасывания достигает  $30\text{—}75^\circ\text{C}$  при давлении в  $0,8\text{—}0,9\text{ кг/см}^2$ . При движении поршня к в. м. т. давление воздуха в цилиндре возрастает. На давление воздуха в цилиндре двигателя в процессе сжатия оказывает влияние теплообмен между сжимаемым воздухом и стенками цилиндра, а также утечка воздуха через неплотности в поршневых кольцах и клапанах. На фиг. 793 показано изменение температуры воздуха в цилиндре двигателя во время хода сжатия.

У двигателей Дизеля степень сжатия колеблется от 12 до 20, при этом температура воздуха в конце сжатия достигает  $450\text{—}650^\circ\text{C}$  и давление  $30\text{—}40\text{ кг/см}^2$ .

**С г о р а н и е - р а с ш и р е н и е.** Впрыснутое в горячий воздух топливо, имеющее температуру самовоспламенения, равную примерно  $350^\circ\text{C}$ , нагревается и затем воспламеняется.

Самовоспламенение топлива, т. е. способность топлива самовоспламеняться при нагревании до определённой температуры, зависит как от свойств топлива, так и от давления воздуха, в котором находится это топливо.

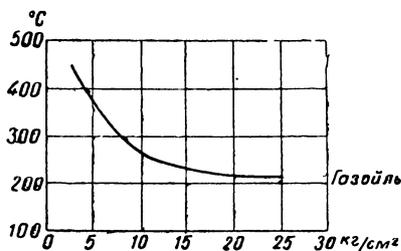
На фиг. 794 представлено изменение температуры самовоспламенения воздуха в зависимости от давления.

Сгорание топлива в цилиндре двигателя осуществляется не мгновенно.

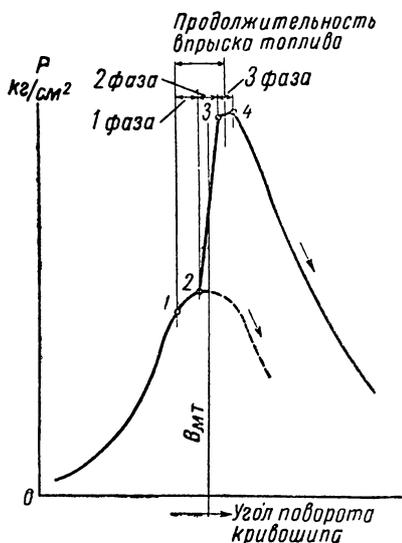
Весь процесс сгорания можно разделить на четыре фазы:

- 1) запаздывание воспламенения;
- 2) быстрое сгорание;
- 3) замедленное сгорание;
- 4) догорание.

На фиг. 795 представлен участок развёрнутой индикаторной диаграммы, показывающей изменение давления в цилиндре двигателя в



Фиг. 794. Влияние давления воздуха на температуру самовоспламенения топлива.



Фиг. 795. Фазы сгорания топлива.

процессе сгорания. Впрыск топлива начинается в точке 1 и продолжается до точки 4.

На участке первой фазы от точки 1 до точки 2 наблюдается повышение давления вследствие сжатия с поглощением части тепла на нагревание, испарение и предварительное окисление топлива, т. е. происходит подготовка топлива к сгоранию.

В точке 2 начинается быстрое сгорание топлива, вызывающее резкое повышение давления до точки 3. Скорость повышения давления зависит от скорости реакции сгорания и количества одновременно сгорающего топлива. При малом периоде запаздывания воспламенения до начала быстрого сгорания в цилиндр двигателя успевает поступать только часть топлива. Поэтому период быстрого сгорания замедляется вследствие участия в начале сгорания небольшой порции топлива и последующего постепенного ввода остальной части топлива. В результате повышение давления в цилиндре замедлится, и двигатель будет работать «мягче».

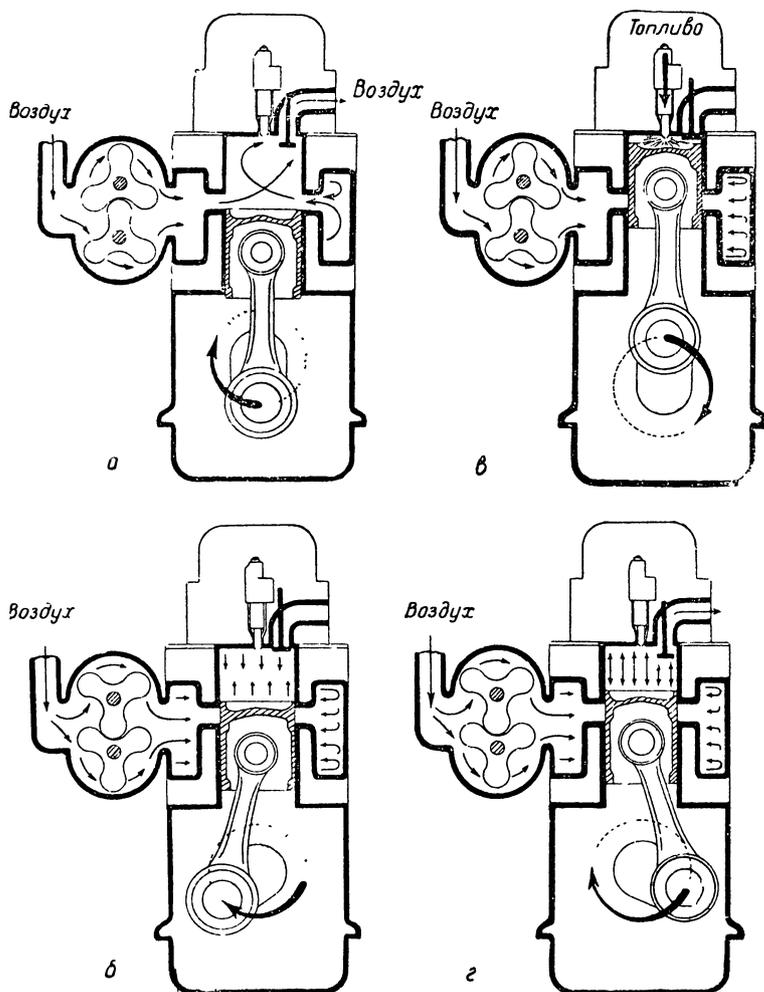
Если запаздывание воспламенения будет большим, то к началу быстрого сгорания в цилиндр успеет поступить большая порция топлива. Участие в быстром сгорании большой дозы топлива резко повысит давление в цилиндре двигателя, и работа двигателя будет более жёсткой.

Период замедленного сгорания начинается в точке 3 и продолжается до точки 4. Этот период характеризуется малым нарастанием

давления, что является следствием не только замедленного сгорания, но также и увеличения объема цилиндра при быстром ходе поршня к н. м. т.

Период догорания начинается в точке 4 и продолжается на линии расширения. При большом числе оборотов догорание происходит даже на линии выпуска.

Из индикаторной диаграммы видно, что рабочий процесс в быстроходных двигателях Дизеля отклоняется от описанного выше, в главе 1 раздела I, цикла Дизеля (сгорание при постоянном давлении) и близок



Фиг. 796. Схема работы двухтактного дизеля ГМС.

к циклу Сабате (сгорание части топлива при постоянном объеме и части при постоянном давлении). В действительности процесс сгорания происходит на протяжении 10—35° поворота кривошипа, т. е. при переменном объеме и давлении в цилиндре двигателя.

Максимальное давление в цилиндре двигателя достигает 45—90  $кг/см^2$ , а температура газов—1500—1800° С. В конце расширения в н. м. т. давление газов снижается до 2—4  $кг/см^2$ , а температура — до 600—700° С. Это происходит вследствие увеличения объема цилиндра при ходе поршня к н.м.т. и отвода тепла через стенки цилиндра в охлаждающую среду.

**В ы х л о п.** Выпускной клапан у быстроходных двигателей Дизеля открывается обычно до н. м. т. Предварение открытия выпускного клапана вызывается необходимостью понизить давление газов в цилиндре двигателя для того, чтобы в начале хода к в.м.т. поршень встретил минимальное сопротивление.

### § 3. РАБОТА ДВУХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДИЗЕЛЯ

Двухтактные двигатели Дизеля автомобильного типа обычно работают по принципу прямоточной продувки (двигатели Юнкера и ГМС) (фиг. 796). Прямоточной продувкой называется продувка цилиндра воздухом, совершаемая в одном направлении параллельно оси цилиндра (в данном случае от продувочных окон к выпускному клапану).

**1-й т а к т:** продувка-сжатие за время хода поршня от н.м.т. к в.м.т.; продувка цилиндра воздухом из нагнетателя (фиг. 796, а) происходит под давлением  $1,2—1,4 \text{ кг/см}^2$  через открытые продувочные окна и выпускной клапан.

При движении поршня вверх продувочные окна и выпускной клапан закрываются и осуществляется сжатие (фиг. 796, б). В конце хода сжатия в цилиндр впрыскивается топливо (фиг. 796, в).

**2-й т а к т:** сгорание-расширение, выхлоп и продувка за время хода поршня от в.м.т к н.м.т.

Процесс сгорания и расширения происходит так же, как и в четырёхтактном двигателе.

При подходе поршня к н.м.т. открывается выпускной клапан (фиг. 796, г) и осуществляется выпуск продуктов сгорания за счёт разности давления в цилиндре и снаружи. После того как давление в цилиндре двигателя понизилось, открываются продувочные окна и начинается продувка цилиндра воздухом, которая продолжается и при начале движения поршня вверх (фиг. 796, а).

### § 4. ФОРМЫ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ

Камеры сгорания быстроходных двигателей Дизеля должны обеспечивать минимальные тепловые и гидродинамические потери при различных изменениях режима работы двигателя.

Малые тепловые и гидравлические потери обеспечивают получение высокого к. п. д. и облегчают запуск двигателя. В этом случае малая утечка тепла обеспечивает получение в процессе сжатия высоких температур воздуха и, как следствие, быстрое получение вспышки в цилиндре двигателя.

При минимальных тепловых и гидравлических потерях в камере сгорания подведённая энергия используется более полно, что даёт возможность получить высокую экономичность, присущую двигателям Дизеля, а также высокое среднее эффективное давление.

На получение высокого среднего эффективного давления и высокой литровой мощности влияет также и равномерное распределение распылённого топлива во всём объёме камеры сгорания, обеспечивающее эффективное использование воздушного заряда. Равномерное распределение распылённого топлива в камере сгорания и протекание рабочего процесса двигателя зависят во многом от формы камер. По этой причине формы камер сгорания отличаются большим многообразием.

По конструкции камеры сгорания двигателей Дизеля делятся на два основных типа:

- 1) неразделённая камера сгорания,
- 2) разделённая камера сгорания.

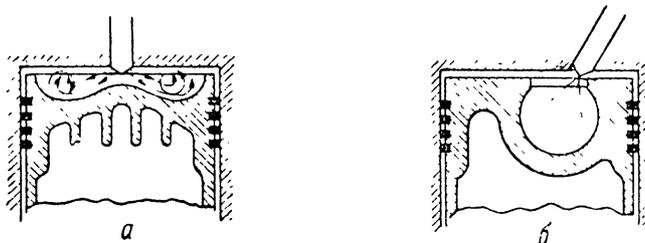
Неразделённые камеры сгорания представляют собой общую полость, ограниченную дном поршня и поверхностью головки двигателя.

Для двигателей Дизеля с неразделённой камерой сгорания высокая эффективность процесса сгорания может быть получена путём:

а) равномерного распыливания топлива в камере сгорания при малой скорости воздуха и

б) равномерного распределения распылённого топлива вихревыми потоками воздуха.

На фиг. 797 представлены основные формы неразделённых камер сгорания (камеры сгорания непосредственного впрыска).

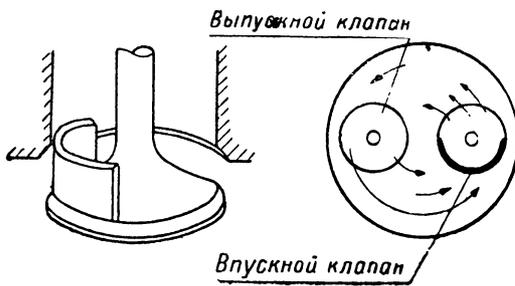


Фиг. 797. Различные формы неразделённых камер сгорания.

На фиг. 797, а показана камера сгорания, в которой перемешивание топлива с воздухом происходит путём равномерного распыливания топлива в камере сгорания, а также вихревого движения воздуха в камере вследствие соответствующей конфигурации дна поршня.

В камерах такого типа вихреобразование осуществляется также или при помощи заширленного клапана (двигатель Ман, фиг. 798), или за счёт наклона продувочных окон (двигатель ГМС, фиг. 799).

На фиг. 797, б показана камера сгорания, углублённая в днище поршня. Это сделано для повышения температуры сжатого в камере воздуха вследствие уменьшения тепловых потерь. Такие камеры сгорания дают также возможность равномерно распылить топливо при малых вихревых движениях воздуха, так как их форма обеспечивает проникание капелек впрыскиваемого топлива во все точки камеры сгорания.



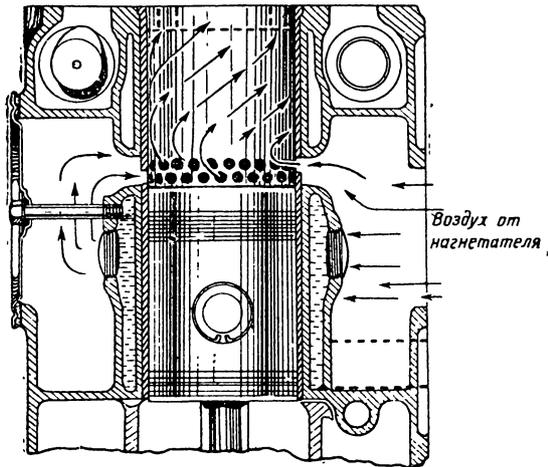
Фиг. 798. Заширленный клапан.

Разделённые камеры сгорания. В разделённых камерах сгорания тщательное перемешивание топлива с воздухом осуществляется путём использования газовых потоков, перетекающих из одной полости камеры сгорания в другую. Процесс перетекания происходит при больших скоростях, что вызывает большие гидравлические и тепловые потери.

Разделённые камеры делятся на следующие три группы:

- а) вихревые камеры;
- б) предкамеры;
- в) воздушно-вспомогательные камеры.

На фиг. 800 представлена схема вихревой камеры, в которой смесеобразование происходит вследствие интенсивных вихрей, образующихся в процессе сжатия и обеспечивающих тщательное перемешивание топлива с воздухом как в вихревой камере 1, так и при выходе газов в процессе сгорания из вихревой камеры в цилиндр 3.

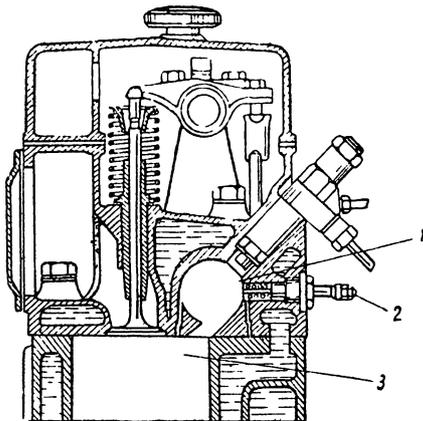


Фиг. 799. Движение воздуха через продувочные окна двигателя ГМС.

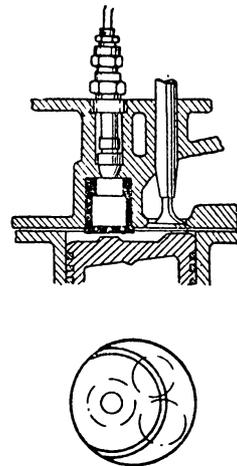
Поскольку вихревые камеры расположены обычно в головке цилиндра двигателя, где потери тепла в воду велики, то с целью облегчения запуска в вихревую камеру устанавливается электрическая свеча накаливания 2 для прогрева камеры.

Предкамеры. Предкамерой называется дополнительная камера, в которую непосредственно впрыскивается топливо (фиг. 801). Топливо, впрыскиваемое в предкамеру, загорается там при малом коэффициенте избытка воздуха и затем вследствие давления,

образующегося в предкамере, несгоревшее топливо через узкие отверстия с большой скоростью впрыскивается в основную камеру и, интенсивно перемешиваясь с воздухом, сгорает там. Таким образом перемешивание топлива и воздуха осуществляется в основном путём использо-



Фиг. 800. Форма вихревой камеры сгорания.

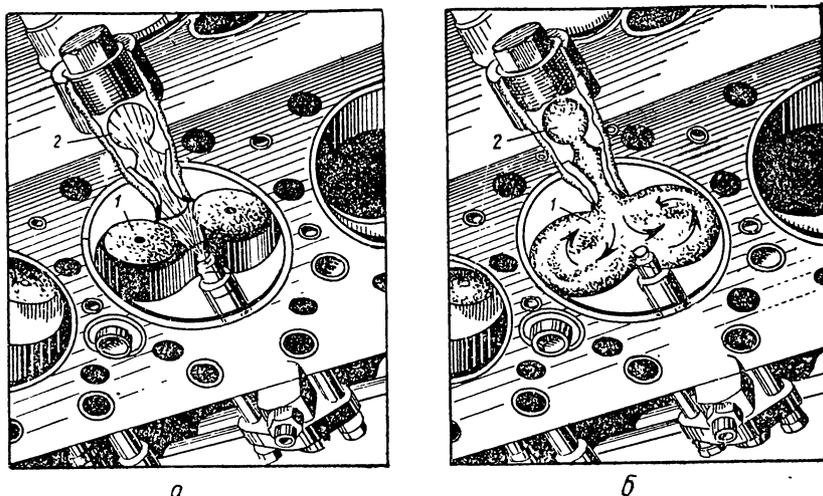


Фиг. 801. Предкамера двигателя Ганца.

вания энергии перетекания газов из предкамеры в основную камеру в процессе сгорания топлива.

Воздушно-вспомогательные камеры. Особенностью воздушно-вспомогательных камер является следующее. Впрыск топлива производится в основную камеру сгорания 1 (фиг. 802, а), причём струя топлива направляется в узкую горловину воздушно-вспомогательной ка-

меры 2. В процессе сжатия топливо вместе с потоком воздуха входит в воздушно-вспомогательную камеру. При сгорании газы, выходящие из



Фиг. 802. Воздушно-вспомогательная камера двигателя Додж (вид на головку двигателя снизу).

воздушно-вспомогательной камеры 2, интенсивно перемешивают топливо с воздухом в основной камере 1, способствуя этим улучшению процесса сгорания (фиг. 802, б).

### § 5. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ

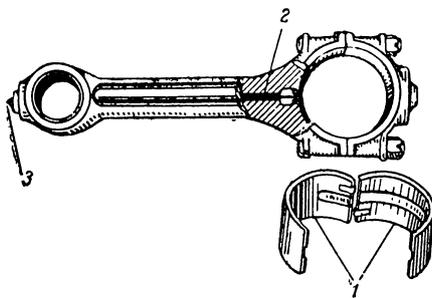
Высокие давления в цилиндре двигателя Дизеля предъявляют повышенные требования к механической прочности его деталей и в первую очередь к кривошипно-шатунной группе.

На фиг. 803 показан шатун двигателя GMC, имеющий нижнюю разъемную головку с вкладышами 1, залитыми свинцовистой бронзой, канал 2 в стержне для подачи масла к поршневому пальцу и на верхней головке шатуна распылитель 3 для охлаждения изнутри днища поршня струей масла.

На фиг. 804 псказан поршень, имеющий усиленное оребрение внутри для повышения прочности днища и увеличения отвода тепла. Днище поршня имеет кольцевой выступ, закрывающий стенки цилиндра и не позволяющий топливу попадать на относительно холодные стенки цилиндра и конденсироваться там.

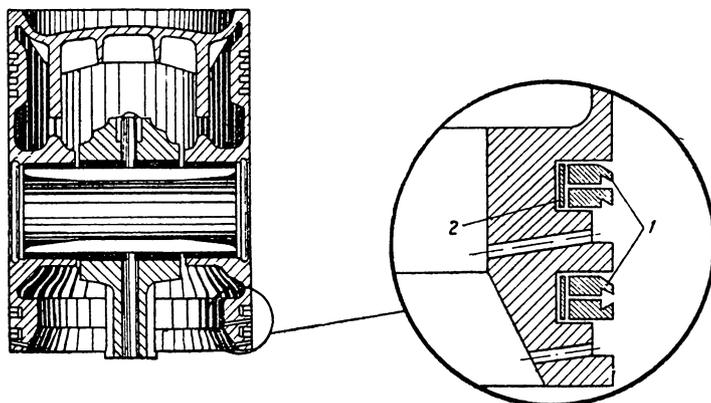
Высокое давление в цилиндре обуславливает необходимость установки увеличенного числа компрессионных колец.

Для предохранения от избыточного поступления масла в цилиндр на нижней части поршня установлены два двойных маслосъемных кольца 1 с острой фаской и расширителем (экспандером) 2, обеспечивающим плотное прилегание колец к цилиндру.



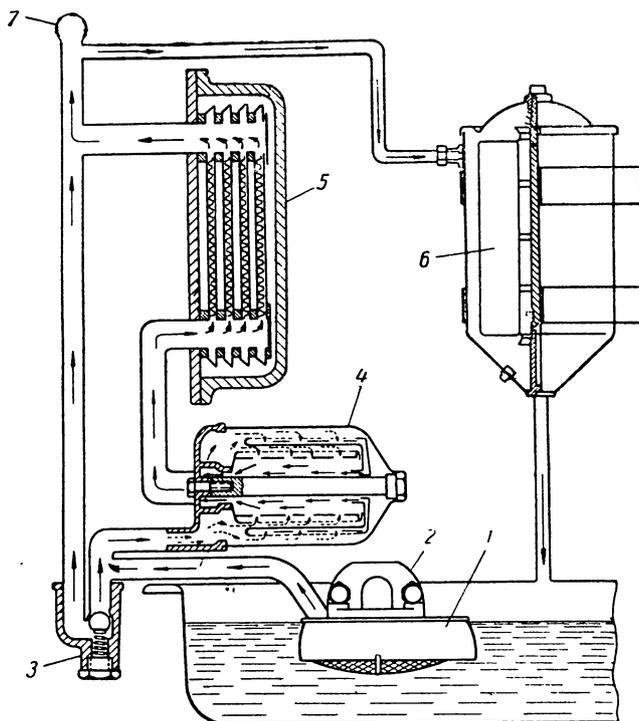
Фиг. 803. Шатун двигателя GMC.

Картер, блок цилиндров, подшипники, силовые болты и шпильки двигателей Дизеля должны быть прочнее, чем у карбюраторных двигателей.



Фиг. 804. Поршень двигателя ГМС.

Высокие удельные давления на подшипниках требуют также применения более высококачественных масел, подаваемых к подшипникам под более высокими давлением, чем у карбюраторных двигателей.



Ф.иг. 805. Схема смазки двигателя ГМС.

Так как в двигателях Дизеля масло нагревается в большей степени, чем в карбюраторных двигателях, то весьма часто применяется охлаждение масла в специальных масляных радиаторах.

На фиг. 805 показана схема смазки двигателя Дизеля фирмы ГМС. Масло из картера двигателя через сетчатый фильтр 1 поступает к ма-

сльному насосу 2, откуда подаётся к редукционному клапану 3 и параллельно к масляному фильтру 4. Из масляного фильтра 4 масло поступает в радиатор 5, омываемый водой из блока двигателя. При наличии холодного густого масла сопротивление фильтра 4 и радиатора будет велико и поэтому часть масла пойдёт и через редукционный клапан 3, минуя фильтр.

По выходе из масляного радиатора масло пойдёт в главную масляную магистраль 7 для смазки двигателя и параллельно будет поступать в тонкий масляный фильтр 6, осуществляющий очистку части масла, поступающего затем обратно в картер.

## § 6. ТОПЛИВО И ТОПЛИВОПОДАЮЩАЯ СИСТЕМА

### Топливо для двигателей Дизеля

Для двигателей Дизеля применяются тяжёлые топлива — газойль, соляровое масло и дизельное топливо, являющиеся узкими фракциями перегонки нефти между керосином и маслами. Характеристика этих топлив приводится ниже.

Наименование топлива	ОСТ №	Уд. вес	Температура вспышки по М—П	Вязкость по Энглеру при + 50 °С	Температура застывания °С	Фракционный состав—выкипает в %		
						до 250 °С не более	до 300 °С не менее	до 360 °С не менее
Газойль грозненский . . . . .	8842	0,835	70	1,4	— 10	—	60	95
» бакинский . . . . .	8842	0,876	70	1,4	— 20	—	60	—
Дизельное топливо ДТ:								
летнее . . . . .		0,875	65	1,2—3	— 10	—	40	80
зимнее . . . . .		0,875	65	1,2—2	— 25	—	60	85

Основные требования, предъявляемые к топливу для быстроходных дизелей:

- 1) теплотворная способность не менее 10 000 кал/кг;
- 2) малая вязкость в пределах 1,2—0,3° Энглера;
- 3) достаточная смазывающая способность, обеспечивающая смазку плунжера и втулки топливного насоса;
- 4) сохранение однородности при продолжительном хранении;
- 5) минимальное образование нагара при сгорании в двигателе;
- 6) обеспечение быстрого пуска в ход двигателя;
- 7) абсолютное отсутствие механических примесей и воды;
- 8) минимальная кислотность и минимальное корродирование деталей двигателя.

### Топливоподающая система

Топливоподающая система состоит из топливного насоса, форсунки, механизмов, обеспечивающих нормальную работу системы (регулятор, муфта опережения, топливоподкачивающая помпа, фильтр), и трубопроводов.

Топливный насос двигателя Дизеля обеспечивает подачу в цилиндр двигателя необходимой порции топлива в необходимый момент с определённой продолжительностью, скоростью и давлением.

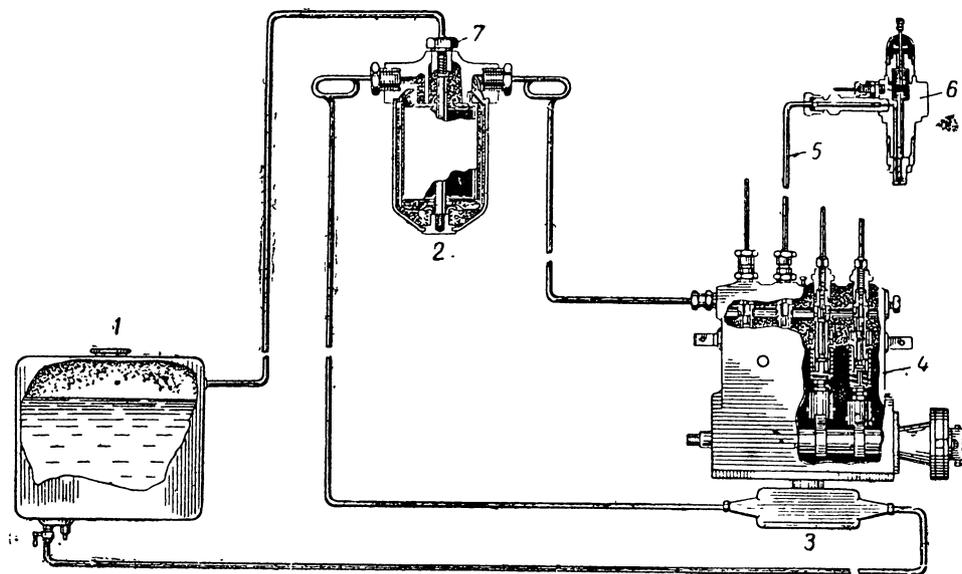
Форсунка должна обеспечить распыливание топлива в камере сгорания, т. е. распределить частицы топлива так, чтобы получить наиболее эффективное использование воздушного заряда. Отсутствие подте-

кания капелек топлива у отверстий форсунки после окончания впрыска также является необходимым условием хорошей работы форсунки.

Количество топлива, поступающего в цилиндр двигателя, находится в зависимости от литража цилиндра, числа оборотов и нагрузки двигателя.

Необходимость точной дозировки малых порций топлива предъявляет высокие требования к производству топливной аппаратуры

Схема топливоподдачи в дизелях. Топливо из бака 1 (фиг. 806) через топливоподкачивающую помпу 3 и фильтр 2 поступает к насосу 4. Топливоподкачивающая помпа обеспечивает надёжную по-



Фиг. 806. Схема подачи топлива.

дачу топлива к насосу под давлением до  $1,2-1,3 \text{ кг/см}^2$ . Так как производительность топливоподкачивающей помпы превышает потребность насоса в топливе в 3—4 раза, избыточное количество топлива через переключной клапан 7 возвращается в топливный бак 1. Излишняя производительность помпы необходима для полного обеспечения топливом насоса на всех режимах его работы при любых условиях (вязкость топлива, износ и т. д.).

Из топливного насоса 4 топливо по трубкам высокого давления 5, имеющим наружный диаметр 7—8 мм и внутренний 1—1,5 мм, подаётся к форсункам 6.

Такая схема подачи топлива применяется на большинстве дизельных автомобилей.

### Насосы и методы регулирования подачи топлива

Топливные насосы двигателей Дизеля должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Закон подачи топлива должен обеспечить хорошее смесеобразование и сгорание.

2. Количественная регулировка подачи в отдельные цилиндры должна быть точной. Неравномерность подачи по цилиндрам не должна превышать 2—3%.

3. Во избежание подтекания топлива в сопловом отверстии форсунки по окончании подачи давление топлива в нагнетательном трубопроводе должно быть минимальным.

4. Регулятор подачи топлива должен чутко реагировать на изменения режимов двигателя.

Топливные насосы различаются по способам регулирования количества подаваемого топлива:

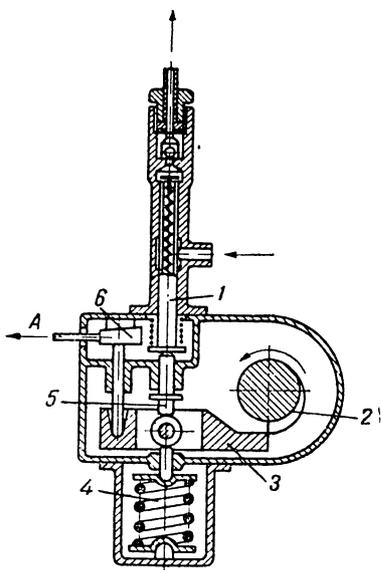
1) часы с переменным ходом плунжера,

2) насосы с постоянным ходом плунжера и с перепуском излишнего топлива при помощи: а) перепускного клапана, б) плунжера-золотника.

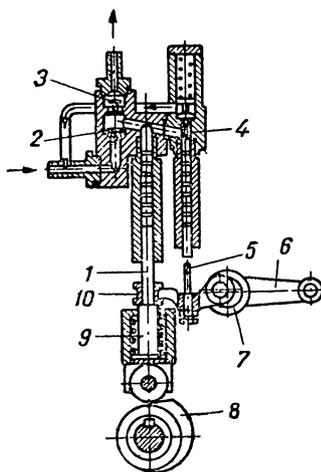
Наибольшее распространение у автомобильных двигателей Дизеля получили насосы с перепуском излишнего топлива при помощи плунжера-золотника.

Перепуск излишнего топлива при помощи плунжера-золотника обычно осуществляется в конце подачи, так как начало подачи должно быть управляемо и изменяться только в зависимости от скоростного режима работы двигателя.

Насосы с переменным ходом плунжера. В насосе фирмы Ganz-Jenndrassik (Ганц-Эндрассик) (фиг. 807) изменение хода плунжера 1 осуществляется применением клина 6, воздействующего на конец рычага 3, связывающего толкатель 5 с кулачком 2. У этого на-



Фиг. 807. Насос с переменным ходом плунжера фирмы Ганц-Эндрассик.



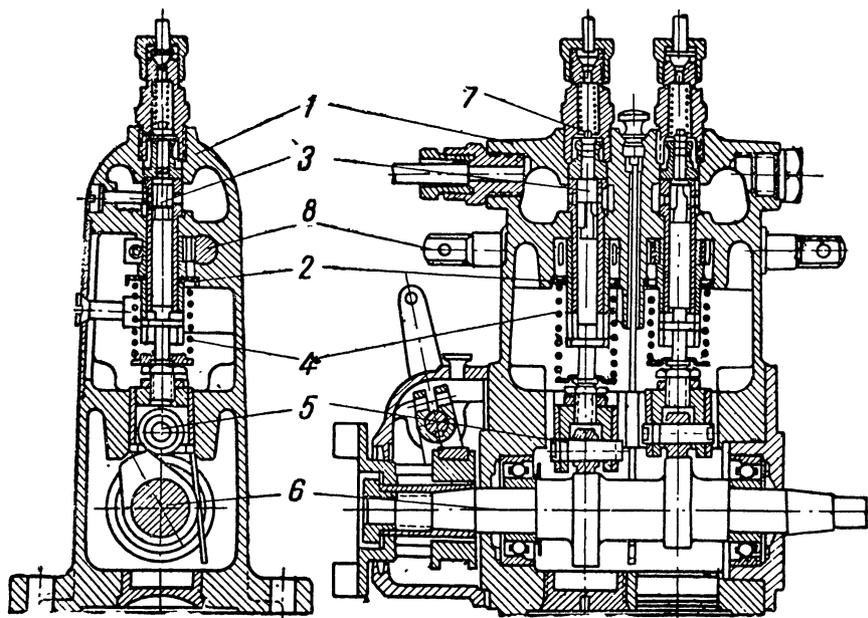
Фиг. 808. Насос с постоянным ходом плунжера и перепускным клапаном.

соса начало подачи не меняется с изменением величины подачи, и скорость плунжера зависит только от подающей пружины 4. При вдвижении клина 6 по стрелке А подача топлива увеличивается, так как кулачок начинает ранее скользить по рычагу и отводить плунжер на большую величину. При выдвигании клина против стрелки А конец рычага отходит от кулачкового валика и кулачок, набегаая позднее на рычаг, опускает его на меньшую величину, следовательно, и подъем плунжера будет уменьшаться. Конец подъема плунжера ограничивается упором верхней шайбы пружины 4 в торец направляющей втулки.

Топливный насос с регулированием подачи перепускным клапаном (фиг. 808). Плунжер насоса 1 имеет постоянный ход, определяемый высотой кулачка. Рядом с плунжером располо-

жен перепускной клапан 4, открытие которого осуществляется штифтом 5, ввёрнутым в качающийся рычаг, один конец которого сидит на эксцентрике 7, а другой связан с муфтой 10 плунжера 1. Кулачок 8 через толкатель 9 поднимает муфту 10 и плунжер 1. Топливо из втулки плунжера через клапан 3 подаётся к форсунке. При подъёме плунжера 1 и муфты 10 штифт 5 поднимает перепускной клапан 4 и возвращает топливо во всасывающий канал насоса. При опускании плунжера 1 перепускной клапан закрывается, и топливо из бака через клапан 2 поступает во втулку плунжера. При повороте рычагом 6 эксцентрика 7 зазор между штифтом 5 и стержнем клапана 4 изменяется. При увеличении зазора перепускной клапан 4 открывается позже, а следовательно, подача топлива происходит на большем пути плунжера.

Насосы с регулированием подачи при помощи плунжера-азолотника. Этот тип насосов имеет наибольшее рас-



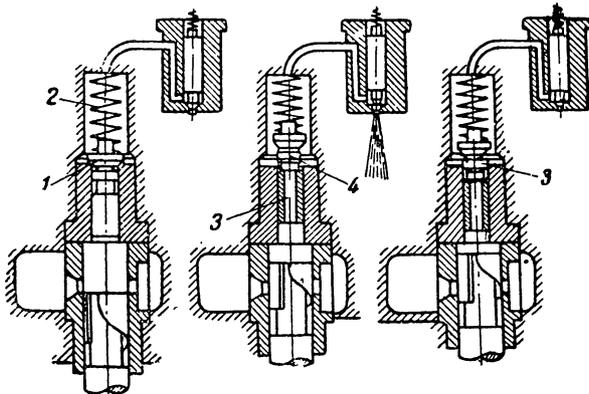
Фиг. 809. Топливный насос Бош.

пространение: в Германии—фирма Bosch (Бош), в Америке—American-Bosch (Американ-Бош), в Англии SAV-Bosch (С. А. В.-Бош), в СССР — ККАЗ. Насосы выпускаются для двигателей с числом цилиндров от 1 до 12 и различной производительности. Количество обслуживаемых цилиндров определяется количеством рабочих элементов, расположенных в корпусе насоса.

На фиг. 809 показан насос Бош для двухцилиндрового двигателя. Рабочий элемент насоса Бош (фиг. 809) состоит из цилиндрической гильзы 2 и плунжера 3. В верхней части гильзы имеются два боковых отверстия для приёма топлива. Цилиндрическая гильза устанавливается в корпусе насоса 1 и прижимается сверху корпусом седла нагнетательного клапана 7. Крепление корпуса седла осуществляется при помощи штуцера, к которому присоединяется трубопровод высокого давления, ведущий топливо к форсунке. Верхняя часть цилиндрической гильзы с приёмными отверстиями окружена всасывающей камерой, расположенной вдоль всего корпуса насоса.

В цилиндрической гильзе 2 с зазором, равным 2—3 микронам, расположен плунжер 3. На верхней части плунжера имеются продольный паз и выточка с винтовой кромкой. На нижней части плунжера имеются два боковых шипа и нижняя головка для соединения плунжера через опорную шайбу с пружиной плунжера 4. На нижнюю головку плунжера опирается роликовый толкатель 5, имеющий регулировочный болт. На ролик толкателя воздействует кулачок кулачкового валика 6, расположенного в нижней части корпуса насоса. На цилиндрическую гильзу 2 надевается поворотная втулка, в прорези которой входят боковые шипы плунжера. На верхней части поворотной втулки зажата разрезная шестерня, входящая в зацепление с рейкой 8.

При нижнем положении плунжера 3 боковые отверстия гильзы открыты и топливо от подкачивающей помпы заполняет внутренность гильзы над плунжером 3. При движении плунжера 3 вверх происходит перекрытие боковых отверстий цилиндрической гильзы. После перекрытия этих отверстий начинается подача топлива к форсунке через нагнетательный клапан. При дальнейшем ходе плунжера вверх правое отверстие цилиндрической гильзы окажется против выточки под винтовой кромкой плунжера и топливо будет выталкиваться плунжером через продольный паз, выточку и правое отверстие цилиндрической гильзы обратно во всасывающую камеру.



Фиг. 810. Схема работы нагнетательного клапана насоса Бош.

Открытие срезом винтовой кромки правого отверстия цилиндрической

гильзы определяет конец подачи топлива. Для изменения количества подаваемого топлива необходимо повернуть плунжер. При этом изменяется длина образующей от торца плунжера до винтовой кромки.

Таким образом при постоянном начале подачи топлива конец подачи будет переменным и зависящим от длины образующей. Поворот плунжеров насоса осуществляется при помощи рейки, которая при своём передвижении вращает поворотную втулку с разрезной шестерней и через прорези втулки и боковые шипы плунжера вращает последний. Рейка имеет упор, ограничивающий максимальную подачу топлива.

Нагнетательный клапан насоса, расположенный над рабочей втулкой, служит для разобщения трубопровода высокого давления от полости втулки в процессе всасывания топлива и для разгрузки трубопровода от давления после окончания процесса вырыска.

Нагнетательный клапан (фиг. 810) имеет в верхней части выступающий конец, центрирующий пружину 2 клапана. Ниже расположена тарелка клапана, под которой имеется цилиндрический разгрузочный поясок 4.

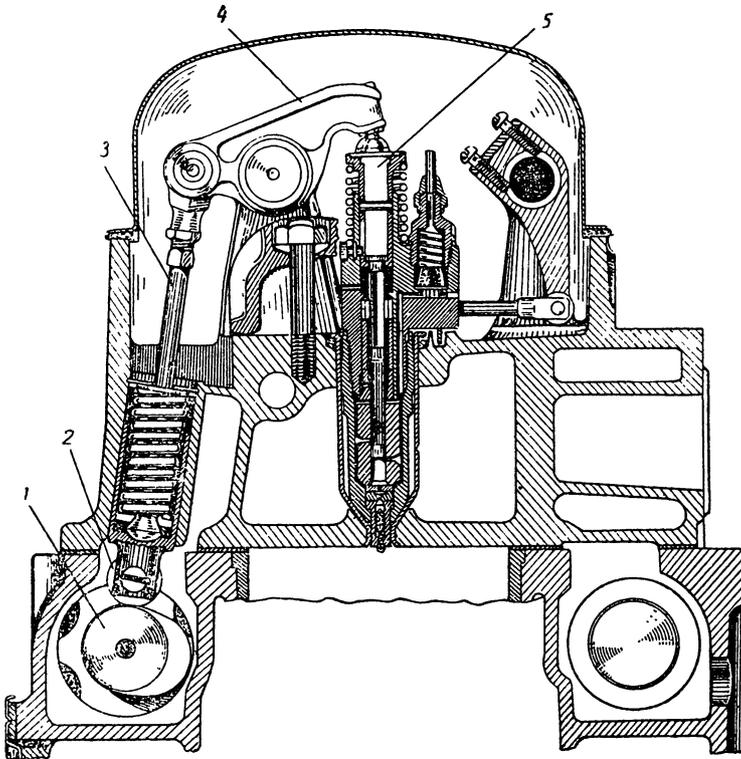
Разгрузочный поясок 4 входит в канал корпуса нагнетательного клапана с малым зазором. Внизу клапан оканчивается направляющим хвостовиком 3.

При ходе плунжера вверх топливо поднимает нагнетательный клапан и только после этого поступает к форсунке. При подъёме нагнетательный клапан уменьшает объём трубопровода на величину, равную

объёму нагнетательного клапана от места посадки тарелки клапана до нижнего среза разгрузочного пояса.

После окончания подачи нагнетательный клапан садится на место и, увеличивая таким образом объём трубопровода, резко понижает остаточное давление в трубопроводе, устраняя возможность подтекания топлива из форсунки.

Фирма GMS изготовляет для своих двухтактных двигателей Дизеля специальный насос. Рабочий элемент насоса, состоящий из гильзы и плунжера, выполнен вместе с форсункой и устанавливается в головке



Фиг. 811. Привод насоса-форсунки GMS.

двигателя (фиг. 811). Такое соединение насоса и форсунки уменьшает возможность подтекания топлива и уничтожает влияние пульсации трубопровода высокого давления на подачу топлива в цилиндр.

Кулачковый валик механизма газораспределения, расположенный вдоль верхней части блока двигателя, имеет кулачки для топливного насоса. Кулачок 1 (фиг. 811) воздействует на плунжер через роликовый толкатель 2, штангу 3, коромысло 4 и толкатель плунжера 5. Ход плунжера постоянен. Гильза 1 (фиг. 812) имеет в нижней части два перепускных отверстия 2 и 3, сообщающие полость гильзы со всасывающей камерой 7. Одно отверстие расположено ниже другого. Плунжер в нижней части имеет кольцевую выточку, обе кромки которой выполнены по винту; наклон верхней кромки больше, чем нижней. С торца в плунжере имеется канал, который через боковое сверление сообщает рабочую полость с кольцевой выточкой.

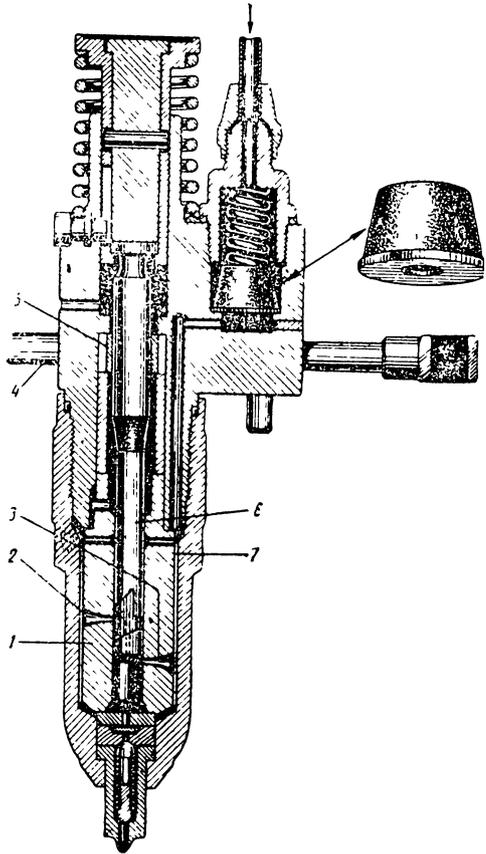
При верхнем положении плунжера рабочая полость сообщается со всасывающей камерой 7 через верхнее перепускное отверстие, кольце-

вую выточку и сверления в плунжере, а также через нижнее перепускное отверстие непосредственно. При таком положении плунжера осуществляется заполнение рабочей полости топливом, подаваемым топливозакачивающей помпой под давлением.

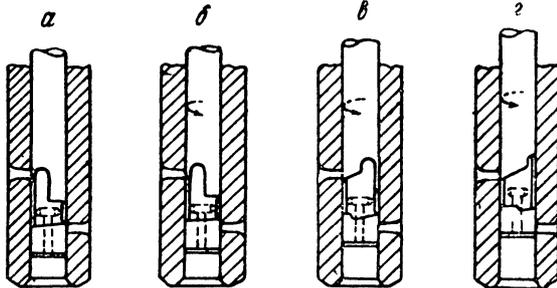
При движении плунжера вниз нижняя кромка плунжера закрывает нижнее перепускное отверстие и топливо перетекает через сверление в плунжере, кольцевую выточку и верхнее отверстие во всасывающую камеру. При дальнейшем ходе плунжера верхнее отверстие также закрывается верхней винтовой кромкой, и с этого момента начинается подача топлива к форсунке.

Конец подачи наступает при открытии нижнего отверстия нижней винтовой кромкой. При этом топливо из рабочей полости снова перетекает во всасывающую камеру через сверление в плунжере, кольцевую выточку и нижнее перепускное отверстие. Количество подаваемого топлива зависит от продолжительности закрытия обоих перепускных отверстий.

Так как момент закрытия отверстия 3 при ходе плунжера вниз постоянен, то при изменении момента закрытия верхнего отверстия верхней винтовой кромкой изменяется продолжительность подачи. Поворот плунжера осуществляется рейкой 4 и находящейся в зацеплении с ней шестерней 5, связанной с плунжером так же, как и у насоса Бош.



Фиг. 812. Насос-форсунка GMS.



Фиг. 813. Фазы подачи топлива насоса GMS: а—плунжер вверх; б—начало подачи; в—конец подачи; г—плунжер вниз.

Схема б. Плунжер перемещается вниз; стенками плунжера закрываются оба перепускные отверстия; начинается подача топлива.

Схема в. Нижняя кромка выточки плунжера открывает нижнее

Способ дозировки топлива ясно виден из фиг. 813 и 814. На фиг. 813 показана работа насоса GMS при различных фазах подачи топлива в цилиндр двигателя.

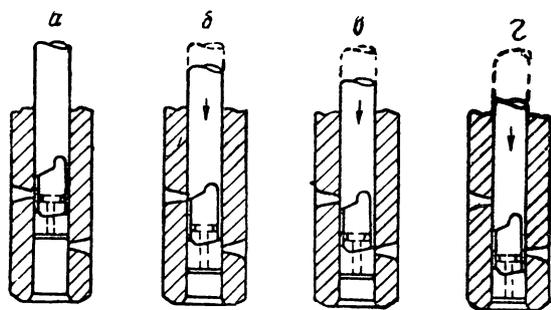
Схема а. Плунжер находится в верхнем положении — совершается заполнение рабочей полости насоса топливом из всасывающей камеры через оба перепускные отверстия и сверления в плунжере.

перепускное отверстие — подача топлива окончена. Топливо из рабочей полости через сверление в плунжере и нижнее перепускное отверстие перетекает обратно во всасывающую камеру.

С х е м а г. Свободный ход плунжера (до крайнего нижнего положения) — топливо перетекает из рабочей полости через сверление плунжера и нижнее перепускное отверстие во всасывающую камеру.

При перемещении плунжера вверх происходит всасывание топлива через перепускные отверстия в рабочую полость.

На фиг. 814 показано положение плунжера при различной величине подачи топлива насосом. На всех схемах показан момент начала подачи топлива.

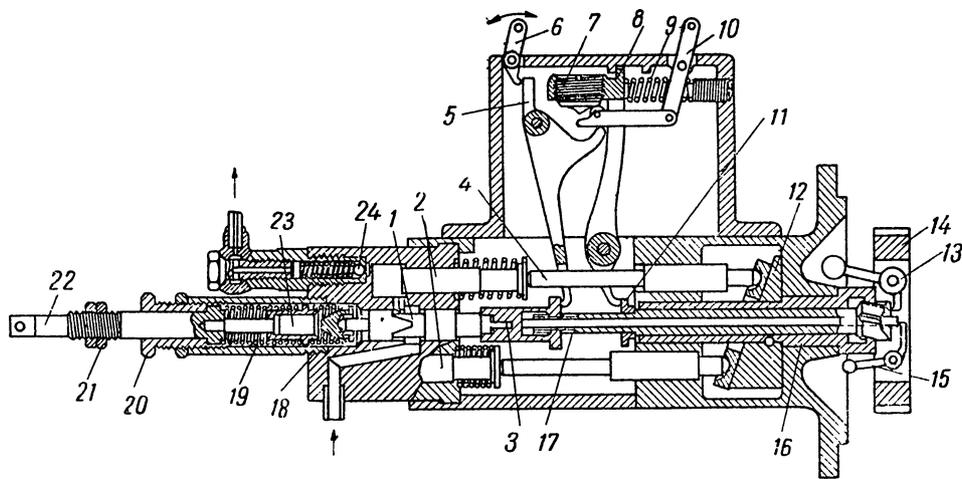


Фиг. 814. Дозировка подачи топлива насоса GMC:  
а—нет подачи; б—малая подача; в—средняя подача;  
г—полная подача.

топлива.

С х е м а а. Нет подачи. Верхнее перепускное отверстие закрывается в момент открытия нижнего—подачи топлива нет. Топливо, перетекающее из рабочей полости вначале через сверление в плунжере и верхнее перепускное отверстие во всасывающую камеру, после открытия нижнего перепускного отверстия перетекает через него.

С х е м а б. Малая подача топлива—верхнее и нижнее перепускные отверстия закрыты. Подача продолжается до момента открытия нижнего перепускного отверстия кромкой кольцевой выточки плунжера.



Фиг. 815. Топливный насос Эксцелло.

С х е м ы в и г. Средняя и полная подачи топлива. Рабочий ход плунжера от момента закрытия обоих перепускных отверстий до момента открытия верхнего увеличен.

Насос двигателя Dodge (Додж) типа Эксцелло (Ex-Cell-o) отличается от предыдущих насосов тем, что вращающийся золотник, регулирующий подачу топлива, сделан общим для всех плунжеров, имеющих постоянный ход (фиг. 815).

Плунжеры 2 расположены концентрично относительно вращающегося золотника 1. Подъём плунжеров осуществляется через толкатели 4 при помощи наклонной шайбы 12, посаженной на приводной валик 16. Возвращение плунжеров в нижнее положение производится пружинами, постоянно прижимающими плунжеры через толкатели к наклонной шайбе. Вращающийся золотник 1 имеет кольцевую выточку. На боковой поверхности головки золотника имеется образованный верхней кромкой выточки регулирующий клиновидный выступ.

В процессе всасывания топливо из всасывающей камеры, расположенной вокруг выточки золотника, поступает через перепускное отверстие внутрь гильзы.

При подъёме плунжера кромка клиновидного выступа вращающегося золотника закрывает перепускное отверстие и начинается подача топлива через нагнетательный клапан 24 к форсунке. Конец подачи наступает при открытии перепускного отверстия кромкой клиновидного выступа вращающегося золотника 1.

Осевое перемещение золотника обеспечивает изменение длины дуги клиновидного выступа, приходящейся против перепускного отверстия гильзы, и соответственно количества подаваемого топлива. Это перемещение может осуществляться от педали акселератора, связанной со штоком 22 изменения подачи, расположенным в центре головки корпуса насоса. Этот шток, расположенный в регулировочном штуцере 20, имеет буртик. В торец штока ввёрнут винт, головка которого входит в свободно посаженный на нём ползун 23. С обеих сторон ползуна 23 расположены пружины, опирающиеся на буртики ползуна. Правая, более слабая, пружина 18 опирается на наконечник золотника. Левая, более сильная, пружина 19 опирается на торец штока 22 изменения подачи. Этой же пружиной шток 22 прижимается к штуцеру 20 регулировки холостого хода.

На резьбе, имеющейся на внешней части штока, установлены гайка 21 и контргайка регулировки максимальной подачи. Расстояние от торца этой гайки до торца регулировочного штуцера определяет изменение расхода топлива от максимума до минимума.

При перемещении штока внутри корпуса торец штока 22 нажимает на сильную пружину 19, которая в свою очередь через втулку и сжимаемую ею слабую пружину 18 перемещает внутрь золотник 1. При этом длина дуги клиновидного выступа выточки золотника, находящаяся против перепускного отверстия гильзы, увеличивается и соответственно увеличивается подача топлива.

Осевому перемещению золотника противодействует груз центробежного регулятора 15, который с увеличением числа оборотов при постоянном положении штока подачи 22 (уменьшение нагрузки двигателя) через центральный шток и шлицевую втулку 3 золотника перемещает золотник в сторону уменьшения подачи.

При уменьшении числа оборотов и постоянном положении штока подачи также автоматически осуществляется увеличение количества подаваемого топлива.

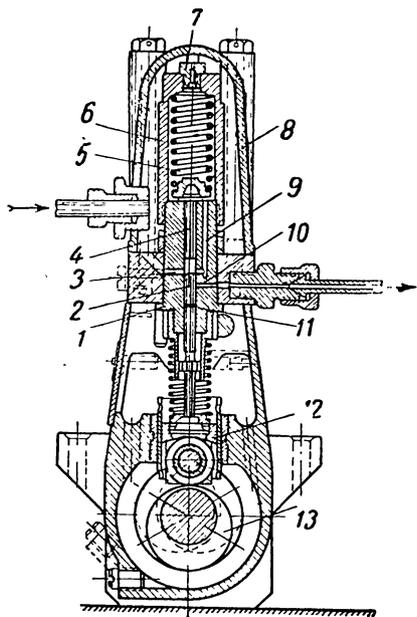
Изменение угла опережения подачи осуществляется автоматически центробежным регулятором. При увеличении числа оборотов двигателя груз 13 центробежного регулятора своим рычагом перемещает полый шток 17. При этом шток поворачивается относительно шестерни привода 14, так как его головка имеет косые шлицы, скользящие в направляющих валика привода 16. Одновременно со штоком 17 поворачиваются шлицевая втулка 3 и золотник 1. Поворот золотника относительно шестерни привода 14 изменяет начало и конец подачи топлива. При своём перемещении полый шток 17 через опорную шайбу 11 и рычаг 8

сжимает пружину 9, жёсткость которой и определяет изменение угла опережения подачи соответственно оборотам двигателя. Регулировка натяжения пружины 9 производится винтом.

В верхней части рычага 8 установлен винт 7 — ограничитель подачи топлива. При его вращении опирающийся на него ролик рычага 10 через рычаг 5 и шлицевую втулку 3 воздействует на золотник 1. Ручное изменение подачи осуществляется рычагом 10. При повороте рычага 10 его ролик, перемещаясь по конусу винта 7, воздействует через рычаг 5 и шлицевую втулку 3 на золотник 1.

Включение и выключение подачи производится рычагом 6, который, воздействуя через рычаг 5 на шлицевую втулку 3, перемещает в осевом направлении золотник 1.

Насос с аккумулятором давления. В насосе фирмы Сцинтилла (Scintilla) постоянство давления впрыска обеспечивается наличием аккумулятора давления (фиг. 816). Аккумулятор давления состоит из плунжера аккумулятора 4, пружины аккумулятора 5 и стакана аккумулятора 6 с калиброванным отверстием в верхней пробке 7 стакана.



Фиг. 816. Насос с аккумулятором давления.

Плунжер аккумулятора 4 нагружен сверху сильной пружиной 5, размещённой в стакане 6, навёрнутом на верхнюю часть гильзы. Стакан через калиброванное отверстие в верхней пробке 7 сообщён со всасывающей камерой, образуемой крышкой 8 корпуса насоса. В гильзе 1 имеется канал 9, сообщающий в свою очередь стакан с рабочей полостью гильзы. Кроме этого, гильза 1 через перепускное отверстие 3 сообщается со всасывающей камерой непосредственно.

Рабочий плунжер 2 имеет на боковой поверхности у торца скос и центрально расположенный канал, который через боковые сверления сообщается с кольцевой выточкой 11. Скос плунжера приходится против перепускного отверстия 3. Поворот рабочего

плунжера осуществляется, как у насоса Бош. Осевое перемещение плунжера производится через роликовый толкатель 12 эксцентриковой шайбой 13 кулачкового валика. При нижнем положении рабочего плунжера 2 топливо поступает в рабочую полость гильзы 1 из всасывающей камеры непосредственно и через калиброванное отверстие стакана 6.

При подъёме плунжера 2 вверх топливо до момента перекрытия перепускного отверстия 3 кромкой скоса будет перетекать обратно во всасывающую камеру. После перекрытия отверстия рабочий плунжер 2, сжимая топливо, воздействует через него на плунжер 4 аккумулятора, который начнёт перемещаться вверх, сжимая пружину 5 аккумулятора и вытесняя топливо, находящееся в стакане, через отверстие пробки 7. При дальнейшем подъёме рабочего плунжера кольцевая выточка доходит до нагнетательного канала 10 гильзы 1. С этого момента плунжер аккумулятора 4 под действием пружины 5 начинает нагнетать топливо через центральный канал рабочего плунжера 2, кольцевую выточку 11, нагнетательный клапан 10 и трубопровод высокого давления к форсунке. Скорость

опускания плунжера аккумулятора определяется скоростью обратного перетекания топлива из всасывающей камеры в стакан через отверстие пробки 7.

Конец подачи определяется моментом максимального сближения торцов обоих плунжеров. Количество подаваемого топлива определяется положением скоса плунжера относительно перепускного отверстия. Чем ранее кромка скоса закроет перепускное отверстие, тем больше будет подача топлива.

### Форсунки

Форсунки быстроходных дизелей бывают двух типов: открытые и закрытые. Наиболее распространёнными у быстроходных дизелей являются закрытые форсунки.

Закрытые форсунки. Основным типом закрытых форсунок являются форсунки Бош и ККАЗ (фиг. 817). Форсунка состоит из корпуса 5 и соединённого с ним нажимной гайкой 3 распылителя 1. Внутри распылителя помещается хорошо притёртая к нему игла 2, своим концом закрывающая выходное отверстие распылителя. Конус иглы через шток 4 прижимается к седлу пружины 6, расположенной в верхней части корпуса форсунки.

Пружина закрыта пробкой, ввёртываемой в верхнюю часть корпуса. В пробке имеется винт 7, опирающийся на пружину и регулирующий её затяжку.

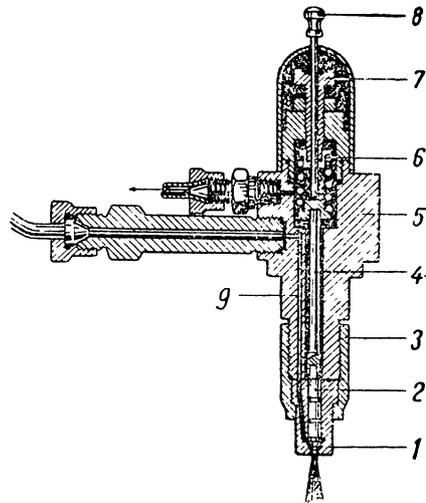
Затяжка пружины определяет давление впрыска, колеблющееся для форсунок данного типа в пределах 120—250 кг/см<sup>2</sup>.

В корпусе форсунки расположен топливный канал 9, по которому топливо от насоса подаётся в кольцевую выточку распылителя. При повышении давления топлива, находящегося в кольцевой выточке распылителя, давит снизу на иглу распылителя 4, и когда усилие от давления превысит силу затяжки пружины 6, игла 4 поднимается и топливо через отверстия распылителя 2 поступит в камеру сгорания двигателя.

На некоторых типах форсунок устанавливается контрольный щуп 8, при помощи которого производится проверка подъёма иглы форсунки.

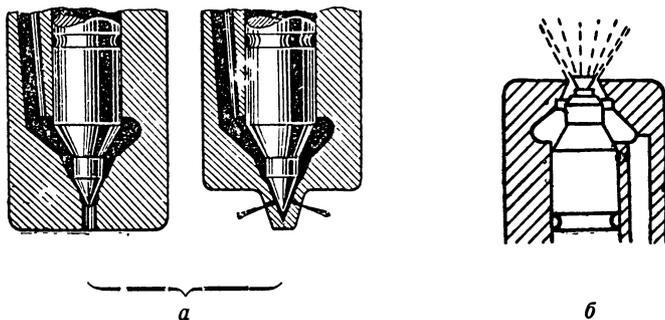
Распылители закрытых форсунок. В распылении топлива и распределении его в камере сгорания большую роль играют проходное сечение и количество отверстий в распылителе.

Распылители делятся на бесштифтовые (фиг. 818, а) и штифтовые (фиг. 818, б). Бесштифтовые распылители имеют от одного до десяти отверстий диаметром 0,2—0,3 мм. Расположение этих отверстий подбирается в зависимости от формы камеры сгорания. Эти распылители устанавливаются в двигателях с неразделённой камерой, где недостаточное вихревое движение воздуха восполняется хорошим распыливанием топлива форсункой.



Фиг. 817. Закрытая форсунка.

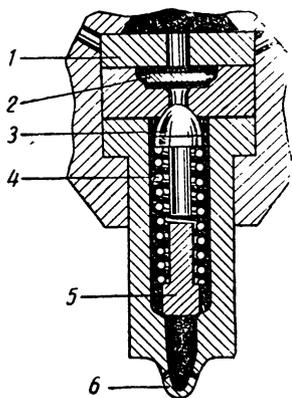
Штифтовые распылители имеют иглу, на конце которой находится штифт с обратным конусом. Штифт входит в отверстие распылителя с зазором и несколько выступает наружу. При подъёме иглы топливо проходит через кольцевой зазор между штифтом и стенками отверстия и, ударяясь о конус штифта, образует факел распылённого топлива, угол



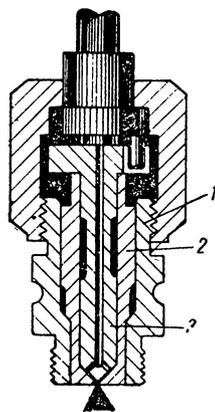
Фиг. 818. Распылители закрытых форсунок.

распыла которого зависит от угла конуса штифта. Штифтовые распылители устанавливаются в двигателях с разделённой камерой, где топливо активно перемешивается потоком воздуха. Штифтовые форсунки менее загорают и засоряются, чем бесштифтовые, благодаря наличию большого отверстия.

Открытыми форсунками называют такие, у которых внутренняя полость форсунки постоянно сообщается с камерой сгорания (нет элемента, закрывающего выходное отверстие распылителя).



Фиг. 8.9. Форсунка фирмы GMS.



Фиг. 820. Открытая форсунка.

Открытые форсунки применимы только при насосах, дающих резкое нарастание давления подачи, малую продолжительность подачи и резкую отсечку. В противном случае распыл будет плохим и возможно образование капелек подтекающего после подачи топлива. Капельки, образующиеся на форсунке, вследствие медленного сгорания приводят к дымному выхлопу.

Форсунка GMS (фиг. 819) состоит из распылителя *б* с расположенными внутри его сферическим клапаном *з*, пружиной *4* и упором клапана *5*. Над торцом распылителя находится корпус *1* с плоским клапа-

ном 2 внутри, выполненным в виде звёздочки. Плоский 2 и сферический 3 клапаны играют роль обратных клапанов. Плоский клапан дублирует сферический при его неплотной посадке.

Топливо из рабочей гильзы проходит мимо плоского клапана 2, отжимает сферический клапан 3 до упора 5 и, проходя через прорези в тарелке упора 5, подходит к наконечнику распылителя 6. Выходя из распылителя 6 через шесть отверстий диаметром 0,165 мм, топливо распространяется по камере сгорания. Давление впрыска достигает 1200—1700 кг/см<sup>2</sup>.

Форсунки дизеля Юнкера (фиг. 820) состоят из стального корпуса 1 и распылителя 2, в центре которого поставлена неподвижная игла 3 с осевым и наклонными сверлениями, подводящими топливо к притёртому конусу иглы. На притёртом конусе иглы сделаны две канавки, по которым топливо поступает к выходному отверстию распылителя 2. Выходящие из канавок струи топлива ударяются друг о друга и распыливаются, образуя плоский факел, равномерно распределяющий топливо в камере сгорания.

Давление впрыска достигает 600—700 кг/см<sup>2</sup>.

### Регуляторы

Регуляторы, устанавливаемые на всех транспортных двигателях Дизеля, имеют назначение:

- 1) ограничивать максимальное число оборотов двигателя на всех нагрузках;
- 2) обеспечивать минимальные устойчивые обороты двигателя на холостом ходу;
- 3) сохранять заданный скоростной режим двигателя при меняющихся нагрузках.

Регуляторы делятся на двухрежимные и всережимные.

Двухрежимными регуляторами называются регуляторы, работающие на режимах максимального числа оборотов двигателя при различных нагрузках и на режимах минимального устойчивого числа оборотов двигателя на холостом ходу. Они, как правило, бывают центробежного типа и имеют широкое распространение ввиду простоты конструкции и ухода за ними.

Всережимные регуляторы работают не только на режимах максимальных и минимальных оборотов двигателя, но также и на промежуточных, сохраняя заданный скоростной режим двигателя.

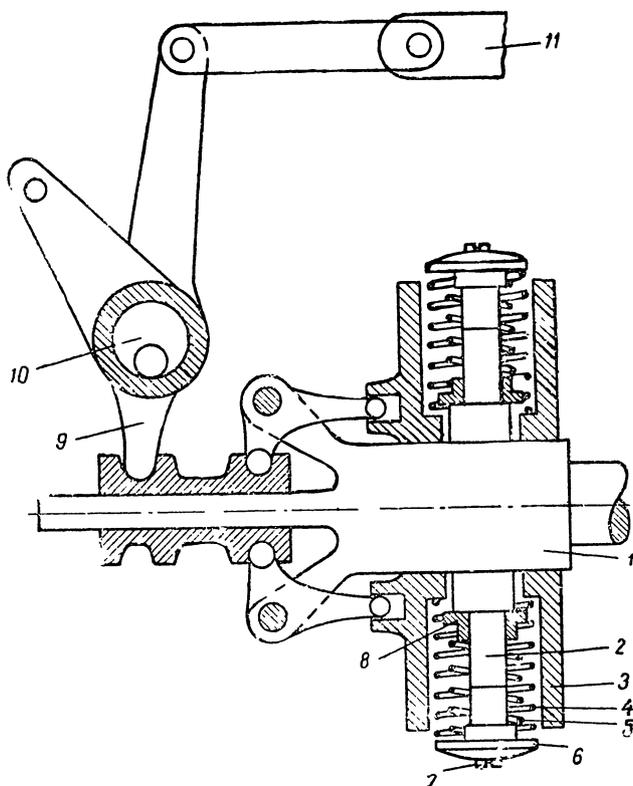
Наиболее распространённым двухрежимным регулятором является регулятор насоса ККАЗ и Бош (фиг. 821). На конце кулачкового валика насоса закрепляется втулка 1, имеющая два диаметрально расположенных стержня 2 с утолщениями у оснований. На эти стержни надеты грузы 3, кинематически связанные системой рычагов с рейкой 11 насоса. На каждый стержень надеваются две пружины, одна пружина 4 действует на груз 3, а другая 5—на тарелку 8, свободно сидящую на стержне 2 и опирающуюся на его утолщение. Верхние концы пружин опираются на тарелку 6, удерживаемую на верхнем конце стержня при помощи гайки 7. Предварительный натяг этих гаек регулирует начало расхождения грузов.

При достижении заданных оборотов под действием центробежной силы грузы расходятся, сжимая пружины, и через систему рычагов перебивают рейку 11 в сторону уменьшения подачи.

При режиме регулировки минимальных оборотов работа пружин протекает следующим образом. На минимальных оборотах холостого хода грузы действуют только на одну наружную пружину, при увеличе-

нии оборотов грузы расходятся, сжимая пружину 4, и через систему рычагов уменьшают подачу топлива. По достижении 350—400 об/мин грузы сжимают эту пружину и прижимаются к тарелке 8, опирающейся на утолщение стержня. Предварительный натяг внутренней пружины 5 и работа внешней пружины 4 останавливают грузы.

Дальнейшее перемещение грузов начнётся снова только по достижении максимальных оборотов, так как на средних оборотах двигателя грузы не смогут преодолеть суммарного усилия обеих пружин 4 и 5.



Фиг. 821. Регулятор насоса КАЗ.

После достижения максимальных оборотов снова начнётся уменьшение подачи топлива, так как в этом случае грузы преодолевают суммарное усилие пружин 4 и 5 и рейка снова пойдёт в сторону уменьшения подачи.

Воздействие водителя на изменение подачи осуществляется поворотом эксцентрика 10, связанного с педалью подачи топлива; на эксцентрик опирается средняя часть рычага 9.

Всерезимный центробежный регулятор типа Экселло. В ступице шестерни привода насоса (фиг. 815) на оси сидит груз 15, концом своего рычага опирающийся на шток. Другим своим концом шток через промежуточную втулку 3 воздействует на золотник 1. Сидящая на противоположном конце золотника 1 чашка опирается на пружину 18 регулировки минимальных оборотов. Другим концом пружина 18 минимальных оборотов садится на ползун 23, на кото-

рый также действует пружина 19 максимальных оборотов. С внешней стороны на пружину максимальных оборотов опирается головка штока 22 управления подачей. В головку штока ввёрнут винт, головка которого может опираться на внутренний буртик ползуна 23.

При увеличении числа оборотов двигателя груз под действием центробежной силы отходит и через рычаг воздействует на шток, который перемещает в свою очередь золотник 1 в сторону уменьшения подачи. Этому движению золотника противодействует пружина 18 минимальных оборотов.

По достижении 400 об/мин чашка золотника 1 опирается на ползун 23, и дальнейшее самостоятельное перемещение золотника прекращается до момента преодоления силы предварительного натяжения пружины максимальных оборотов 19. Когда обороты двигателя достигнут максимальных заданных, золотник 6 под действием грузов снова начнёт перемещаться влево, сжимая пружину максимальных оборотов 19 и снова уменьшая подачу.

Воздействие водителя на увеличение подачи заключается в перемещении штока управления 22 вправо, причём головка штока сжимает пружину 19 максимальных оборотов и через ползун — пружину 18 минимальных оборотов. Изменяя таким образом натяжение пружин, водитель изменяет максимальное число оборотов двигателя, так как при различном положении штока управления 22 грузы 15, встречая различное натяжение пружин, начинают ограничивать максимальные обороты, заданные положением штока управления 22.

Минимальные обороты двигателя могут регулироваться только при штоке управления 22, отведённом влево.

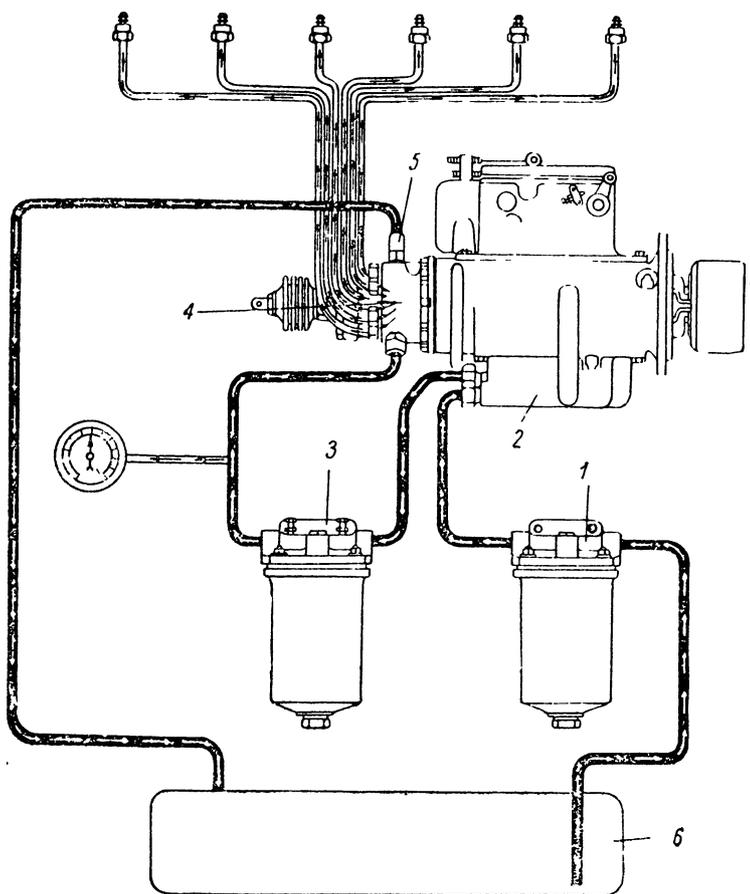
## Фильтры

Для лучшей очистки топлива от механических примесей, а следовательно, для увеличения срока службы топливной аппаратуры в топливоподающей системе двигателя Дизеля является обязательным наличие фильтров. Иногда устанавливают только один фильтр на пути между топливоподкачивающей помпой и насосом (фиг. 806), но часто применяют систему двух фильтров (фиг. 822). Топливо из бака 6 через фильтр 1 первичной очистки поступает к топливоподкачивающей помпе 2, откуда через фильтр 3 вторичной очистки поступает к насосу 4. Избыточное топливо через редукционный клапан 5 возвращается в топливный бак 6.

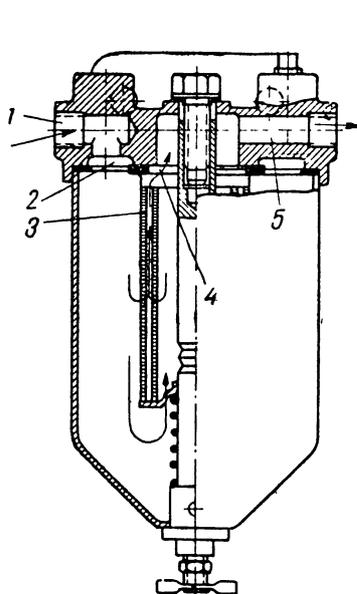
Такое размещение фильтров обеспечивает более полную очистку топлива.

Для фильтров первичной очистки часто применяют фильтрующий элемент, состоящий из набора тонких латунных дисков, уложенных стопкой, с зазором между дисками в 0,05 мм. На фиг. 823 показан такой фильтр. Топливо через отверстие 1 поступает в полость крышки 2 и оттуда — в корпус-отстойник фильтра. Затем топливо проходит через фильтрующий элемент 3, набранный из металлических дисков. Поступая с обеих сторон во внутренние каналы элемента 3, образуемые совпадающими отверстиями в дисках, топливо по этим каналам поднимается в полость 4 и через отверстие 5 идёт к подкачивающей помпе. Кран 6 служит для периодического спуска отстоя.

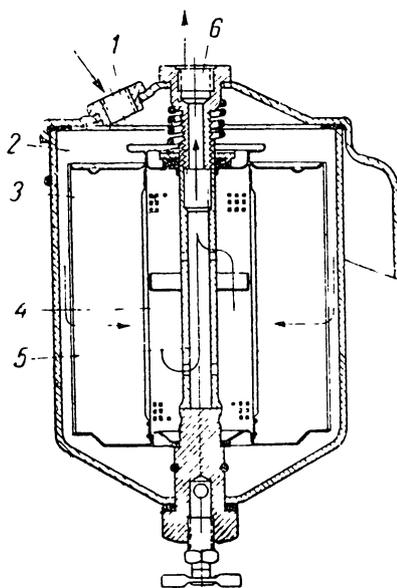
Фильтры вторичной (тонкой) очистки имеют фильтрующие элементы, состоящие из войлочных колец, металлических чехлов с тканевым покрытием или же из перфорированных барабанов, наполненных фильтровальными материалами. На фиг. 824 показан такой фильтр. Топливо че-



Фиг. 822. Схема подачи топлива двигателя Додж.



Фиг. 823. Грубый топливный фильтр двигателя GMC.



Фиг. 824. Тонкий топливный фильтр двигателя GMC.

рез отверстие 1 в крышке фильтра поступает в полость 2 корпуса-отстойника фильтра, откуда через фильтрующий элемент 3 проходит в центральную часть приёмника 4 и по центральной трубке 5 идёт через отверстие 6 к насосу.

#### § 7. ПУСК ДВИГАТЕЛЯ ДИЗЕЛЯ И СРЕДСТВА, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ЕГО ПУСК

Метод смесеобразования и воспламенения в двигателях Дизеля предъявляет свои требования к пуску двигателя. Для надёжного пуска необходимо создать высокую температуру сжатия и хорошее распыливание топлива в камере сгорания, преодолев при этом значительное сопротивление вращению коленчатого вала. Это сопротивление возникает вследствие высоких давлений в цилиндре в конце хода сжатия.

Внешняя температура и тепловое состояние двигателя при пуске играют большую роль. Для получения благоприятных условий пуска холодного двигателя необходимо вращать коленчатый вал двигателя со скоростью 150—300 об/мин, что превышает пусковые обороты карбюраторного двигателя примерно в 3 раза.

При меньшем числе оборотов увеличиваются теплоотдача в стенки цилиндра и утечка воздуха через неплотности в кольцах поршня.

Наиболее высокие пусковые обороты необходимо иметь для двигателей, имеющих открытые форсунки, в которых удовлетворительное распыливание может получиться только при высоких оборотах.

Пуск автомобильных двигателей Дизеля может осуществляться следующим способом:

- 1) электрическим стартером,
- 2) ручную,
- 3) пуском дизеля на бензине,
- 4) инерционным стартером,
- 5) сжатым воздухом,
- 6) специальным бензиновым мотором.

Наиболее распространённым является пуск электрическим стартером.

Электрические стартеры на двигателях Дизеля применяются мощностью в 2—4 раза более, чем на таких же по мощности карбюраторных двигателях. Это вызывает необходимость увеличения ёмкости аккумуляторных батарей и соответственно повышения мощности генератора для зарядки аккумуляторов. Электростартеры обычно имеют напряжение 24 V, а иногда и 48 V. Необходимость получения такого напряжения значительно усложняет систему электрооборудования автомобиля.

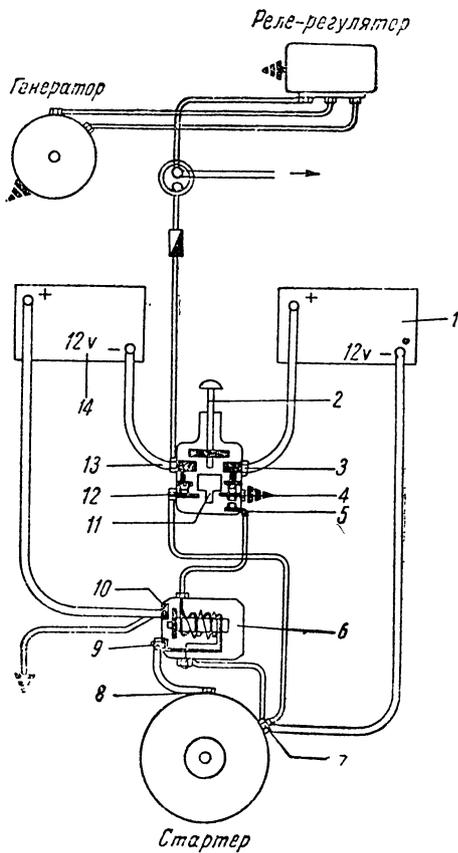
На фиг. 825 представлена схема включения стартера дизельного автомобиля. По этой схеме два аккумулятора по 12 V при нормальной работе автомобиля включены параллельно. При пуске двигателя шток 2 переключателя нажимает на упор 11 под штоком, который в свою очередь, нажимая на пластины нижнего левого 12 и среднего правого 4 контактов, размыкает их. В этом положении осуществляется отключение положительной клеммы правого аккумулятора 1 от массы и его отрицательной клеммы от левого аккумулятора 14. Питание потребителей осуществляется от левого аккумулятора 14. При дальнейшем движении упора вниз замыкаются нижние правые контакты 4 и 5 переключателя, после чего тарелка штока 2 переключателя замыкает верхние контакты 3 и 13. В этом случае отрицательная клемма левого аккумулятора 14 замыкается с положительной клеммой правого 1 и осуществляется последовательное включение аккумулятора. Одновременно с этим ток от положительной клеммы левого аккумулятора 14 поступает на массу

автомобиля, затем на массу 4 корпуса переключателя и через нижний правый контакт 5 на шунтовую обмотку соленоида 6, откуда через клемму стартера 7 на отрицательную клемму правого аккумулятора 1, а также через сериесную обмотку соленоида 6 на контакт 9 корпуса соленоида. Отсюда ток поступает через контакт 8 и обмотку полюсов и якоря на отрицательную клемму правого аккумулятора 1. При перемещении сердечник соленоида 6 замыкает контакт 10 проводов от положительной клеммы левой батареи на контакт 9 стартера, который начинает работать.

**Инерционные стартеры.** Принцип работы инерционного стартера заключается в том, что небольшой маховик, вращающийся со скоростью 10 000—15 000 об/мин, соединяют через передачу с коленчатым валом двигателя. Вращение маховика осуществляется или в ручную через систему планетарных шестерён, или от быстроходного электромотора. Накопленная кинетическая энергия маховика передаётся затем на коленчатый вал через понижающую передачу и дисковое сцепление, находящиеся между двигателем и маховиком стартера, и используется для проворачивания коленчатого вала двигателя.

Ручной пуск двигателя Дизеля может быть обеспечен только на двигателях малой мощности, но в этом случае обычно применяется декомпрессионный механизм, понижающий давление сжатия в цилиндре.

Пуск дизеля на бензине. На некоторых двигателях Дизеля рядом с основной камерой сгорания выполняется дополнительная, отделённая от основной клапаном. Открытие клапана объединяет обе камеры и понижает степень сжатия до 4—4,5. В этом случае возможен пуск двигателя на бензине. Для этого



Фиг. 825. Схема включения стартера.

двигатель снабжается карбюратором и системой зажигания.

Пуск при помощи сжатого воздуха, а также специальным бензиновым мотором имеет на обычных автомобилях редкое применение и поэтому рассматриваться не будет.

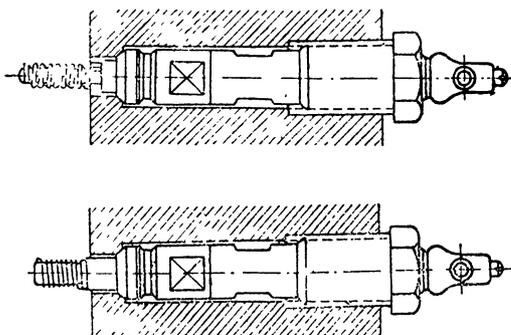
**Дополнительные приборы для облегчения пуска.** В целях облегчения пуска дизеля применяются следующие приборы: 1) декомпрессионные механизмы; 2) свечи накаливания; 3) приборы для подогрева всасываемого воздуха.

Декомпрессионные приспособления, применяемые на двигателях Дизеля, понижают давления сжатия в цилиндрах двигателя во время пуска.

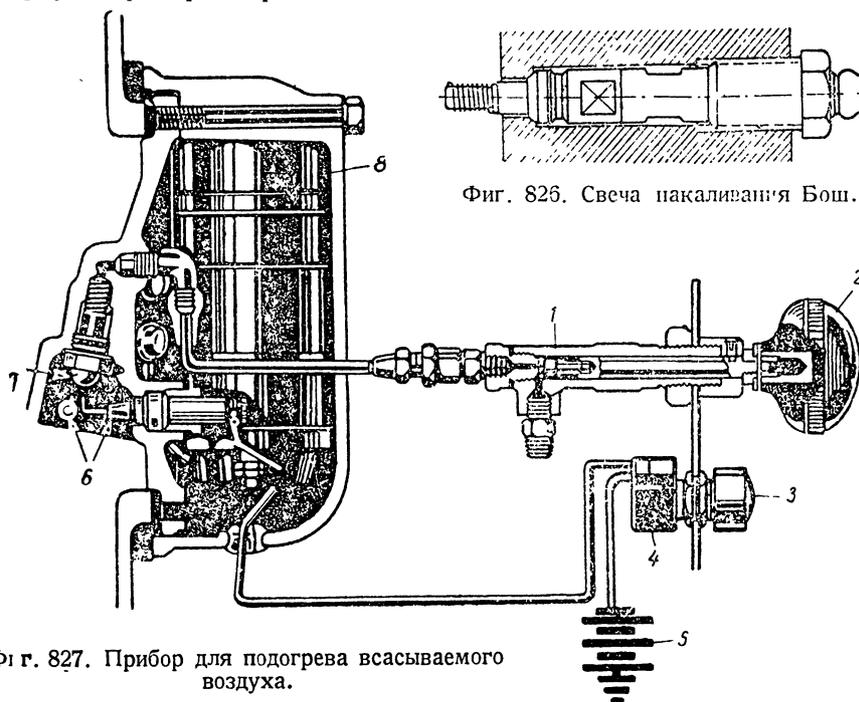
Свечи накаливания, или спирали накаливания, применяются обычно в двигателях Дизеля, имеющих большую поверхность теплоотдачи (вихревые и предкамерные). Свечи состоят из металлического корпуса, изоля-

тора и центрального электрода, к внутреннему концу которого прикрепляется нихромовая спираль, которая вторым концом своим соединяется с корпусом свечи (фиг. 826). Обычно для питания свечей накаливания применяется ток напряжением 2 или 4 V.

На фиг. 827 показан прибор для подогрева всасываемого воздуха, применяемый на двигателях ГМС. Плунжерный насос 1 при вытягивании кнопки 2 забирает топливо из бака и направляет его к форсунке 7. Под форсункой размещена запальная свеча 6. К центральному электроду свечи подводится ток от индукционной катушки 8, расположенной в корпусе прибора. При пово-



Фиг. 826. Свеча накаливания Бош.



Фиг. 827. Прибор для подогрева всасываемого воздуха.

рачивании пусковой кнопки 3 ток от аккумулятора 5 поступает через вибратор 4 в первичную обмотку индукционной катушки 8 и, образуя искру между электродами свечей, зажигает распылённое форсункой 7 топливо.

Нагретый при сгорании топлива воздух из воздушной камеры блока (фиг. 796) цилиндров попадает в цилиндры двигателя и нагревает стенки цилиндра, обеспечивая хороший запуск.

## § 8. УХОД ЗА ДВИГАТЕЛЕМ ДИЗЕЛЯ

Специфика ухода за двигателем Дизеля заключается во внимательнейшем отношении к чистоте топлива, так как грязное топливо является основной причиной выхода из строя элементов топливной аппаратуры, выполненных по высокому классу точности.

Износ элементов топливной аппаратуры (насос, форсунка) влечёт за собой неравномерную подачу топлива по цилиндрам, падение мощности и увеличение расхода топлива. Поэтому прежде всего нужно следить за чистотой и сортом топлива.

Уход за остальными агрегатами двигателя ничем не отличается от ухода за двигателем карбюраторного типа.

Перед пуском двигателя необходимо проверить его заправку водой и маслом и, если нужно, прогреть (при низких температурах).

Плохой пуск двигателя или невозможность его пуска может зависеть от неисправностей электросистемы (малые обороты стартера), неправильной установки распределения, а также от состояния поршневых колец (слабость и пригорание) и клапанов (отсутствие плотной посадки на гнездо и поломка пружин).

Перед пуском необходимо убедиться в наличии топлива в баках и исправном состоянии всей топливной системы. Плохой пуск двигателя или невозможность пуска может зависеть также от подачи топлива из бака через подкачивающую помпу, фильтры и насос к форсунке. Подача может отсутствовать по следующим причинам:

1. Засорился трубопровод или фильтры.
2. В трубопроводах имеются воздушные мешки, препятствующие проходу топлива.
3. Рабочие секции насоса соединены с форсунками не по порядку работы.

Для устранения этих неисправностей следует проверить порядок соединения секций насоса с форсунками, очистить и промыть топливные баки и трубопроводы, прокачать трубопроводы топливом для освобождения от воздуха. Последнее совершается при полуотвёрнутом ниппеле форсунки, который немедленно после прокачки завёртывается.

Плохая работа двигателя после пуска наблюдается в том случае, если насос не подаёт достаточного количества топлива. Это может происходить из-за нарушения равномерной подачи топлива, изменения угла опережения подачи топлива и уменьшения максимальной подачи топлива. Кроме того, падение мощности двигателя может произойти за счёт износа плунжера и втулки насоса, а также от их зависания.

При плохой работе двигателя необходимо также проверить работу форсунок. Основные неисправности в работе форсунок заключаются в износе и заедании иглы распылителя, а также в засорении выходных отверстий распылителя или поломке пружины форсунки. Единственная операция, которая может быть проведена силами водителя, это прочистка отверстий распылителя. Чистка отверстий распылителя осуществляется специальными иглами из мягкого металла. При остальных неисправностях необходимо заменять наконечник или пружину форсунки с последующей регулировкой.

Стуки и дымление мотора зависят от неисправностей насоса (неравномерная подача и уменьшение угла опережения), а также недостаточной компрессии.

## Глава II

### ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ АВТОМОБИЛИ

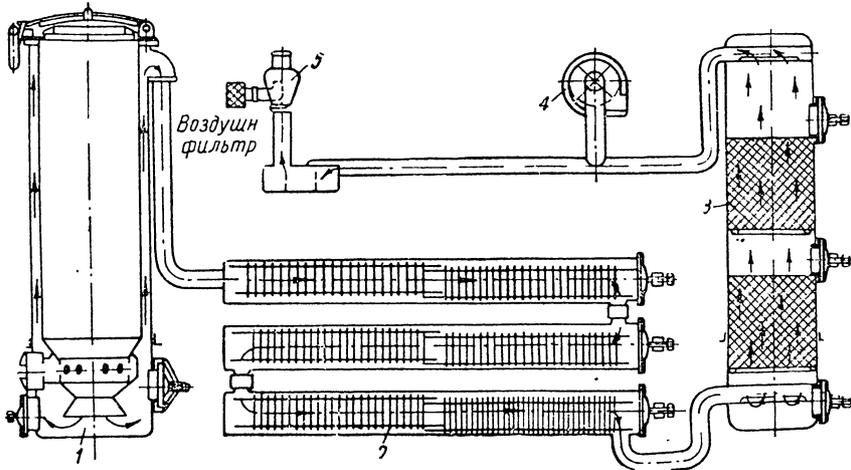
Рост автомобильного парка и недостаток во многих странах мира собственного жидкого топлива поставили вопрос о необходимости использования для автомобильного парка местного твёрдого топлива путём перевода автомобилей на генераторный газ, образуемый в возимых на самом автомобиле газогенераторах. В Советском Союзе, несмотря на огромные запасы нефти, перевод автотранспорта на генераторный газ в районах, богатых местным твёрдым топливом, удешевляет эксплуатацию автомобилей и освобождает железнодорожный транспорт от перевозки в эти районы жидкого горючего.

## § 1. ПРИНЦИП РАБОТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ И ЕЕ СХЕМА

Принцип работы газогенераторной установки заключается в том, что в этой установке твёрдое топливо превращается в газообразное, которое и идёт в смеси с воздухом для питания двигателя.

Типовая газогенераторная установка, схема которой показана на фиг. 828, состоит из газогенератора 1, охладителя-очистителя 2, тонкого очистителя 3, смесителя 5 и вентилятора 4.

Верхняя часть газогенератора образует бункер, служащий для размещения топлива, обеспечивающего работу газогенератора в течение



Фиг. 828. Общая схема газогенераторной установки ЗИС-21.

определённого промежутка времени. Под бункером находится топливник, сообщённый при помощи щелей или фурм с внешним воздухом. В топливнике происходит горение топлива и образование окиси углерода при просасывании двигателем воздуха через горящее топливо.

Ниже топливника размещается зольник, в котором скапливается зола, остающаяся после сгорания топлива. Иногда между зольником и топливником располагается колосниковая решётка, предохраняющая от попадания в зольник крупных кусков топлива.

Газ из топливника через зольник поступает в рубашку, окружающую бункер. Рубашка обеспечивает подогрев топлива в бункере с целью его подсушки.

При выходе из газогенератора газ имеет высокую температуру, поэтому он пропускается через охладитель. В охладителе одновременно с охлаждением осуществляется и очистка газа от тяжёлых механических примесей. Эта очистка продолжается также и в очистителе 3, откуда газ поступает в смеситель 5 и, образуя там газо-воздушную смесь необходимого состава, направляется в цилиндры двигателя.

Для создания искусственной тяги в газогенераторе при его розжиге и подготовке к пуску двигателя применяется центробежный вентилятор 4, включённый в систему газопроводов около смесителя.

## § 2. КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

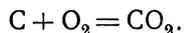
Газогенераторы классифицируются:

- 1) по процессу газификации,
- 2) по методу подвода воздуха в газогенератор,
- 3) по роду применяемого топлива.

По процессу газификации газогенераторы делятся на три группы: а) с прямым процессом, б) с обратным процессом, в) с горизонтальным процессом.

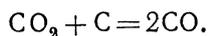
Схема газогенератора с прямым процессом газификации приведена на фиг. 829.

Под действием разрежения в цилиндрах двигателя воздух через отверстие 2 в нижней части газогенератора поступает в зольник 1 и далее через колосники 3 в топливник 4. В нижней части топливника происходит горение. Эта зона топливника называется зоной горения. В зоне горения кислород воздуха, соединяясь с углеродом топлива, образует углекислоту:

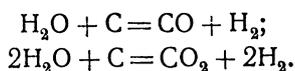


Температура в зоне горения достигает 1100—1300° С.

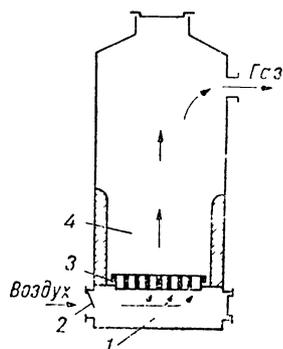
Из зоны горения углекислота поступает выше, в зону восстановления, где при температуре 900—1100° С происходит соединение углекислоты с углеродом топлива, образуя окись углерода:



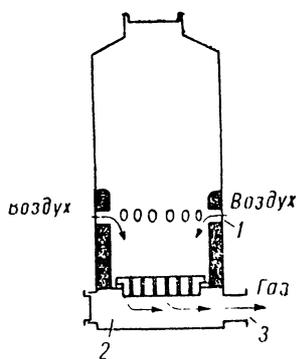
Кроме того, в зоне восстановления пары воды, реагируя с углеродом топлива, образуют углекислоту, окись углерода и водород:



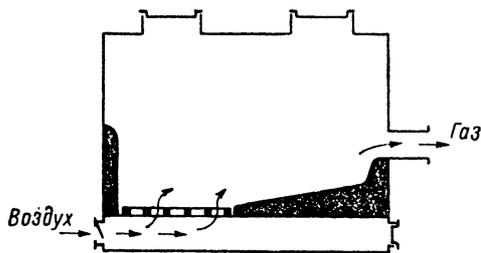
Поднимаясь выше, газы поступают в зону сухой перегонки, где при температуре 200—300° С из топлива выделяются вода, смолы, спирты и т. д., а также происходит (в дровяных и торфяных газогенераторах) образование угля. Горячие газы, проходя выше, подсушивают



Фиг. 829. Схема газогенератора прямого процесса газификации.



Фиг. 830. Схема газогенератора обратного процесса газификации.



Фиг. 831. Схема газогенератора горизонтального процесса газификации.

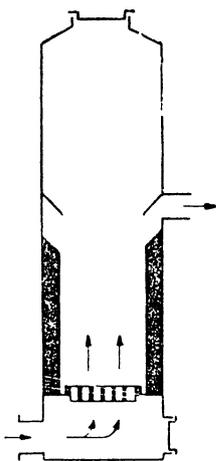
верхние слои топлива, подготавливая его таким образом к газификации. Температура в зоне подсушки 100—150° С. Недостатком газогенераторов с прямым процессом является наличие в газе паров смол, которые, поступая с газом в двигатель, засмаливают поршни, кольца,

клапаны, что приводит к выходу двигателя из строя. Этот недостаток отсутствует в газогенераторах с обратным процессом (фиг. 830).

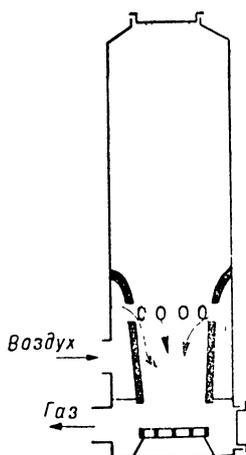
В этом газогенераторе воздух через фурмы 1 поступает сразу в зону горения, затем, опускаясь вниз, проходит через зону восстановления в зольник 2 и далее через патрубок 3 в двигатель.

Реакции в газогенераторах с обратным процессом протекают так же, как и в газогенераторах с прямым. Достоинство этих газогенераторов заключается в том, что образующиеся в зоне сухой перегонки смолы поступают в зону горения, где сгорают или разлагаются, образуя горючие газы.

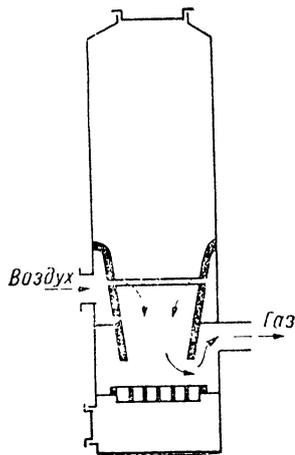
Стремление сократить высоту газогенератора привело к созданию газогенераторов с горизонтальным процессом (фиг. 831). В этом случае зона подсушки и сухой перегонки находится над активной зоной (зоной



Фиг. 832. Схема древесно-угольного газогенератора с подачей воздуха под колосниковую решётку



Фиг. 833. Схема газогенератора с периферийной подачей воздуха



Фиг. 834. Схема газогенератора с периферийно-щелевой подачей воздуха.

горения и восстановления). Эти газогенераторы отчасти обладают недостатком прямого процесса. В них смолы, получаемые в зоне сухой перегонки, проходя через зону восстановления, могут засмаливать двигатель.

С горизонтальным процессом работают также газогенераторы со скоростным процессом газификации (фиг. 837). Скоростным процессом газификации называется процесс, при котором благодаря высокой скорости воздуха, выходящего из фурмы со скоростью до 80 м/сек, при его прохождении через зону горения, образуется только СО. Скорость воздуха в фурмах газогенераторов обычного типа равна примерно 20—35 м/сек.

По способу подвода воздуха газогенераторы бывают:

1) с подачей воздуха в топливник через колосниковую решётку (фиг. 832);

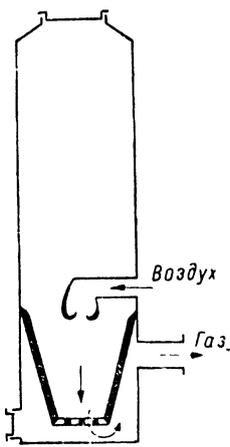
2) с подачей воздуха сбоку через фурмы (фиг. 833) или через периферийную щель в топливнике (фиг. 834);

3) с подводом воздуха в центр топливника (сверху — фиг. 835, снизу — фиг. 836 или сбоку — фиг. 837).

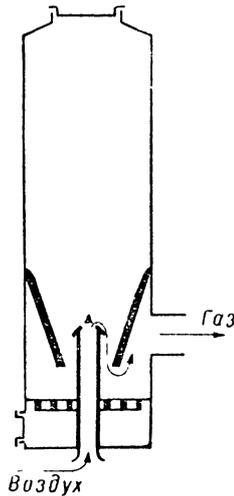
По роду применяемого топлива газогенераторы можно разделить на: 1) древесные, 2) угольные, 3) торфяные.

В газогенераторах первой группы в качестве топлива применяется дерево в различных видах (чурки, поленья, щепа).

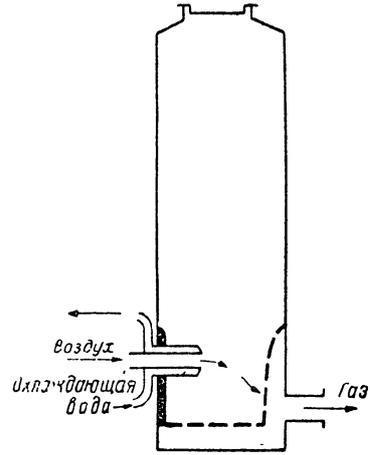
В газогенераторах второй группы применяются древесный, бурый и каменный уголь, кокс и антрацит. Наиболее распространёнными из второй группы являются газогенераторы, работающие на древесном угле.



Фиг. 835. Схема газогенератора с центральнофурменной верхней подачей воздуха.



Фиг. 836. Схема газогенератора с центральнофурменной нижней подачей воздуха.



Фиг. 837. Схема газогенератора с центральнофурменной боковой подачей воздуха.

Для газогенераторов третьей группы применяется торф в кусках или брикетах. Вследствие высокой зольности торфа и большого шлакообразования эти газогенераторы большого распространения не получили.

### § 3. ТОПЛИВО ДЛЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

В газогенераторах автомобильного типа применяется разнообразное топливо, как-то: древесина и древесный уголь, каменный уголь, кокс, торф и т. д.

Наиболее распространёнными видами топлива являются древесина и древесный уголь. Древесина применяется в виде чурок, щепы и брикетов из отходов лесной промышленности.

Теплотворная способность древесины зависит от породы дерева и составляет 4700—5000 кал/кг. Топливо, идущее в газогенератор, должно иметь влажность не более 15—20%, иначе на испарение воды из топлива при газификации затрачивается большое количество тепла. Лучшим древесным топливом для газогенераторов являются дуб и берёза.

**Древесный уголь.** Для получения более высококачественного топлива дерево подвергают сухой перегонке при различных температурах. Сухая перегонка осуществляется в ретортных печах, обжигательных печах или в кучах. Ретортные печи обычно применяются для извлечения из древесины спиртов, уксуса, скипидара и т. п. Уголь здесь является отходом производства.

В зависимости от температуры перегонки древесные угли могут быть разделены на бурые угли с температурой перегонки 275—290° С и чёрные угли с температурой перегонки выше 290° С.

Наиболее экономичным и удобным в эксплуатации является бурый уголь, так как он менее ломок, менее гигроскопичен и даёт больший

выход газа. Чёрный уголь очень пигроскопичен и ломок и образует много пыли при хранении. Для устранения этих недостатков чёрный уголь прессуют с примесью смолы в виде брикетов.

Кроме брикетирования угля, применяется брикетирование торфа, соломы и древесных опилок. Но этот способ пока не получил должного распространения, так как требует специального оборудования.

Торф как генераторное топливо отличается большим содержанием золы (до 10%), малой механической прочностью и большой способностью к шлакообразованию. Все это затрудняет его использование в генераторах, так как требует специальных устройств для шуровки и удаления шлака и золы.

Теплотворная способность торфа — 4800—5800 кал/кг. В качестве побочного продукта при сухой перегонке торфа получается торфяной кокс, имеющий теплотворную способность до 7700 кал/кг и являющийся прекрасным генераторным топливом в древесноугольных газогенераторах.

Каменные угли делятся на бурые, собственно каменные угли и антрацит.

Бурый уголь имеет теплотворную способность от 6000 до 7400 кал/кг. Использование его в газогенераторах затрудняется высокой зольностью, большим шлакообразованием и малой механической прочностью, как и торфа. Следовательно, газогенераторы, работающие на буром угле, должны иметь приспособления для очистки от золы и шлака и для шуровки.

Каменный уголь весьма разнообразен по своему составу и поэтому в газогенераторах могут быть использованы только некоторые наиболее подходящие для каждого конкретного типа газогенератора сорта. Теплотворная способность каменного угля — 7500—8000 кал/кг. Антрацит является лучшим из каменных углей, но отличается высокой температурой газификации и большим содержанием серы (до 3%), поэтому может быть использован только в специальных газогенераторах, обеспечивающих его нормальную газификацию.

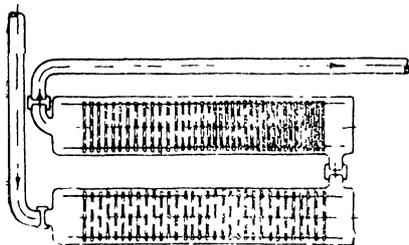
#### § 4. ОХЛАЖДЕНИЕ ГАЗА

Для увеличения наполнения двигателя газогенераторная установка снабжается охладителями газа, сочетающими в себе и очистители газа от крупных примесей.

Охладители можно разделить на две основные группы:

- 1) трубчатые,
- 2) радиаторные.

Трубчатые охладители состоят из системы труб различного сечения. Трубы эти чаще всего собраны в батареи с параллельным и последовательным включением. Иногда трубы охладителя имеют большое сечение и в трубе устанавливаются перфорированные перегородки для грубой очистки газа (фиг. 838). Эти охладители неудобны для монтажа на автомобиле из-за своих значительных размеров. На фиг. 839



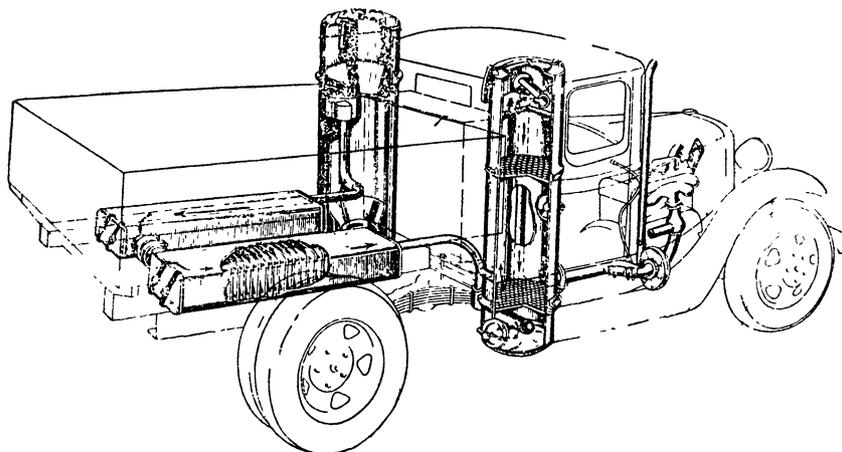
Фиг. 838. Схема трубчатого газоохладителя.

показано расположение охладителей газогенераторной установки ГАЗ-42 прежних выпусков под кузовом автомобиля ГАЗ-АА.

Радиаторные охладители устанавливаются перед водяным радиатором автомобиля и имеют нижний коллектор, разделённый на две части.

Верхний коллектор общий. На фиг. 840 показан радиаторный охладитель газогенераторной установки Г-58-У.

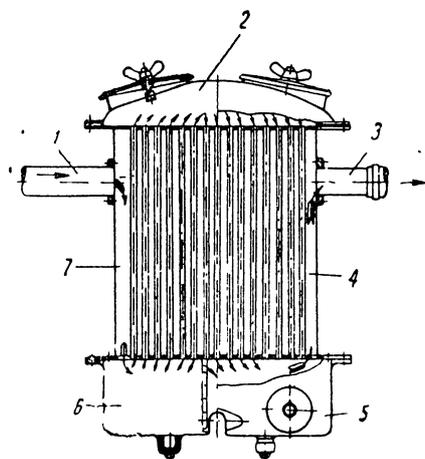
Газ из газогенератора по трубе 1 поступает в боковую трубу 7 радиатора и опускается по ней в левую половину 6 нижнего коллектора радиа-



Фиг. 839. Расположение газогенераторной установки ГАЗ-42 на автомобиле.

тора. Из нижнего коллектора 6 радиатора газ поступает по трубкам радиатора в верхний коллектор 2, откуда по трубкам радиатора снова опускается в правую половину 5 нижнего коллектора радиатора. Отсюда по боковой трубке 4 газ поступает в трубу 3, подводящую газ к тонкому очистителю установки. Для очистки нижнего коллектора в нём установлены сливные пробки и люк.

Радиаторные охладители очень компактны и дают эффективное охлаждение газа за счёт высокой скорости воздуха, обдувающего радиатор при движении автомобиля.



Фиг. 840. Радиаторный охладитель Г-58-У.

### § 5. ОЧИСТКА ГАЗА

Зола, шлак и мелкая топливная пыль, попадая с газом в цилиндры двигателя, увеличивают истирание колец, поршней и цилиндров двигателя и, проникая в картер, загрязняют масло, увеличивая износ подшипников. Поэтому очистка газа играет важную роль в увеличении длительности службы двигателя. Необходимо также освобождать газ от влаги и смолы.

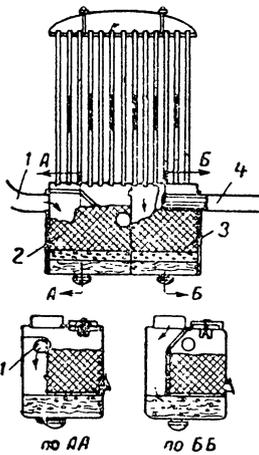
К газоочистителям предъявляются требования высокой степени очистки газа и длительности работы без ухода при малом гидравлическом сопротивлении проходу газов. Газоочистители делятся на жидкостные, сухие и комбинированные.

Примером жидкостного очистителя являются очистители установки ГАЗ-42 модели 1944 г. Два жидкостных последовательно включённых очистителя размещены в нижнем коллекторе охладителя радиаторного типа (фиг. 841), разделённом пополам. Каждая половина нижнего коллектора разделена перегородкой, не достигающей до дна. За перегородкой

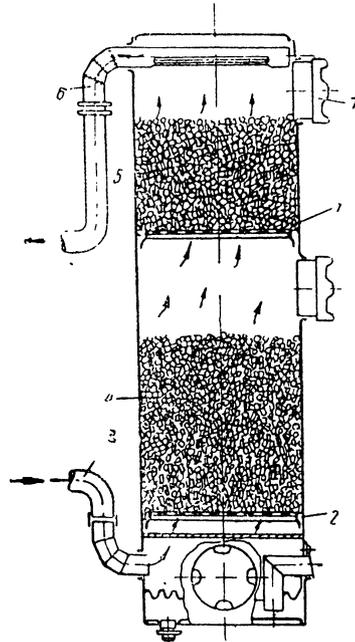
расположен фильтрующий материал. Газ из газогенератора по трубке 1 поступает в левый очиститель 2. Пройдя вниз между передней стенкой очистителя и внутренней перегородкой, газ проникает через слой воды под перегородку и поступает затем в заднюю половину очистителя.

Проходя через фильтрующий материал, газ поступает в трубки радиатора. После охлаждения в радиаторе газ поступает в правую половину 3 нижнего коллектора, где проходит повторную очистку. После этого газ поступает по трубе 4 к двигателю.

Сухие очистители делятся на поверхностные, матерчатые, сетчатые и динамические. Представителем поверхностного очистителя является очиститель газогенераторных установок Г-59 (фиг. 842) и ГАЗ-42. Он представляет собой вертикальный цилиндр, разделённый двумя решётками 1 и 2 на три отделения. На каждую решётку через загрузочные люки 7 засыпаются кольца Рашига. Кольца Рашига, выполненные из мяг-



Фиг. 841. Схема жидкостного газоочистителя ГАЗ-42 модели 1944 г.



Фиг. 842. Схема поверхностного очистителя Г-59.

кой стали толщиной 0,4 мм и имеют диаметр и высоту 15 мм. Иногда вместо них применяются отходы патронного производства.

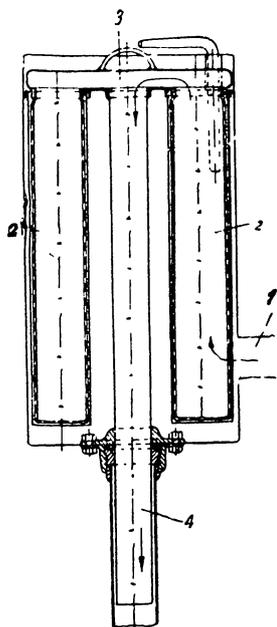
Газ по трубе 3 поступает в нижнюю часть очистителя. Проходя последовательно через нижний 4 и верхний 5 слой колец Рашига, очищенный газ по трубе 6 поступает к двигателю. Хорошая очистка газа достигается здесь за счёт большой поверхности колец Рашига, которые, особенно в нижнем слое, смочены конденсатом. Для очистки поддона от золы и пыли в нижней части цилиндра выполнен люк. Для слива конденсата в днище цилиндра имеется пробка.

Матерчатый очиститель (фиг. 843) представляет собой корпус, разделённый на две половины, сообщающиеся между собой через матерчатые мешки, надетые обычно или на спираль, или на трубчатую сетку. Газ поступает в корпус через патрубок 1, проходя затем через матерчатые мешки 2 и оставляя пыль в нижней части корпуса. Чистый газ по выходе из мешков собирается в верхнем коллекторе 3 и оттуда по центральной трубке 4 уходит к двигателю.

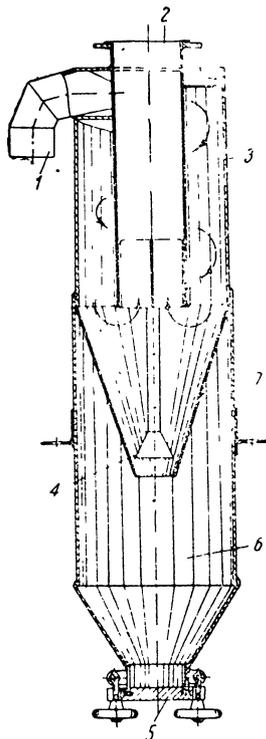
Недостатком матерчатых фильтров является их большая загрязняемость, особенно при большой влажности газа.

Динамические очистители делятся на инерционные и центробежные. Простейшим типом инерционного очистителя является грубый очиститель газогенераторной установки ГАЗ-42 (фиг. 839).

Очиститель представляет собой два длинных корпуса, сообщённых между собой последовательно. В каждом корпусе имеется большое количество перфорированных перегородок. Газ, проходя через отверстия в пе-



Фиг. 843. Матерчатый очиститель.



Фиг. 844. Центробежный очиститель «Циклон».

регородках, теряет скорость, и пыль, взвешенная в газе, опадает и собирается на нижней стенке корпуса.

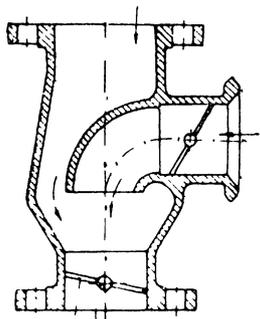
На фиг. 844 представлен центробежный очиститель (циклон). Газ из газогенератора поступает в циклон через патрубок 1, входящий в корпус 3 циклона касательно. Вследствие такого расположения входного патрубка 1 воздух получает вращательное движение. Пыль отбрасывается к стенкам циклона и опускается через конус 7 в пылесборник 6. Чистый газ из корпуса циклона по газоотборному патрубку 2 поступает в газогенератор. Конус 7 с отражателем 4 препятствует возвращению пыли из сборника 6 в газоотборный патрубок 2.

## § 6. СМЕСИТЕЛИ

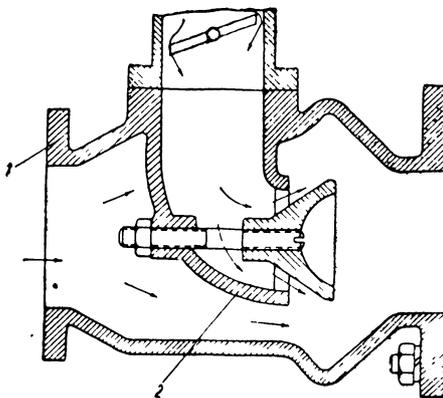
Смесители служат для приготовления смеси генераторного газа и воздуха в пропорции, обеспечивающей хорошую работу двигателя на различных режимах. Устройство смесителей очень несложно, так как в них происходит смешение газообразного топлива (генераторный газ) и воздуха, подчиняющихся общим законам. Смесители должны удовлетворять следующим требованиям:

1) хорошо перемешивать газ с воздухом на всех режимах работы двигателя;

2) обеспечивать необходимый состав газо-воздушной смеси для различных режимов работы двигателя;



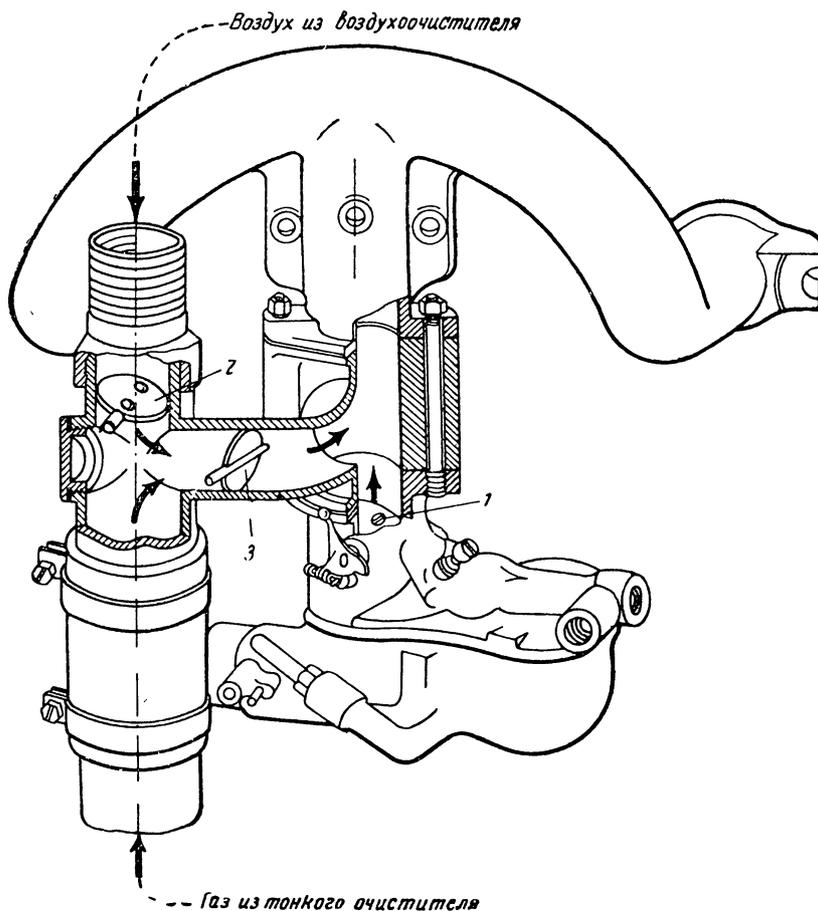
Фиг. 845. Схема параллельно-поточного смесителя ЗИС-21.



Фиг. 846. Смеситель СГ-65.

3) иметь малое гидравлическое сопротивление и малый объём при простой и надёжной конструкции;

4) допускать возможность работы двигателя на бензине;



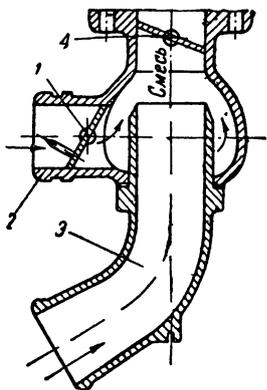
Фиг. 847. Смеситель с пересекающимися потоками газа и воздуха Г-71.

5) допускать простую регулировку состава газо-воздушной смеси из кабины водителя.

Смесители можно разбить на три основные группы:

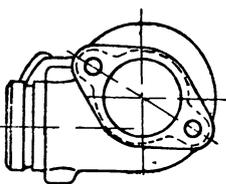
- 1) смесители с параллельными потоками воздуха и газа;
- 2) смесители с пересекающимися потоками воздуха и газа;
- 3) вихревые смесители.

На фиг. 845 показан смеситель газогенераторной установки ЗИС-21 с параллельным потоком воздуха. У верхнего фланца расположена дроссельная заслонка, регулирующая количество газо-воздушной смеси, поступающей в цилиндр двигателя.



В боковом патрубке расположена воздушная заслонка, регулирующая состав газо-воздушной смеси. Генераторный газ поступает через нижний патрубок и, смешиваясь с воздухом над верхней частью воздушного патрубка, поступает далее мимо дроссельной заслонки в цилиндры двигателя.

Для улучшения смесеобразования у смесителя установки СГ-65 (фиг. 846) во внутренней части воздушного патрубка установлен регулировочный грибок.



Фиг. 848. Вихревой смеситель ГАЗ-42.

Смеситель с пересекающимся потоком воздуха газогенераторной установки НАТИ Г-71 представлен в фиг. 847. Он представляет собой сварной тройник, присоединённый к промежуточному патрубку, расположенному между всасывающей трубой и карбюратором. При работе на газе дроссельная заслонка 1 карбюратора плотно закрыта. Воздух для приготовления газо-воздушной смеси поступает через обычный воздухоочиститель в верхний патрубок смесителя к воздушной заслонке 2. Генераторный газ поступает снизу. Количество газо-воздушной смеси регулируется дроссельной заслонкой 3 смесителя.

Представителем вихревых смесителей является смеситель установки ГАЗ-42 (фиг. 848). Воздух для приготовления газо-воздушной смеси поступает через воздушный патрубок 2. За счёт входа по касательной воздух получает вращательное движение и эффективно перемешивается с газом, поступающим через газовый патрубок 3. Регулировка состава газо-воздушной смеси производится воздушной заслонкой 1. Количество смеси изменяется дроссельной заслонкой 4.

## § 7. РОЗЖИГ ГЕНЕРАТОРА И ПУСК ДВИГАТЕЛЯ

Пуск двигателя на газе возможен только в том случае, если в газогенераторе нормально протекает процесс газификации топлива, обеспечивая подачу к двигателю газа хорошего качества. Поэтому в газогенераторе необходимо создать такую тягу, при которой будут созданы условия нормальной газификации топлива.

Для розжига генератора и подготовки его к нормальной работе используют естественную или принудительную тягу. Для использования естественной тяги открывают загрузочный и зольниковый люки, заполняют зольник растопкой (лучина, солома, тряпки, смоченные маслом или керосином) и поджигают. Уголь, находящийся в топливнике, будет разгораться под действием естественной тяги, и пламя постепенно будет подниматься вверх.

Наличие раскалённого угля у фурм говорит о готовности генератора к работе. После этого закрывают зольниковый, а затем загрузочный люки и приступают к запуску двигателя.

Недостатком розжига естественной тягой является большая его длительность, доходящая до часа, и загрязнение окружающего воздуха газом.

Достоинства его заключаются в том, что газ, идущий после розжига генератора в двигатель, образуется при температуре газификации, близкой к нормальной, и содержит в себе минимальное количество смол.

Принудительная тяга при розжиге газогенераторов создаётся тремя способами:

- 1) отсасыванием газа вентилятором,
- 2) отсасыванием газа эжектором, работающим от выхлопных газов,
- 3) отсасыванием газа двигателем.

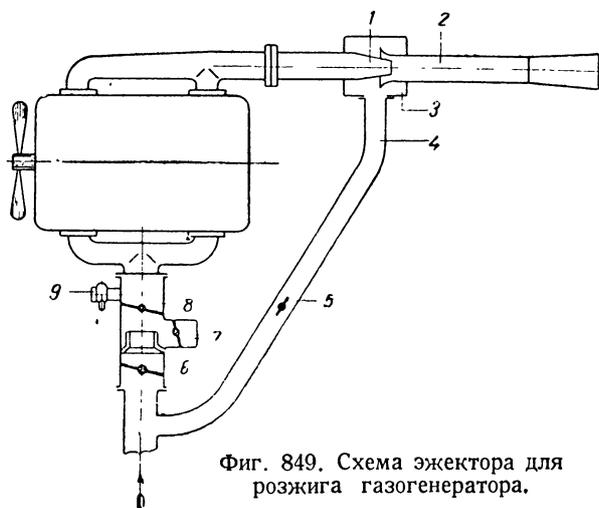
Отсасывание газа вентилятором применяется на установке ЗИС-21, ГАЗ-42 и др. Для создания тяги в газогенераторе в систему газопроводов включён центробежный

вентилятор с приводом от электромотора, питающегося от аккумулятора. Вентилятор должен обеспечивать подготовку газогенератора к пуску в кратчайший срок при минимальной затрате электроэнергии. При работе вентилятора заслонка, соединяющая корпус вентилятора с газопроводом, должна быть открыта, а заслонки карбюратора и смесителя закрыты; газ отводится в атмосферу через отводную трубу.

Использование эжеционного действия выхлопных газов двигателя, работающего на бензине, показано на фиг. 849. Двигатель работает на бензине с закрытыми воздушной 7 и дроссельной 8 заслонками. Приготовление рабочей смеси бензина и воздуха совершается в пусковом приспособлении 9 за дроссельной заслонкой. Выхлопные газы, проходя через насадок 1 в выходной патрубке 2, подсасывают генераторный газ, поступающий в корпус эжектора 3 из генератора через трубу 4. Заслонка 5 эжектора должна быть открыта, газовая заслонка 6 закрыта. После розжига генератора закрывается заслонка 5 эжектора и открывается газовая заслонка 6. Газ поступает в смеситель, где образует газо-воздушную смесь с воздухом, входящим в смеситель мимо воздушной заслонки 7. Изменением положения воздушной заслонки 7 регулируют состав газо-воздушной смеси.

Отсасывание газа двигателем может производиться следующими способами:

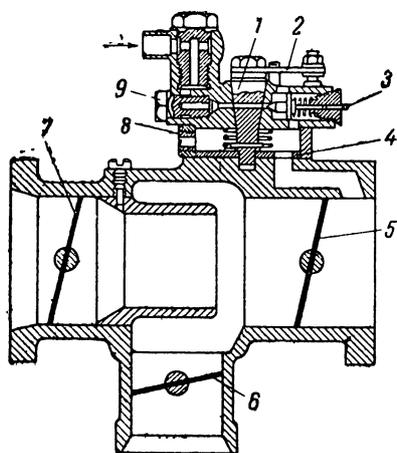
- 1) проворачиванием коленчатого вала водителем за пусковую рукоятку;
- 2) проворачиванием коленчатого вала электростартером;
- 3) использованием тактов всасывания двигателя, работающего на бензине.



Фиг. 849. Схема эжектора для розжига газогенератора.

Основным недостатком отсасывания газа двигателем является попадание в цилиндры двигателя золы и смол, особенно в период розжига генератора, когда нормальный процесс газификации ещё не установился. Поэтому отсасывание газа двигателем производится только после розжига генератора естественной или принудительной тягой (вентилятор, эжектор).

При проворачивании коленчатого вала вручную непосредственный запуск двигателя на газе очень затруднён, так как малая скорость вращения коленчатого вала не обеспечит в генераторе достаточной тяги и, следовательно, нормального режима газификации даже в случае пред-



Фиг. 850. Схема включения пускового карбюратора.

варительного розжига генератора естественной тягой. Кроме того, просасывание газа от генератора по всей длине газопровода, охладителей и очистителей требует от водителя длительной затраты физической энергии.

Проворачивание коленчатого вала двигателя электростартером требует наличия батареи аккумулятора большой ёмкости и стартера повышенной мощности. Этот способ не может быть использован для розжига генератора.

Разрежение в цилиндрах двигателя, работающего на бензине, используют для перевода двигателя на газ. Для работы двигателя на бензине в систему газопровода включают карбюратор. Для этой цели используют или обычные автомобильные карбюраторы, или специальные пусковые. Карбюраторы ис-

пользуются не только при пуске двигателя для перевода его на газ, но также для передвижения автомобиля на короткие дистанции во дворе гаража и т. д.

Работа газогенераторных двигателей на бензине под большой нагрузкой не практикуется, так как обычно они имеют высокую степень сжатия и при работе с большой нагрузкой сильно детонируют.

Включение карбюраторов в систему газопровода бывает или параллельное, или последовательное.

При параллельном включении карбюратор приготавливает бензино-воздушную смесь для двигателя, и его патрубки и диффузор не служат как трубопровод для газо-воздушной смеси. Параллельное включение карбюратора выполнено на двигателе газогенераторной установки НАТИ Г-71 (фиг. 847). Работа двигателя на бензине протекает, как у обычного карбюраторного двигателя. При этом дроссельная заслонка 3 смесителя плотно закрыта. Для перевода двигателя с бензина на газ увеличивают открытие дроссельной заслонки 1 карбюратора и постепенно начинают открывать дроссельную заслонку 3 смесителя. Добившись устойчивой работы двигателя с приоткрытой дроссельной заслонкой 3 смесителя, постепенно увеличивают её открытие, одновременно подбирая положение воздушной заслонки смесителя. Подобрвав наиболее выгодное её положение, начинают закрывать дроссельную заслонку 1 карбюратора и постепенно выключают карбюратор из работы. По мере выработки бензина из карбюратора необходимо снова подбирать положение воздушной заслонки смесителя.

При работе двигателя на газе дроссельная заслонка 1 карбюратора должна быть плотно закрыта и доступ бензина в карбюратор прекращён.

При последовательном включении карбюратора его патрубки и диффузор служат как трубопроводы для газо-воздушной смеси, составленной в смесителе до карбюратора. Такое расположение карбюратора увеличивает сопротивление газопровода из-за наличия в нём диффузора, и поэтому оно распространения не получило. Лучшие результаты даёт последовательное включение пускового приспособления. Подобного рода пусковое приспособление, автоматически уменьшающее подачу бензина во всасывающую трубу по мере перехода на газ, представлено на фиг. 850.

Для пуска двигателя на бензине закрываются газовая заслонка 7, воздушная заслонка 6 и дроссельная заслонка 5. Поворотом рычага 2 открывается топливный кран 1 и поворачивается шайба 4, сообщающая через своё отверстие всасывающую трубу с атмосферой через воздушный жиклёр 8.

Под действием разрежения во всасывающей трубе клапан 3 автоматически открывается, топливо поступает через топливный жиклёр 9, кран 1 и клапан 3 и смешивается с воздухом, поступающим через воздушный жиклёр 8. Рабочая смесь через отверстие в шайбе поступает во всасывающую трубу. При открытии дроссельной заслонки и падении разрежения во всасывающей трубе клапан 3 автоматически закрывается и прекращает доступ бензина. Такая система значительно упрощает перевод двигателя с бензина на газ.

#### § 8. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Газогенераторные установки располагаются на автомобиле так, чтобы обеспечить: 1) свободное их обслуживание; 2) пожарную безопасность; 3) герметичность всех соединений установки.

Наиболее громоздкие части установки стремятся разместить в габаритах кабины без уменьшения площади кузова. Размещение всех остальных агрегатов установки производится с расчётом сохранения минимальной длины газопроводов и удобства монтажа.

Обычный карбюраторный двигатель при переводе его на питание генераторным газом понижает свою мощность на 35—40%. Это вызывается низкой теплотворной способностью и высокой температурой газо-воздушной смеси и значительным сопротивлением проходу газа всей газогенераторной установки.

В целях борьбы с такими большими потерями мощности, а следовательно, и уменьшения тягового усилия применяют следующие мероприятия:

- 1) повышение степени сжатия двигателя;
- 2) увеличение передаточного отношения в главной передаче автомобиля.

Газогенераторные установки ставятся обычно на шасси автомобиля, снабжённого карбюраторным двигателем. Приспособления этого двигателя для работы на газе сводятся в основном к повышению степени сжатия, так как генераторный газ допускает работу двигателя при высоких степенях сжатия без явлений детонации. Повышение степени сжатия осуществляется уменьшением объёма камеры сгорания.

Эффективного охлаждения газа добиваются улучшением обдува охладителей газогенераторной установки. По этой причине наибольшее распространение получают сейчас радиаторные охладители, располагаемые перед водяным радиатором.

Уменьшение гидравлического сопротивления установки получается в основном за счёт сокращения длины газопроводов, подбора фильтрующего материала и подбора смесителя, конструкция которого играет важную роль в наполнении двигателя.

В систему электрооборудования автомобиля, переоборудованного для работы на генераторном газе, должны быть внесены следующие изменения:

1) угол опережения зажигания должен быть увеличен, так как газоз-воздушная смесь горит медленнее бензино-воздушной смеси;

2) зазоры между электродами свечей уменьшаются с 0,6—0,8 мм до 0,35—0,45 мм, так как при увеличении степени сжатия увеличивается сопротивление искровому разряду;

3) повышение степени сжатия вызывает установку стартера повышенной мощности;

4) увеличение расхода электроэнергии на работу стартера и вентилятора для розжига газогенератора требует установки на автомобиле аккумуляторов повышенной ёмкости.

Недостатком газогенераторных автомобилей является большой вес газогенераторной установки и большой объём возимого с собой запасного топлива (1 кг бензина соответствуют 3 кг древесины или 1,7—2 кг древесного угля). Увеличение мёртвого веса автомобиля и значительное падение мощности двигателя ухудшают динамику и грузоподъёмность автомобиля.

#### § 9. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Основными правилами обслуживания газогенераторных установок являются:

1. Своевременная очистка от пыли и золы зольников, очистителя и охладителя.

2. Наблюдение за герметичностью всех соединений установки и немедленное устранение неплотностей в соединениях.

3. Правильная заправка газогенератора углем и топливом при начальном розжиге. При начальном розжиге газогенератора рекомендуется заполнить зольник и топливник древесным углем и поверх угля на  $\frac{1}{3}$  высоты бункера засыпать основное топливо; загрузка бункера полностью производится после пуска двигателя на газе.

4. Своевременная дозаправка газогенератора топливом соответствующего качества.

5. Постоянное наблюдение за качеством газоз-воздушной смеси; получение наивыгоднейшего состава газоз-воздушной смеси осуществляется подбором положения воздушной заслонки смесителя.

Необходимо отметить, что после изменения положения воздушной заслонки состав газоз-воздушной смеси изменится через некоторый промежуток времени, необходимый для изменения режима газификации в газогенераторе.

6. В зимнее время утеплить те агрегаты установки, в которых возможно накопление и замерзание конденсата. При очень сильных морозах необходимо также утепление самого газогенератора.

7. Перед длительной остановкой дать поработать двигателю на малых оборотах, с тем чтобы постепенно понизить режим работы газогенератора. В противном случае при быстрой остановке двигателя большое количество газа будет выбрасываться наружу и отравлять воздух. Появление при этом пламени опасно в пожарном отношении.

8. Не применять бензина для розжига газогенератора.

9. Не пользоваться газогенераторным автомобилем на бензоскладах и маслоскладах, а также для перевозки легко воспламеняющихся грузов.

## ГАЗОБАЛЛОННЫЕ АВТОМОБИЛИ

Хорошими заменителями жидкого горючего для автотранспорта являются горючие газы. Ресурсы этих газов практически не ограничены. Они находятся в большом количестве в земной коре, особенно в районах нефтедобычи, а также получаются как побочный продукт производства химических и нефтеперегонных заводов. Кроме того, горючие газы могут добываться как основной продукт из твёрдого топлива. Основными затруднениями, препятствующими развитию использования горючих газов, являются потребность в специальной таре для хранения и перевозки их (баллоны высокого и низкого давления, контейнеры, газовые цистерны), а также наличие газонаполнительных станций, рационально распределённых в районах потребления горючих газов для автотранспорта.

Высокая калорийность газо-воздушной смеси ( $750-855 \text{ кал/м}^3$ ) обеспечивает получение от обычного карбюраторного двигателя почти такой же мощности, как и при работе его на бензине (бензо-воздушная смесь имеет теплотворную способность  $845 \text{ кал/м}^3$ ).

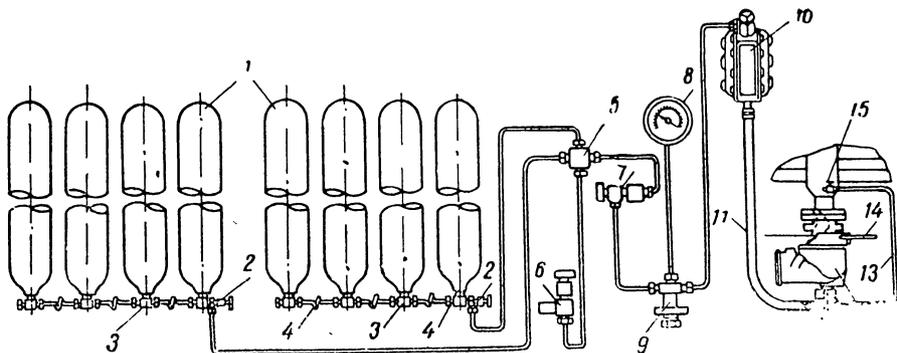
Газо-воздушные смеси имеют октановое число от 90 до 125, что позволяет значительно повысить степень сжатия, а следовательно, мощность и экономичность двигателя. Однако изменение степени сжатия делается редко из-за желания сохранить универсальность двигателя для работы его на бензине и газе.

Обычно для работы на сжиженных и сжатых газах используются стандартные бензиновые автомобили. Никаких переделок в шасси автомобиля не производится за исключением монтажа баллонов и газовой аппаратуры.

Отличие в оборудовании двигателей газобаллонных автомобилей, работающих на сжатых и на сжиженных газах, заключается только в том, что сжиженные газы перед их использованием в двигателе необходимо испарить, тогда как сжатые газы поступают из баллонов к двигателю в парообразном состоянии.

## § 1. СХЕМА ГАЗОБАЛЛОННОЙ УСТАНОВКИ

На фиг. 851 показана схема оборудования автомобиля ЗИС-5 для работы на сжатом газе. В это оборудование входят две секции по четыре баллона 1, соединённые между собой через тройники 3, и трубки высокого давления 4. Из обеих секций под давлением  $200 \text{ кг/см}^2$  через секционные вентили 2 газ подходит к крестовине 5, откуда поступает далее через магистральный вентиль 7 и фильтр 9 к редуктору 10.



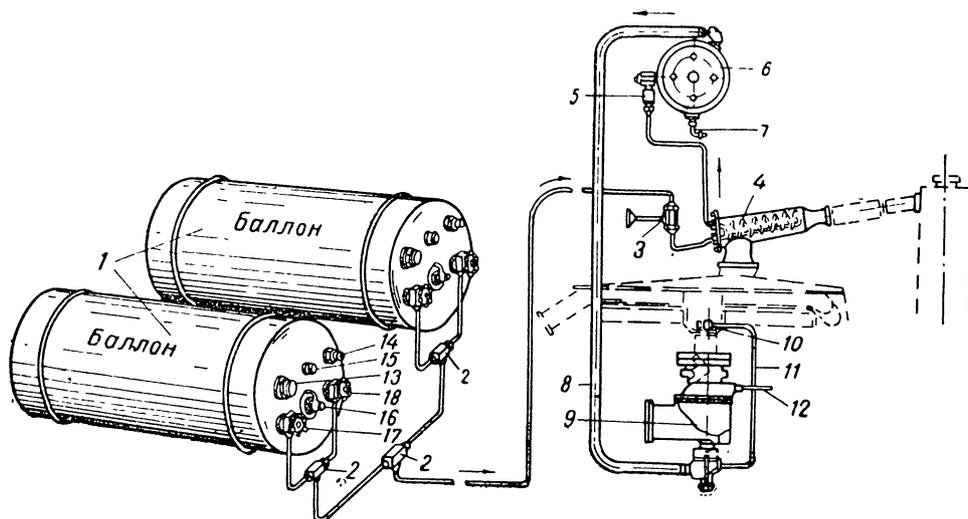
Фиг. 851. Схема оборудования автомобиля ЗИС-5 для работы на сжатом газе.

кого давления 4. Из обеих секций под давлением  $200 \text{ кг/см}^2$  через секционные вентили 2 газ подходит к крестовине 5, откуда поступает далее через магистральный вентиль 7 и фильтр 9 к редуктору 10.

В редукторе 10 давление газа снижается до вакуума 20—50 мм вод. ст.

При работе двигателя под действием разрежения во всасывающей трубе газы отсасываются из редуктора через шланг 11 к смесителю, который в данной конструкции объединён с бензиновым карбюратором, образуя универсальный газо-бензиновый карбюратор 12. Трубка 13, соединяющая шланг 11 с краном 15 за дроссельной заслонкой, обеспечивает работу двигателя на холостом ходу.

В систему фильтра 9 включён манометр 8, показывающий давление газа в магистрали. Наполнение баллонов на газонаполнительной станции осуществляется через кран 6. Для работы двигателя на бензине питание карбюратора бензином производится по бензопроводу 14.



Фиг. 852. Схема оборудования автомобиля ЗИС-5 для работы на сжиженном газе.

На фиг. 852 представлена схема оборудования автомобиля ЗИС-5 для работы на сжиженном газе.

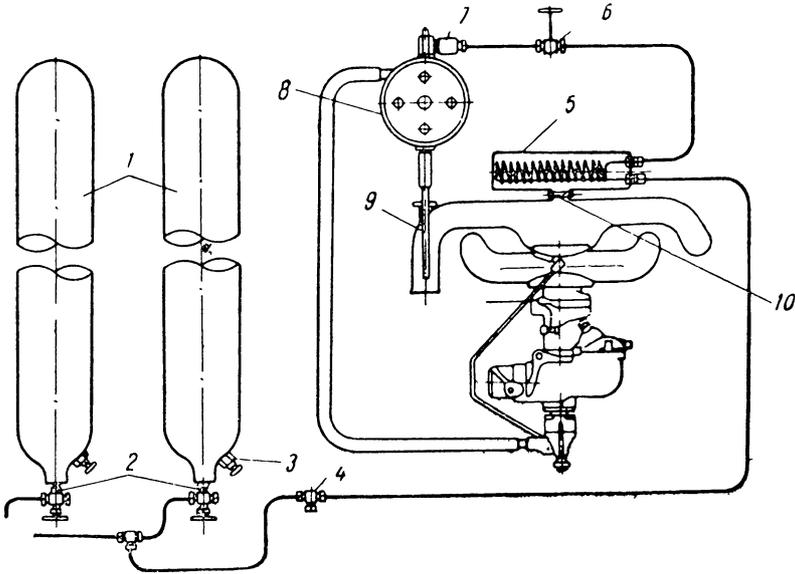
Сжиженный газ из баллонов 1 поступает по трубкам к тройникам 2 и далее к магистральному вентилю 3. За магистральным вентилем 3 газ поступает в испаритель 4.

Испаритель представляет собой змеевик, окружённый водяным кожухом, включённым в систему охлаждения двигателя. Газы, проходя по змеевику испарителя, нагреваются горячей водой и испаряются. После этого газы уже в парообразном состоянии поступают через фильтр 5 в редуктор 6, где их давление снижается до вакуума 20—50 мм вод. ст. В нижней части редуктора установлен кран 7, служащий для периодического слива тяжёлых фракций газа, поступивших в редуктор в жидком состоянии.

Из редуктора газ по трубе 8 поступает к универсальному газо-бензиновому карбюратору 9. Для работы двигателя на холостом ходу газ из трубы 8 по трубке 11 и через кран 10 поступает во всасывающую трубу за дроссельной заслонкой.

Газовые баллоны снабжены наполнительным 13 и предохранительными 14 клапанами, указателями уровня заполнения 15 и уровня жидкости 16. Из баллонов в магистраль газы поступают через жидкостной вентиль 17 и паровой вентиль 18. Паровой вентиль служит для отбора газа, находящегося в парообразном состоянии в верхней части баллона

только при пуске холодного двигателя, когда нет благоприятных условий для испарения жидкого газа. Постоянно питать двигатель через паровой вентиль нельзя, так как при отборе газа в парообразном состоянии, особенно при низких температурах, испарение газа будет незначительным, давление в баллонах очень низким и состав газа будет непрерывно меняться, так как в первую очередь будут испаряться лёгкие, а затем и тяжёлые составляющие газа. При нормальной работе двигателя паровой вентиль должен быть закрыт. В этом случае давление па-



Фиг. 853. Схема оборудования автомобиля ГАЗ-АА для работы на сжиженном газе.

ров в верхней части баллона используют для подачи сжиженного газа через испаритель к редуктору.

Для работы двигателя на бензине карбюратор соединён с бензобаком трубкой 12.

На фиг. 853 представлена схема оборудования автомобиля ГАЗ-АА для работы на сжиженном газе. В этой установке для газов использованы некондиционные кислородные баллоны 1. Каждый баллон имеет запорный вентиль 2 и указатель уровня заполнения 3.

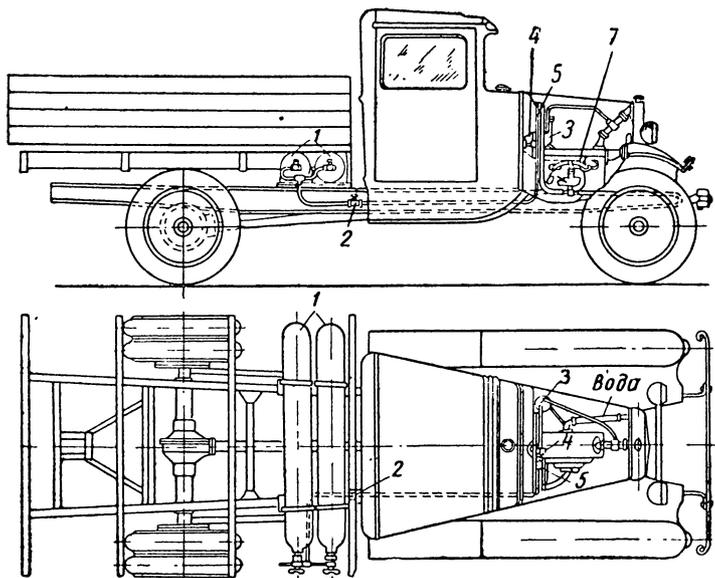
Сжиженный газ по магистрали мимо заполнительного штуцера 4 поступает в испаритель 5, подогреваемый выхлопными газами. Интенсивность подогрева определяется размером отверстия в сменной шайбе 10, устанавливаемой между выхлопной трубой и корпусом испарителя 5.

Магистральный кран 6 установлен между испарителем 5 и фильтром 7. Редуктор 8 имеет вспомогательный испаритель 9, в котором происходит доиспарение тяжёлых составляющих газа, попавших в жидком состоянии в редуктор. Подогрев вспомогательного испарителя осуществляется выхлопными газами, омывающими трубку испарителя, расположенную в выхлопной трубе. В некоторых случаях для уменьшения нагрева дополнительный испаритель помещают около выхлопной трубы.

При монтаже газобаллонной установки на автомобиле стремятся сохранить габариты автомобиля, не изменяя площади кузова и кабины.

Расположение всех элементов установки на автомобиле ГАЗ-АА показано на фиг. 854.

Баллоны 1 и наполнительный штуцер 2 расположены непосредственно за кабиной под кузовом. Магистральный вентиль 4 расположен в кабине автомобиля.



Фиг. 854. Расположение газобаллонной установки на автомобиле ГАЗ-АА.

Остальные элементы установки, как-то: испаритель 3, газовый редуктор 5, вспомогательный испаритель 7 и карбюратор-смеситель 6, находятся под капотом автомобиля.

## § 2. ГАЗЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Газы, применяемые в газобаллонных установках, бывают: 1) естественные и 2) промышленные.

Естественные газы, выделяющиеся из буровых скважин или трещин в земной коре, обычно обладают высокой калорийностью — до 7000—8000 кал/м<sup>3</sup>. Выходы этих газов в СССР имеются во многих местах, но использование их развито ещё недостаточно.

К естественным газам относится также и бытовой газ (канализационный). Этот газ получается при брожении сточных вод в специальных подогреваемых резервуарах, откуда он собирается в газгольдерах и затем сжимается до нужного давления.

К промышленным газам относятся газы коксовый, светильный и синтезгаз.

Коксовый газ получается как побочный продукт коксового производства и обладает калорийностью 4000—5000 кал/м<sup>3</sup>.

Светильный газ получается сухой перегонкой газовых каменных углей при накаливании глиняных реторт с углём до 1200° С. Калорийность этого газа достигает 3600 кал/м<sup>3</sup> и доводится иногда до 4000—4300 кал/м<sup>3</sup> путём добавления высококалорийного нефтегаза. Такое обогащение газа имеет свои недостатки, так как при этом в состав газа вводятся смолы нефтегаза, затрудняющие работу газовой аппаратуры.

Хорошим моторным топливом является синтезгаз, получаемый как побочный продукт заводов синтетического топлива и имеющий теплотворную способность до  $5500 \text{ кал/м}^3$ .

К промышленным газам относятся также газы, получаемые на нефтезаводах при производстве бензина.

По способу подготовки их к использованию газы могут быть разделены на сжатые и сжиженные.

Сжатыми газами называются газы, находящиеся в баллонах в парообразном состоянии под давлением в  $150\text{—}200 \text{ кг/см}^2$ .

К сжатым газам относятся естественные газы, в которых основной составляющей является метан, не сжижаемый даже при высоких давлениях, и промышленные газы — коксовый, светильный и синтезгазы.

Сжиженными называются газы, находящиеся в баллонах в жидком состоянии. Давление паров сжиженных газов в баллоне достигает величин от  $2,6$  до  $17,0 \text{ кг/см}^2$  при температуре  $+40^\circ \text{С}$ . При  $0^\circ \text{С}$  давление паров этих газов в баллоне будет колебаться для различных газов от  $0,96$  до  $5,8 \text{ кг/см}^2$ . Из этого следует, что некоторые газы при низких температурах испаряться будут незначительно.

Такое низкое давление паров сжиженных газов является их ценным свойством, так как для них требуются менее прочные, а следовательно, и более лёгкие баллоны, чем для сжатых газов, баллоны которых рассчитаны на давление  $150\text{—}200 \text{ кг/см}^2$ . К сжиженным газам относятся прежде всего газы, получаемые на нефтезаводах при производстве бензина, а также газы, получаемые при производстве жидкого синтетического топлива.

Сжиженные газы, применяемые на автотранспорте, обычно представляют собой смесь из газов: пропана, бутана, бутилена, пропилена, этана и этилена в различных комбинациях.

Пропан является основной разновидностью жидкого газа, наиболее применимого в качестве моторного топлива. Давление его паров в баллоне колеблется от  $1,2 \text{ кг/см}^2$  при  $-40^\circ \text{С}$  до  $17,0 \text{ кг/см}^2$  при  $+40^\circ \text{С}$ . Теплотворная способность его  $10\,972 \text{ кал/кг}$ .

Бутан и родственный ему бутилен представляют собой газы, сжижающиеся при очень низких давлениях. Давление паров бутана в баллоне колеблется от  $0,18 \text{ кг/см}^2$  при  $-40^\circ \text{С}$  до  $3,9 \text{ кг/см}^2$  при  $+40^\circ \text{С}$ . Теплотворная способность бутана равна  $10\,845 \text{ кал/кг}$ .

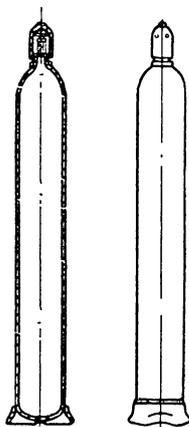
Так как при температуре ниже  $0^\circ \text{С}$  бутан испаряется плохо, то его использование зимой возможно только в смеси с другими газами, пары которых имеют повышенное давление при низких температурах, а следовательно, более легко испаряются.

Этан и этилен являются газами, наиболее легко испаряющимися при низких температурах. Эти газы сжижаются при высоких давлениях, что затрудняет их добычу, хранение и транспортировку. Наличие небольшого количества их в смеси сжиженных газов обеспечивает избыточное давление в баллонах при низких температурах, что необходимо для облегчения запуска двигателя зимой.

### § 3. АГРЕГАТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОБАЛЛОННЫХ УСТАНОВОК

Баллоны высокого давления, применяемые для сжатых газов на автотранспорте, должны иметь лёгкий вес при большой ёмкости и значительном рабочем давлении. Обычные баллоны для сжатых газов (кислород, водород и т. д.) (фиг. 855) мало применимы для автотранспорта вследствие большого веса и малого рабочего давления в них и могут использоваться при недостатке специальных баллонов для сжатых горючих газов. За границей применяются баллоны из

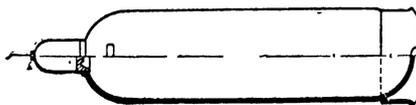
лёгких сплавов со стальной оплёткой снаружи. Эти баллоны обладают малым весом и менее опасны при разрыве.



Фиг. 855. Баллон для сжатых газов.

Для сжиженных газов применяются баллоны низкого давления. Эти баллоны изготавливаются или цельнотянутыми (фиг. 856), или сварными из стандартного листового материала, или же из стандартных труб с приваренными днищами (фиг. 857). Рабочее давление этих баллонов до  $15 \text{ кг/см}^2$ , испытательное —  $25 \text{ кг/см}^2$ .

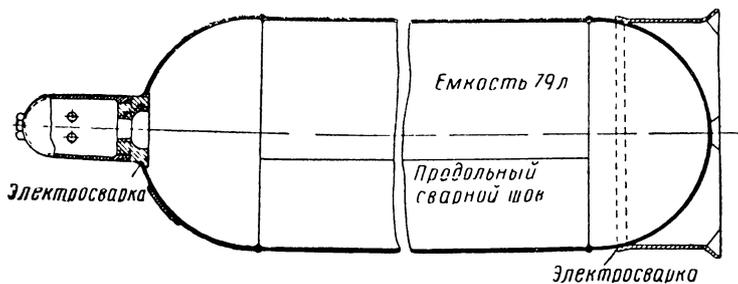
Кроме того, для сжиженных газов могут использоваться некондиционные баллоны для сжатых газов, приспособленные для хранения газов сжиженных (фиг. 858).



Фиг. 856. Цельнотянутый баллон для жидкого газа.

газов сжиженных (фиг. 858).

На фиг. 859 показан универсальный сварной баллон для сжиженного газа.

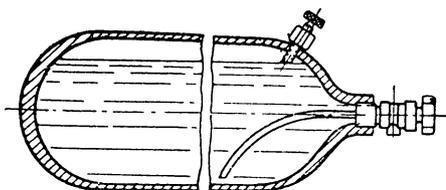


Фиг. 857. Сварной баллон для жидкого газа.

Днище баллона имеет защитное кольцо 9, закрывающее расположенные на днище наполнительный клапан 1, указатель уровня заполнения 2, предохранительный клапан 3, паровой 4 и жидкостный 6 вентили, а также указатель уровня газа 5. Паровой 4 и жидкостный 6 вентили соединяются между собою трубкой 7 с тройником 8, от которого газ поступает в трубопровод.

Наполнительный клапан (фиг. 860) состоит из корпуса 1, в котором расположен клапан 2, сидящий своим хвостовиком в направляющей клапана 4 и прижимаемый пружиной 3 к седлу корпуса 1. Направляющая клапана 4 удерживается стопорным кольцом 5.

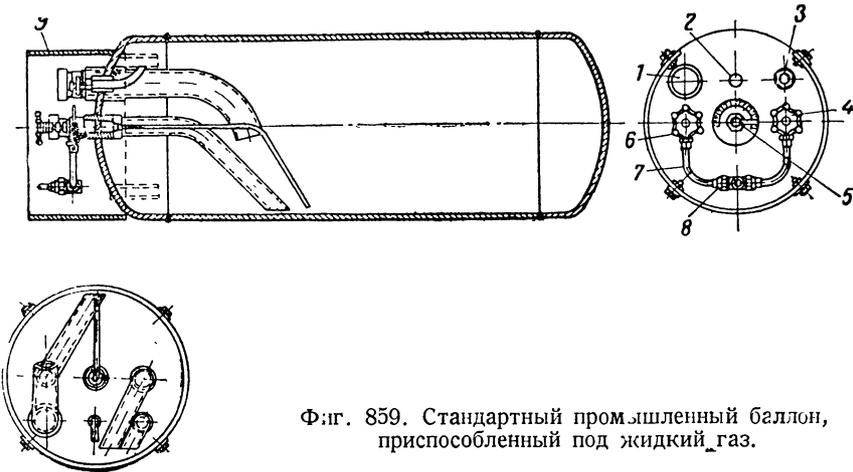
Во избежание загрязнения и утечки газа в корпус ввёртывается предохранительная пробка 6, наружные буртики которой закрывают соединительную резьбу. Для заполнения баллона газами отвёртывают



Фиг. 858. Универсальный сварной баллон для жидкого газа.

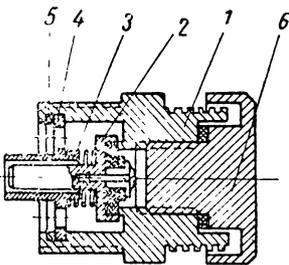
предохранительную пробку и навёртывают на наружную соединительную резьбу гайку наполнительного шланга.

Указатель уровня заполнения (фиг. 861) представляет собой вентиль с конической иглой. В отверстии корпуса 1, выходящем внутрь баллона, расположена трубка, конец которой поднят вверх (см. фиг. 859).

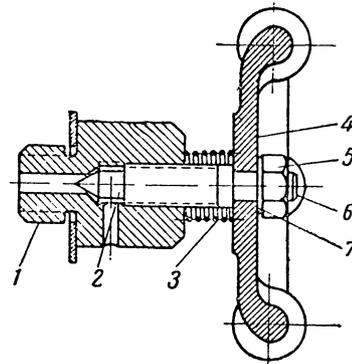


Фиг. 859. Стандартный промышленный баллон, приспособленный под жидкий газ.

Пружина 3 служит против самоотвёртывания шпинделя иглы. Для заполнения баллона этот вентиль должен быть открыт. Газы, находящиеся в баллоне, выходят через трубку и внутреннее отверстие вентиля мимо иглы 2 в атмосферу, уступая своё место сжиженному газу, поступающему в баллон через заполнительный клапан. После наполнения 90% объёма баллона через каналы вентиля будет выходить наружу жид-



Фиг. 860. Наполнительный клапан.



Фиг. 861. Указатель уровня заполнения.

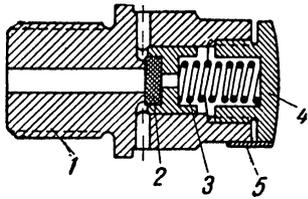
кий газ. При его появлении из вентиля заполнение прекращается и вентиль должен быть закрыт.

Наличие паровой подушки в баллоне обязательно, так как при её отсутствии сжиженные газы, увеличиваясь в объёме при незначительном повышении температуры, резко повысят давление внутри баллона, что может привести к его разрушению.

Предохранительный клапан (фиг. 862) служит для выпуска газа при чрезмерно высоких давлениях внутри баллона.

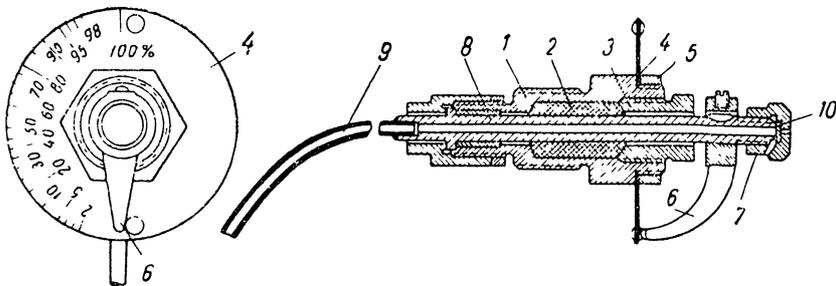
Указатель уровня топлива (фиг. 863) устанавливается в центре баллона. Внутри корпуса 1 проходит полая трубка 8, продолжением ко-

торой внутри баллона является изогнутая трубка 9, конец которой доходит до боковой стенки баллона. Для уплотнения между трубкой 8 и корпусом 1 расположен сальник 2, зажимаемый гайкой 3. На внешнем конце трубки 8 закреплён рычаг указателя 6, против которого расположена шкала 4, закреплённая на корпусе гайкой 5. Наружный конец трубки 8 закрывается колпачком 10.



Фиг. 862. Предохранительный клапан.

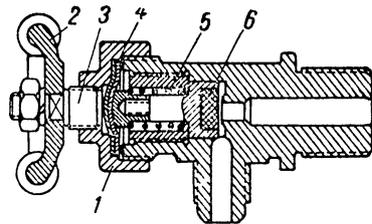
Для проверки уровня отвёртывают колпачок 10 и поворачивают рычаг указателя от отметки 100 налево вниз. По началу выхода из трубки 8 жидкого газа определяют на шкале уровень сжиженного газа в баллоне. Расходные вентили для жидкости и газа имеют одинаковую конструкцию (фиг. 864). В корпусе вентили расположен клапан 6 с уплотнительной прокладкой в головке. Пружиной 5 клапан отжимается от своего гнезда в корпусе. При вращении моховичка 2 шпindel 3 давит через диафрагму 4 на клапан 6, прижимая его к гнезду корпуса.



Фиг. 863. Указатель уровня топлива.

**Редукторы.** Редукторы служат для снижения переменного давления в баллонах до некоторого постоянного малого давления, под которым газ поступает к смесителю.

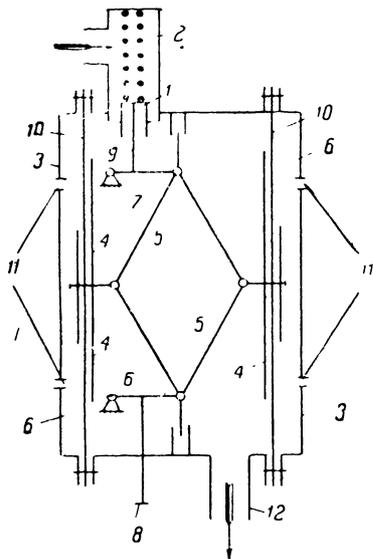
Редукторы делятся на одноступенчатые и двухступенчатые. Схема одноступенчатого редуктора представлена на фиг. 865. Корпус редуктора разделён на три части двумя мембранами 10. Боковые полости 6 корпуса, образуемые крышками 3, через отверстия 11 соединены с атмосферой. Средняя часть корпуса через патрубок 12 соединяется со смесителем и через клапан 1 с газовой магистралью. Клапан 1 кинематически связан штоком 9 и рычагами 7 и 5 с диафрагмами. Рычаги 5 также связаны через рычаг 6 с регулировочным винтом 8.



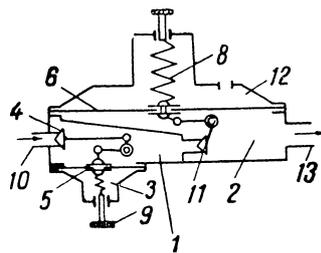
Фиг. 864. Расходный вентиль.

При работе двигателя в средней части корпуса создаётся разрежение. Под действием разрежения мембраны прогибаются внутрь и через рычаги 5 и 7 и шток 9 действуют на клапан 1, прижимаемый к своему гнезду пружиной 2 и давлением газов в магистрали. После выпуска газа в корпус мембраны выгибаются наружу и прикрывают снова клапан 1. Открытие клапана 1 наступает при разрежении 10—25 мм вод. ст. в средней части корпуса. Регулировка открытия клапана осуществляется винтом 8.

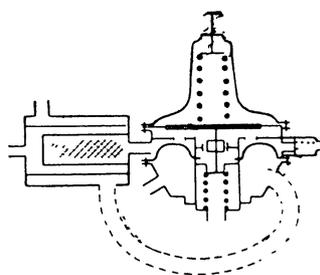
Поскольку одноступенчатый редуктор работает в широком диапазоне давления, то добиться постоянных величин давления на выходе затруднительно. Поэтому применяются двухступенчатые редукторы. Устройство двухступенчатого редуктора для сжатых газов представлено на фиг. 866.



Фиг. 865. Схема одноступенчатого двухмембранного редуктора.

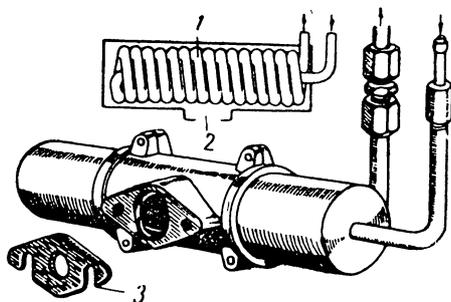


Фиг. 866. Схема двухступенчатого редуктора.

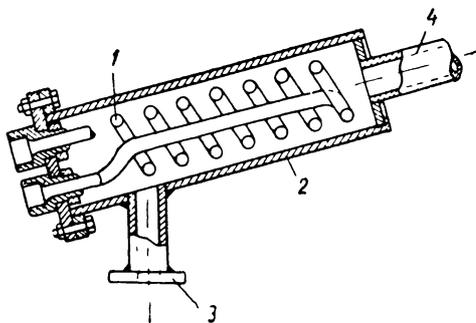


Фиг. 867. Редуктор-испаритель с фильтром-подогревателем.

Газ, поступающий из баллона через патрубок 10, открывает клапан 4 и поступает в полость 1. При повышении давления в полости 1 мембрана 5 прогибается и закрывает клапан 4. Клапан 11 закрыт натяжением пружины 8. Разрежение из всасывающей трубы двигателя передаётся через



Фиг. 868. Испаритель, работающий от выхлопных газов.



Фиг. 869. Водяной испаритель.

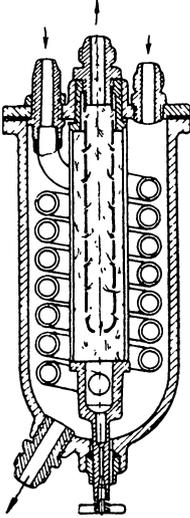
патрубок 13 в полость 2 корпуса. Мембрана 6 при этом прогнётся и откроет клапан 11. Полость 1 соединится с полостью 2. В полости 1 давление газа упадёт, и клапан 4 откроется. После повышения давления клапан 4 закроется снова. Винтом 9 регулируется натяжение пружины 3, действующей на мембрану первой ступени 5. Винтом 7 регулируется натяжение пружины 8, действующей на мембрану второй ступени 6.

Для сжиженных газов применяют редуктор-испаритель (фиг. 867), в котором, кроме редуктирования газа, происходит и его испарение. За редуктором-испарителем ставится фильтр-подогреватель, задачей которого являются доиспарение и очистка прошедшего через редуктор жидкого газа.

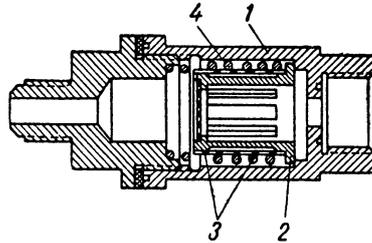
Испарители, применяемые в газобаллонных установках, бывают двух типов:

- 1) работающие от выхлопных газов (фиг. 868);
- 2) водяные (фиг. 869).

В обоих случаях испарители представляют собой змеевики, установленные в корпусе испарителя. Проходящие через корпус вода или выхлопные газы подогревают змеевик, в котором идущий по нему сжиженный газ испаряет-



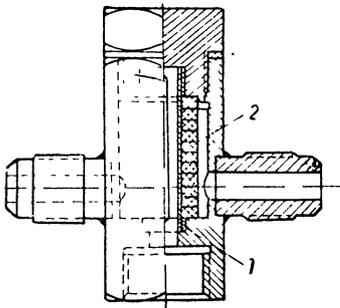
Фиг. 870. Фильтр-испаритель.



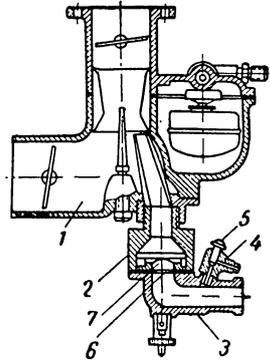
Фиг. 871. Сетчатый фильтр.

ся. Для уменьшения интенсивности подогрева змеевика выхлопными газами между выхлопным коллектором и корпусом испарителя ставят регулировочную шайбу 3.

Иногда испарители объединяют с фильтром (фиг. 870), в котором газы проходят тонкую очистку. В днище фильтра поставлена игла для спуска грязи.



Фиг. 872. Фетровый фильтр.



Фиг. 873. Карбюратор-смеситель.

Фильтры для газов бывают сетчатые или фетровые.

Сетчатый фильтр для жидкого газа представлен на фиг. 871. Он состоит из корпуса 1, внутри которого размещён патрон 2, окружённый мелкой сеткой 3. Патрон прижимается к гнезду корпуса пружиной 4.

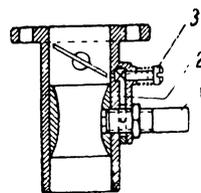
Фетровый фильтр (фиг. 872) состоит из корпуса, в котором центрально расположен патрон с прорезями. На патрон надеты фетровые

кольца. Газ поступает в патрон снизу и, проходя через фетровые кольца в стороны, очищается.

Смесители обычно объединяются с нормальным бензиновым карбюратором. На фиг. 873 показан карбюратор-смеситель для двигателя ГАЗ-ММ. В нижнюю часть воздушного патрубка карбюратора ввёрнута газовая форсунка 2. Между газовым патрубком 3 и форсункой 2 установлены обратный клапан 7 и дозирующая шайба 6.

На газовом патрубке 3 установлен штуцер холодного хода 4, в котором размещён винт 5, регулирующий качество рабочей смеси на холостом ходу двигателя. От штуцера 4 трубка подводит газ во всасывающую трубку.

Если двигатель предназначен для работы только на газе, то может быть применён простейший газовый смеситель (фиг. 874). Он состоит из воздушного патрубка, фланцем своим прикреплённого к всасывающей трубе. В воздушном патрубке установлен диффузор, к которому через газовый штуцер 1 подводится газ. Для работы на холостом ходу имеются канал холостого хода 2 и регулировочный винт холостого хода 3.



Фиг. 874. Простой газовый смеситель.

#### § 4. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Основными правилами обслуживания газобаллонных автомобилей являются:

1. Ежедневная проверка крепления и герметичности всех соединений и элементов установки.
2. Периодическая очистка всех элементов установки (фильтры, редукторы, испарители и т. д.) от загрязнения.
3. Своевременная дозаправка баллонов газами.
4. Постоянное наблюдение за качеством газо-воздушной смеси и своевременная регулировка винта холостого хода и винта редуктора.
5. Редкое пользование воздушной заслонкой карбюратора во избежание быстрого выхода из строя мембран редуктора.
6. Строгое соблюдение противопожарных мероприятий. Ни в коем случае недопустимо небрежное обращение с открытым огнём и курение вблизи автомобиля.

**ОБЩАЯ КОМПОНОВКА СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

## Глава I

**ЛЕГКОВЫЕ АВТОМОБИЛИ****§ 1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Легковые автомобили предназначаются для перевозки пассажиров и в зависимости от типа и размеров снабжаются кузовами вместимостью от 2 до 8 мест. Легковые автомобили общественного пользования, работающие по перевозке пассажиров за оплату по определённом тарифу, носят название такси. Такси обычно снабжаются счётчиком, указывающим пробег автомобиля и плату за проезд.

В зависимости от литража двигателя легковые автомобили подразделяются на:

- 1) малолитражные с двигателем литражем менее 2,0 л,
- 2) среднелитражные с двигателем литражем от 2 до 4 л,
- 3) многолитражные с двигателем литражем свыше 4 л.

Малолитражные автомобили в большинстве своем имеют четырёхцилиндровые (реже двух- и шестицилиндровые) двигатели литражем от 0,5 до 2 л.

Кузовы малолитражных автомобилей двух — пятиместные, небольшие по габаритам.

Основное достоинство малолитражных автомобилей — малый расход топлива на единицу пути. Небольшой вес малолитражного автомобиля обеспечивает ему сравнительно высокие тяговые качества при наличии двигателя относительно малой мощности.

Малолитражный автомобиль наиболее распространённого типа (литраж двигателя 1—1,5 л, мощность 25—50 л. с.) с четырёхместным закрытым кузовом имеет вес 750—1000 кг, средний расход топлива 7—10 л на 100 км пути, максимальную скорость до 90—110 км/час.

Небольшое распространение имеют малолитражные автомобили с литражем двигателя от 0,2 до 0,5 л, получившие название «сверхмалолитражных». Двигатели таких автомобилей одно- и двухцилиндровые, часто двухтактные, воздушного охлаждения. Кузовы, как правило, двухтрёхместные.

Сверхмалолитражные автомобили весят 250—400 кг и отличаются исключительно высокой экономичностью, имея расход топлива 3—5 л на 100 км.

Недостатком таких автомобилей является их относительно малая надёжность и долговечность.

Среднелитражные автомобили имеют шестицилиндровые (реже четырёх- и восьмицилиндровые) двигатели мощностью от 50 до 100 л. с. и снабжаются кузовами вместимостью до семи мест. Двигатели за небольшим исключением водяного охлаждения.

Обычно среднелитражный автомобиль с литражем двигателя 3,0—4,0 л, с четырёх-шестиместным закрытым кузовом имеет вес 1300—

1500 кг, средний расход топлива 12—15 л на 100 км и максимальную скорость до 150 км/час.

Многолитражные автомобили снабжаются шести-, восьми- и двенадцатицилиндровыми двигателями мощностью 100—160 л. с. Отдельные автомобили этого класса имеют двигатели литражем до 8 л и мощностью до 200—250 л. с. Кузовы многолитражных автомобилей вместимостью до восьми мест отличаются особой комфортабельностью. Вес многолитражных автомобилей достигает 2500 кг, расход топлива от 15 до 30 л на 100 км, максимальная скорость до 170 км/час.

## § 2. ТИПОВЫЕ КОМПОНОВКИ ШАССИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Современные легковые автомобили выполняются исключительно двухосными.

По основным конструктивным признакам шасси легковых автомобилей подразделяются на две группы:

1) по расположению двигателя: а) шасси с двигателем, расположенным спереди; б) шасси с двигателем, расположенным сзади;

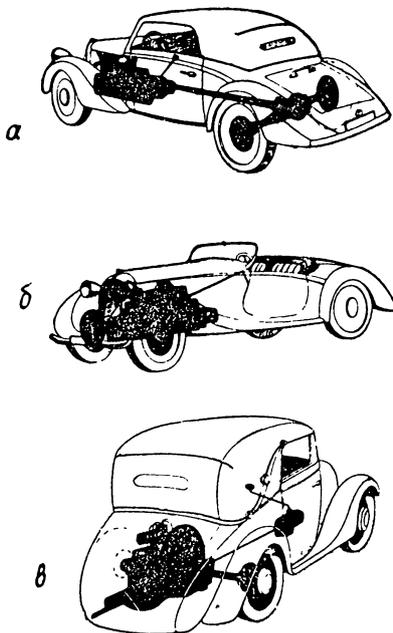
2) по расположению и числу ведущих колёс: а) с задними ведущими колёсами; б) с передними ведущими колёсами; в) со всеми (четырьмя) ведущими колёсами.

Легковые автомобили со всеми ведущими колёсами строятся, главным образом, для специальных целей (например армейские автомобили — командирские, разведывательные и др.) и составляют незначительное количество от общего числа легковых автомобилей<sup>1</sup>.

Применяемые схемы расположения двигателя и трансмиссии у легковых автомобилей с одной ведущей осью показаны на фиг. 875. По нормальной или классической схеме (фиг. 875, а) строится подавляющее количество современных легковых автомобилей. В качестве примера на фиг. 876 представлено шасси легкового автомобиля ГАЗ М-1, компоновка которого выполнена по такой схеме.

Двигатель 1 (фиг. 876) в одном блоке со сцеплением 2 и коробкой передач 3 укрепляется в передней части рамы, позади передней оси, что даёт возможность при неразрезной передней оси установить его достаточно низко. Усилие от двигателя через сцепление, коробку передач и карданный вал 4, проходящий вдоль продольной оси автомобиля, подводится к главной передаче 5 заднего ведущего моста 6. Передние колёса — управляемые.

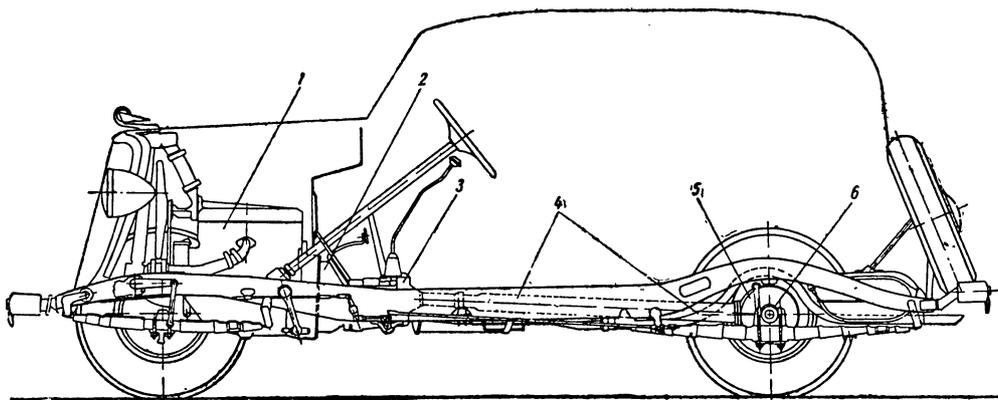
Нормальная компоновка шасси, являясь наиболее распространённой, имеет, однако, ряд существенных недостатков и, в частности, не позволяет получить высокого коэффициента использования габаритов шасси.



Фиг. 875. Схемы компоновки легковых автомобилей.

<sup>1</sup> Подробно об автомобилях с двумя ведущими осями — см. гл. III, «Грузовые автомобили».

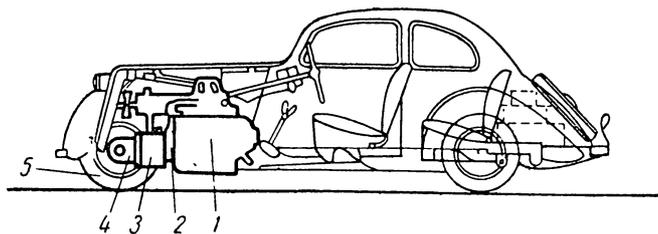
Для размещения пассажиров при такой компоновке остаётся обычно не более 60% габаритной площади автомобиля, причём задние сиденья размещаются почти над задней осью, где колебания кузова при движении по неровной дороге ощущаются наиболее сильно. Для уменьшения тряски пассажиров целесообразно размещать сиденья для них между осями. При нормальной компоновке это может быть достигнуто увеличением ба-



Фиг. 876. Общий вид шасси автомобиля ГАЗ М-1.

зы автомобиля, что, однако, не всегда оправдывается, так как при этом увеличиваются радиус поворота и вес автомобиля.

Для увеличения полезной площади кузова без увеличения базы сдвигают двигатель вперёд, устанавливая его над передней осью или даже впереди оси. Это несколько увеличивает полезную площадь кузова и даёт возможность разместить задние сиденья ближе к средней части автомобиля, уменьшив этим тряску при движении по неровной дороге. При установке двигателя над передней осью нагрузка на неё возрастает и до-



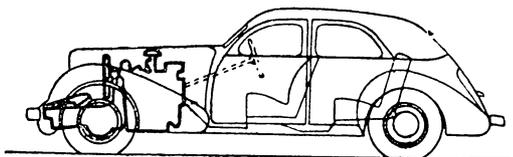
Фиг. 877. Схематический разрез автомобиля Адлер-Трумф [с передними ведущими колёсами.

ходит до 50% общего веса автомобиля. При установке двигателя позади передней оси нагрузка на переднюю ось обычно составляет около 40% общего веса автомобиля. Отнесение двигателя вперёд одновременно увеличивает момент инерции автомобиля относительно поперечной оси, увеличивая тем самым период его колебаний и уменьшая склонность к «галопированию» (колебания около поперечной оси).

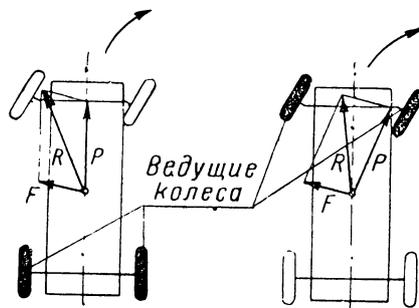
Если передняя ось автомобиля неразрезная, то постановка двигателя над осью увеличивает высоту центра тяжести, что ухудшает устойчивость автомобиля; одновременно в связи с увеличением высоты передней части (капота) ухудшается видимость дороги водителем. Поэтому такая компоновка шасси легковых автомобилей получила достаточно широкое распространение лишь при независимой подвеске передних колёс, когда

сплошная передняя ось отсутствует и двигатель может быть вынесен вперёд без его значительного подъёма.

Легковые автомобили с передними ведущими колёсами (фиг. 875, б) широкого распространения не получили и выпускаются некоторыми фирмами в небольшом количестве. На фиг. 877 показан автомобиль Адлер-Трумф с передними ведущими колёсами. Двигатель 1 установлен на раме позади передней оси и обращён маховиком вперёд. В одной блоке с двигателем объединены сцепление 2, коробка передач 3 и главная передача 4. Так как главная передача в блоке с двигателем укреплена на раме, передача крутящего момента к передним ведущим колёсам 5 осуществляется качающимися полуосями с карданными шарнирами по концам. Карданные шарниры, установленные на наружных концах по-



Фиг. 878. Схематический разрез автомобиля Корд с передними ведущими колёсами.



Фиг. 879. Упрощённая схема сил, действующих на автомобиль при повороте.

луосей, допускают поворот передних управляемых колёс на большой угол. Цельная ось при такой компоновке часто отсутствует, и подвеска передних колёс выполняется независимой. Силовой агрегат получается хотя и компактный, но довольно длинный. Двигатель, установленный позади передней оси, уменьшает свободную площадь шасси для размещения пассажиров, а также нагрузку на переднюю ось. Последнее особенно нежелательно, поскольку передние колёса являются ведущими. С целью увеличения площади шасси для размещения пассажиров и нагрузки на переднюю ось коробку передач выносят вперёд, располагая её над осью или впереди оси (фиг. 878). Главная передача при такой конструкции размещается между коробкой передач и сцеплением.

Одним из преимуществ автомобилей с передними ведущими колёсами является значительно меньшая склонность их к заносам на поворотах.

На фиг. 879 представлена упрощённая схема сил, действующих на автомобиль при повороте. Буквой  $F$  здесь обозначена центробежная сила, возникающая при повороте автомобиля и обуславливающая возможность бокового заноса, буквой  $P$  — тяговое усилие, которое действует в направлении движения ведущих колёс, буквой  $R$  — равнодействующая обеих сил, направленная при задних ведущих колёсах в сторону заноса, а при передних ведущих колёсах почти по продольной оси автомобиля.

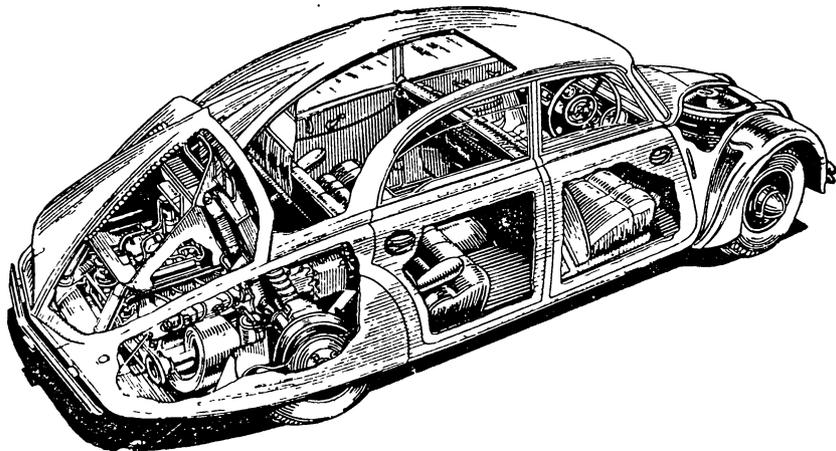
Отсутствие карданного вала под кузовом позволяет снизить пол кузова, а следовательно, общую высоту и центр тяжести автомобиля, что обеспечивает хорошую устойчивость при больших скоростях движения на поворотах. Эти преимущества автомобиля с передними ведущими колёсами использовались для некоторых специальных гоночных машин, которым необходимо иметь высокую скорость движения на виражах.

К недостаткам автомобилей с передними ведущими колёсами относится прежде всего малая нагрузка на последние, а следовательно, и небольшая сила тяги, а также сложность привода к колёсам.

При движении автомобиля в гору и при разгоне, когда требуется увеличение силы тяги на колёсах, нагрузка на переднюю ось уменьшатся, и это не даёт возможности реализовать большие тяговые усилия именно тогда, когда это требуется.

По этим причинам передний привод почти не применяют для грузовиков и автобусов. В последнее время отказываются от переднего привода и для гоночных автомобилей, у которых при интенсивном разгоне на виражах разгрузка передней оси приводит к потере сцепления с дорогой и ухудшению управляемости.

Расположение двигателя и всей силовой передачи впереди значительно увеличивает длину капота, что ухудшает внешний вид автомобиля и затрудняет видимость дороги водителю. Удачнее получается ком-



Фиг. 880. Автомобиль Татра с задним расположением двигателя.

поновка при коротком двигателе (например V-образном) и у малолитражных автомобилей, у которых двигатель и весь силовой агрегат невелики по габаритам. Этим и можно объяснить большее распространение переднего привода у малолитражных легковых автомобилей (Адлер, Ситроен и др.).

Легковые автомобили с задним расположением двигателя (фиг. 875, в) широкого распространения пока не получили, хотя в большей степени отвечают требованиям повышения скорости движения и тяговых качеств автомобиля и имеют безусловно перспективы развития в будущем.

Установка двигателя сзади увеличивает свободную площадь шасси для размещения пассажиров и позволяет придать кузову хорошо обтекаемую форму (фиг. 880), более широкую спереди и суженную сзади, где расположен двигатель. При этом места для пассажиров размещаются между осями, что, как указывалось, обеспечивает более спокойную езду.

При заднем расположении двигателя карданный вал под кузовом отсутствует, и это даёт возможность снизить как пол кузова, так и общую высоту автомобиля. При одинаковой с нормальным автомобилем вместимости кузова габариты его могут быть меньше, что уменьшает общий вес и улучшает маневренность автомобиля.

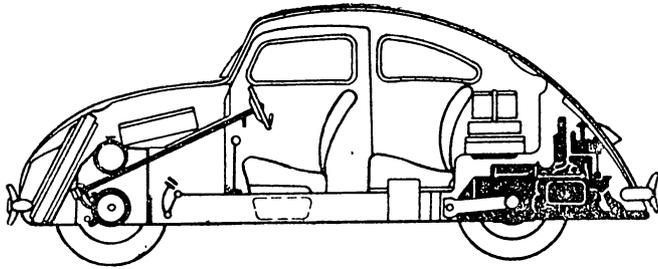
Меньший мёртвый вес и лучшая обтекаемость кузова обеспечивают автомобилю с задним расположением двигателя большую скорость и меньший расход топлива.

При заднем расположении двигателя передняя часть кузова имеет небольшой низкий фальшкапот, не затрудняющий обзора дороги води-

телю. Пассажиры лучше изолированы от шума двигателя, выхлопные газы и пары бензина не проникают в кузов.

Двигатель в задней части шасси располагают перед задней осью или позади неё. Установка двигателя позади оси более рациональна и применяется чаще, так как кузов получается просторнее. Чтобы при этом не получалось перегрузки задней оси и разгрузки передней (что приводит к плохой устойчивости и управляемости при большой скорости движения), коробку передач для увеличения нагрузки на переднюю ось выносят вперёд, располагая её впереди оси (фиг. 881), а в передней части кузова под фальшкапотом часто помещают запасное колесо, бензобак и отделение для багажа.

К недостаткам заднего расположения двигателя надо отнести трудность обеспечить надлежащее охлаждение двигателя и сложность приводов для управления силовым агрегатом. Для двигателя водяного охлаждения при установке радиатора в задней части требуется увеличить его размеры и применять более мощный вентилятор. В некоторых заднемоторных автомобилях радиатор устанавливается впереди, однако это заставляет делать длинные трубопроводы, соединяющие радиатор



Фиг. 881. Схематический разрез малолитражного автомобиля КДФ (KdF).

с двигателем, и усложняет привод к вентилятору. Воздушное охлаждение двигателя в данном случае более удобно, поэтому и применяется в ряде конструкций заднемоторных легковых автомобилей, получивших распространение.

Показанные на фиг. 880 и 881 заднемоторные автомобили Татра (Tatra) и КДФ (KdF) имеют двигатели воздушного охлаждения.

Особенностью автомобиля Татра является отсутствие рамы: её заменяет несущий кузов, к которому крепятся все агрегаты шасси.

### § 3. КУЗОВЫ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

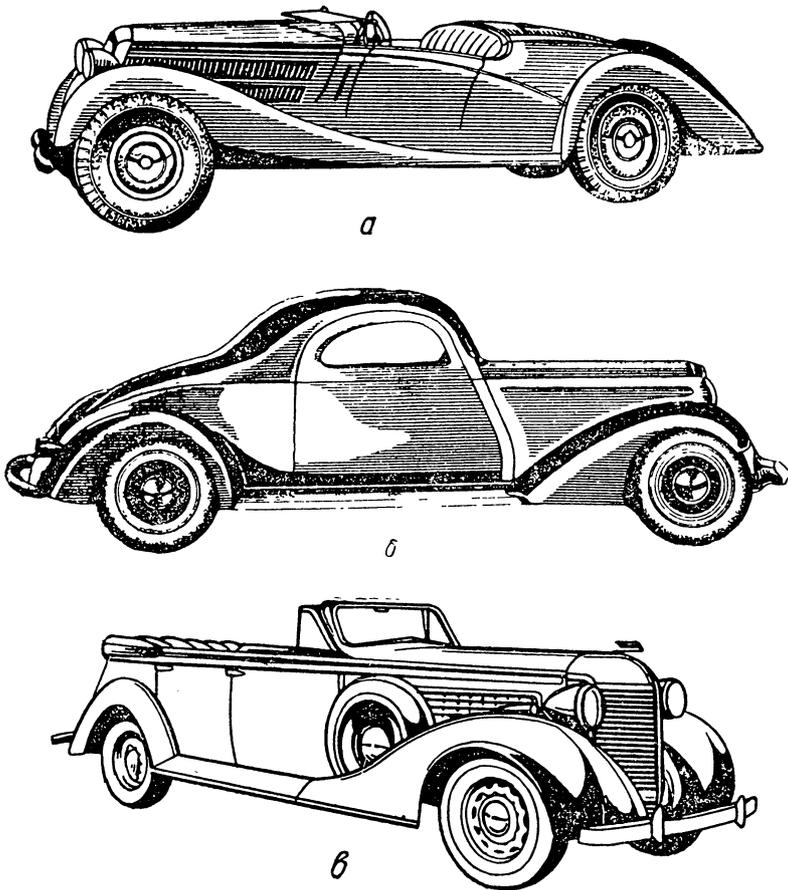
#### Основные типы кузовов легковых автомобилей

Кузовы современных легковых автомобилей отличаются большим разнообразием. В зависимости от типа и назначения автомобиля и компоновки шасси изменяются форма кузова, его вместимость, расположение и число дверей и сидений, внутренняя отделка и оборудование.

Формы кузовов современных легковых автомобилей характеризуются плавным очертанием наружных поверхностей и представляют собой комбинацию нескольких обтекаемых тел (фиг. 882). Закруглённая передняя часть, сильно наклонённая назад, вытянутая задняя часть, а также часто V-образное ветровое стекло обеспечивают кузову хорошую обтекаемость. Крылья передних колёс обтекаемой формы имеют плавный переход от капота двигателя. Задние колёса почти не выступают за габариты кузова и снабжаются обтекателями, иногда закрытыми с боков.

Фары также снабжаются обтекателями или утапливаются в передней части кузова (крыльях). Пол кузова делают возможно ровным. Обтекаемый кузов, уменьшая сопротивление воздуха, снижает затрату мощности на движение автомобиля.

Размеры кузова по возможности снижают по высоте, что также уменьшает сопротивление воздуха, снижает центр тяжести и повышает устойчивость автомобиля. Кузовы выполняют широкими так, чтобы колеса и крылья не выходили за габариты средней части кузова. Подножки



Фиг. 882. Кузовы легковых автомобилей.

у дверей делают снаружи узкими, а при низком расположении пола они иногда совсем отсутствуют.

Кузовы легковых автомобилей подразделяются на открытые и закрытые.

Открытые кузова всегда снабжаются складным верхом и боковинами из водонепроницаемой ткани, служащими для защиты пассажиров от солнца, дождя и ветра. Боковины снабжаются окнами из целлулоида и укрепляются к кузову при помощи специальной фурнитуры (кнопки, пряжки и т. п.).

Закрытые кузова в настоящее время имеют преимущественное распространение. Имеются закрытые кузова, которые могут частично или полностью раскрываться. Если закрытый кузов имеет откидывающуюся заднюю стенку с частью крыши, он носит название л а н д о.

Закрытые кузова с нежёстким убирающимся верхом называются кабриолетами.

Сиденья в кузове располагаются в один или два ряда, с двумя-тремя местами для пассажиров в одном ряду. Для кузовов большой вместимости (до восьми мест) применяют дополнительные откидные сиденья.

По числу дверей различают кузова двухдверные и четырёхдверные.

Основные типы кузовов легковых автомобилей и их разновидности приведены в таблице 19.

Таблица 19

Группа Типы		Маломестные	Многоместные				
			Родстер	Фаэтон	—	—	—
Закрытые	Открытые	Купе	—	Коуч	Седан	Лимузин	Брогам
	Совершенно закрытые	Купе-ландо	—	Коуч-ландо	Седан-ландо	Лимузин-ландо	Брогам-ландо
	С откидной задней стенкой и частью крыши	Купе-кабриолет	—	Коуч-кабриолет	Седан-кабриолет	Лимузин-кабриолет	Брогам-кабриолет
	Со складным верхом	Купе-кабриолет	—	Коуч-кабриолет	Седан-кабриолет	Лимузин-кабриолет	Брогам-кабриолет

**Маломестные кузова.** Родстер (фиг. 882, а) — открытый двухдверный кузов с одним сиденьем на 2—3 человека, включая водителя. В задней части кузова имеется специальное отделение для багажа, закрываемое крышкой. Иногда в этом месте помещается дополнительное двухместное сиденье, спинкой которого служит открытая спинка багажника.

**Купе** (фиг. 882, б) — закрытый двухдверный кузов с одним сиденьем на 2—3 человека. В задней части кузова имеется место для багажа, используемое иногда для установки дополнительного сиденья, спинкой которого служит крышка багажника.

**Многоместные кузова** отличаются большим разнообразием и имеют большое распространение.

**Фаэтон** (фиг. 882, в) — открытый четырёхдверный пятиместный кузов с двумя поперечными сиденьями; иногда выполняется семиместным, причём два сиденья делаются откидными. Фаэтон снабжается складным верхом и боковинами из водонепроницаемой ткани.

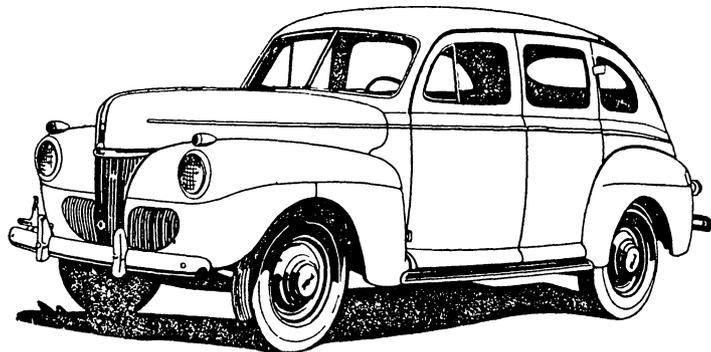
**Седан** (фиг. 883, а) — закрытый четырёхдверный кузов с двумя сиденьями для 5 человек. При наличии откидных сидений число мест возрастает до семи-восьми. Внутреннее помещение — общее, без перегородки.

**Коуч** (или двухдверный седан) (фиг. 883, б) — двухдверный закрытый пятиместный кузов. Заднее сиденье для трёх человек. Передние сиденья откидные и выполнены отдельно друг от друга, что делается для свободного прохода к заднему сиденью.

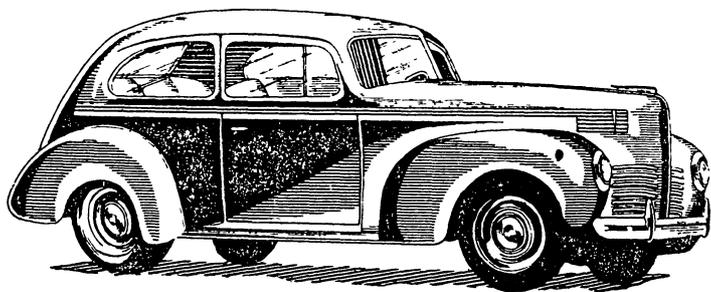
**Лимузин** (фиг. 883, в) — четырёхдверный закрытый кузов с числом мест от пяти до семи-восьми в зависимости от наличия откидных сидений. Внутри кузов в отличие от седана разделён перегородкой (глухой или с опускающимся стеклом), отделяющей переднее сиденье от задней части кузова.

**Брогам** (или Брум) (фиг. 883, г) отличается от лимузина тем, что переднее сиденье совершенно открыто и иногда снабжается откидывающимся парусиновым верхом.

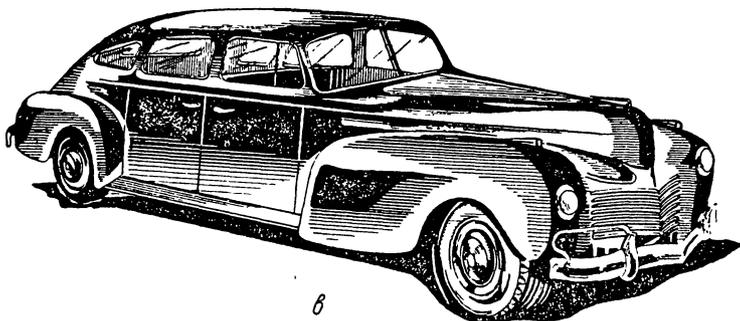
Кроме кузовов указанных типов, существует большое количество специальных кузовов, изготавливаемых, главным образом, по особому заказу (туристские, гоночные и т. д.).



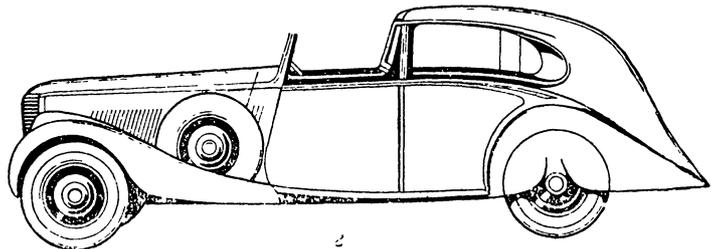
а



б



в



г

Фиг. 883. Кузовы легковых автомобилей.

Из всего разнообразия кузовов наибольшее распространение получили седан, коуч, лимузин и фэтон. Менее распространены маломестные кузовы — родстер, купе. Кузовы типа брогам встречаются редко.

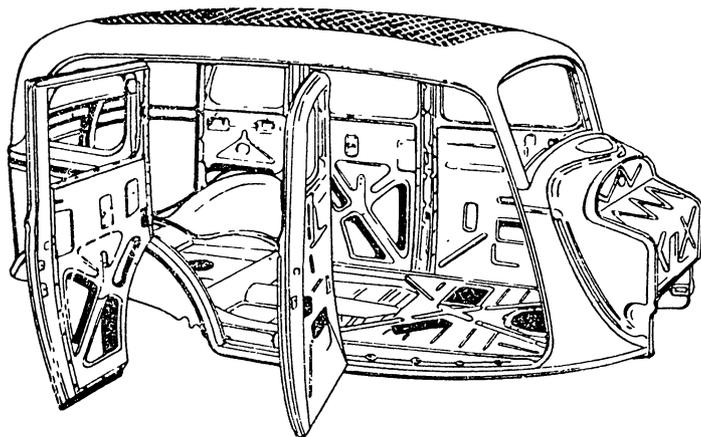
## Устройство кузовов легковых автомобилей

Кузовы легковых автомобилей по своему устройству и роду применяемого материала подразделяются на: 1) «кадетные» (с деревянным каркасом), 2) составные и 3) цельнометаллические.

Основная часть кузова кадетного типа — деревянный каркас, который обеспечивает кузову необходимую прочность.

Каркас одновременно служит остовом, к которому крепятся внутренняя и наружная обшивки кузова. Наружная обшивка обычно выполняется из тонкой листовой стали, реже из листов алюминиевых сплавов.

Составной кузов также имеет каркас из дерева, предназначенный для сборки металлических панелей облицовки, которая в основном и обеспечивает прочность кузова. Некоторые части составного кузова выполняются цельнометаллическими. Кадетные и составные кузова боль-



Фиг. 884. Кузов автомобиля ГАЗ М-1.

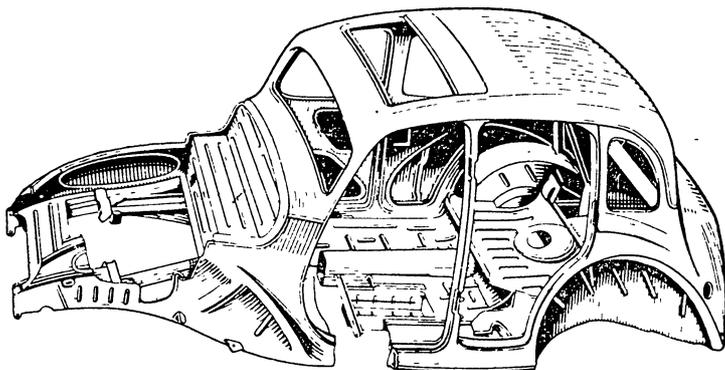
шого распространения не имеют и применяются, главным образом, для автомобилей мелкосерийной и индивидуальной постройки.

Цельнометаллические кузова легковых автомобилей выполняются каркасными и бескаркасными. Они получили широкое распространение (особенно бескаркасные), что объясняется их большой прочностью, долговечностью, небольшим весом, простотой сборки и ухода. На фиг. 884 представлен бескаркасный цельнометаллический кузов автомобиля ГАЗ М-1. Наружная поверхность кузова образована несколькими металлическими панелями, соединёнными между собой и с полом электросваркой. Кузов усилен восемью стойками и рядом других деталей. Все детали, образующие коробку кузова, выполнены штамповкой из листовой стали. Над дверными проёмами вдоль всего кузова проходит деревянный брус, скрепляющий верхние концы стоек. Двери кузова — металлические, выполнены электросваркой из штампованных деталей. Крыша сделана из металлической сетки, покрытой тонким ватником и дерматином; сетка натянута на рёбра, соединяющие верхние концы панелей. Металлические стенки кузова изнутри покрываются специальной мастикой для поглощения шума и вибраций кузова. Внутренняя обивка крыши, стоек и задней части кузова крепится к деревянным вкладышам и к брусу, скрепляющему верхние концы стоек. На дверях обивка крепится при помощи специальных пружинных пистонов.

В последние годы появились безрамные легковые автомобили с цельнометаллическими несущими кузовами. Несущий кузов представ-

ляет собой жёсткую цельнометаллическую ферму, на которой и монтируются все агрегаты автомобиля.

Основные достоинства несущего кузова — большая жёсткость и меньший вес по сравнению с общим весом рамы и обычного (ненесущего) кузова, которые он заменяет.

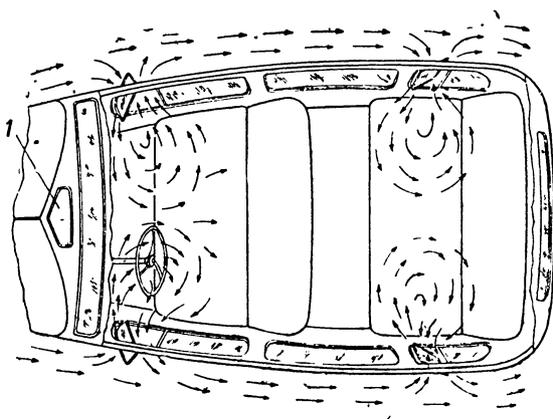


Фиг. 885. Несущий кузов автомобиля Моррис.

На фиг. 885 представлен несущий кузов автомобиля Моррис. Кузов состоит из стальных штампованных частей, скреплённых сваркой. Ресоры передней подвески и двигатель укрепляются к двум лонжеронам, отштампованным заодно целое с передними частями кузова.

#### Вентиляция и отопление легковых автомобилей

Закрытые кузова современных пассажирских автомобилей снабжаются вентиляционными устройствами, обеспечивающими быструю очистку и смену воздуха в кузове. Вентиляционные системы выполняются самостоятельными или комбинируются с отопительной установкой.



Фиг. 886. Схема бессквозняковой вентиляции кузова.

На фиг. 886 показана схема вентиляции кузова автомобиля, имеющая значительное распространение и применяемая, в частности, на автомобилях ГАЗ М-1 и ЗИС-101. Передняя часть стекла передней двери и передняя часть стекла заднего бокового окна кузова могут поворачиваться около вертикальной оси. При движении автомобиля встречный поток воздуха, ударяясь о повёрнутое стекло, попадает частично в кузов, создавая одновре-

менно у задней кромки стекла разрежение, благодаря которому происходит отсасывание воздуха из кузова.

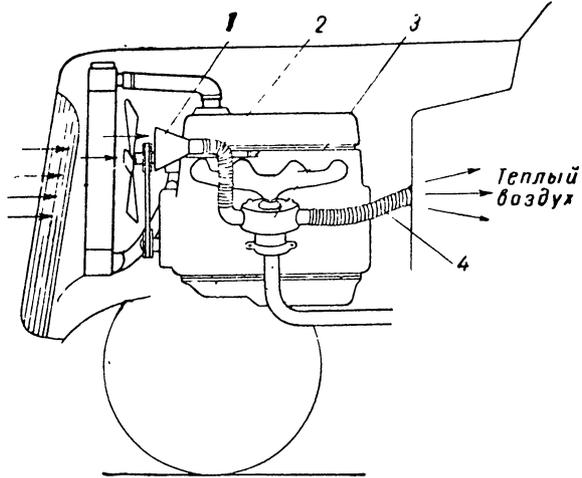
Примерные направления воздушных потоков, получающихся при этом в кузове, показаны на схеме (фиг. 886). Кроме этого, вентиляция кузова может производиться поворотом козырька 1, установленного на торпедо. Козырёк при помощи рукоятки устанавливается наклонно, и воздух, попадающий под козырёк, нагнетается внутрь кузова.

В комбинированной вентиляционно-отопительной системе воздух, поступающий в кузов, проходит через подогреватели, где в холодную погоду обогревается. При этом воздух обычно очищается в специальных фильтрах от пыли и влаги. В тёплую погоду отопительная установка выключается и воздух поступает в кузов неподогретым.

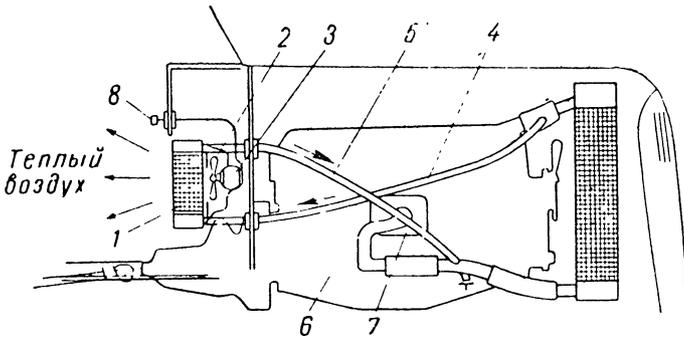
В обогревателях используется тепло, отдаваемое двигателем выхлопным газам или в охлаждающую воду, или тепло от специального источника.

Использование тепла выхлопных газов непосредственно для обогрева воздуха не получило распространения, так как сопряжено с возможностью попадания выхлопных газов в кузов. Проникание в кузов значительного количества выхлопных газов может привести к отравлению пассажиров, так как эти газы содержат окись углерода (угарный газ).

К отопительным установкам со специальным источником тепла относятся электрические обогреватели и обогреватели, в которых для получения тепла сжигается твёрдое, жидкое или газообразное топливо. Широкого распространения такие установки для обогрева воздуха в кузовах не получили и применяются, главным образом, для обогрева двигателей при запуске в холодную погоду (угольные печи, беспламенные бензообогреватели и др.).



Фиг. 887. Схема отопительной установки с использованием тепла выхлопных газов.

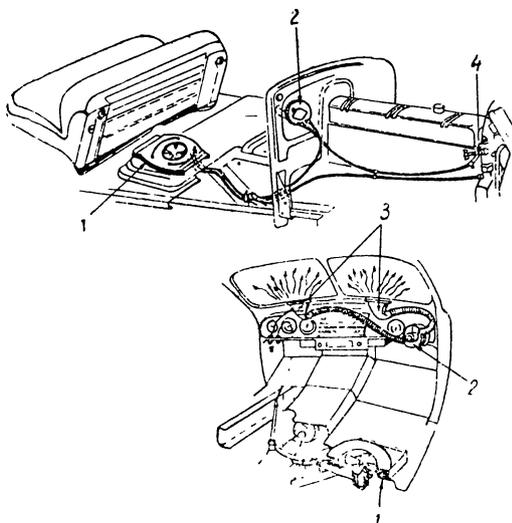


Фиг. 888. Схема отопительной установки автомобиля ЗИС-101.

В качестве примера использования тепла выхлопных газов для обогрева воздуха на фиг. 887 изображена схема отопительной установки Widney Klamron. Воздух поступает в подогреватель через раструб 1 и гибкий шланг 2 за счёт встречного потока воздуха при движении автомобиля и работы вентилятора системы охлаждения. В воздушной рубашке 3, охватывающей выхлопной коллектор, воздух нагревается и далее направляется в кузов по гибкому шлангу 4. Обогрев воздуха в кузове регулируется изменением количества воздуха, поступающего через по-

догреватель, для чего служит заслонка, установленная непосредственно за раструбом и управляемая с места водителя. Наибольшее распространение на легковых автомобилях имеют установки, в которых для обогрева воздуха используется тепло, отдаваемое двигателем в охлаждающую воду.

На фиг. 888 приведена схема отопительной установки автомобиля ЗИС-101. Установка состоит из калорифера 1, вентилятора 2, приводимого во вращение электродвигателем 3, и шлангов 4 и 5, соединяющих калорифер с системой охлаждения двигателя 6. Калорифер установлен в передней части кузова под арматурным щитком. Водяной помпой 7 системы охлаждения обеспечивается циркуляция через калорифер горячей



Фиг. 889. Отопительная установка автомобиля Бюик.

воды, которая по резиновому шлангу 4 подводится к калориферу, а по шлангу 5 возвращается в систему охлаждения. Перед калорифером установлен вентилятор 2, приводимый в действие электродвигателем небольшой мощности. Электродвигатель включается через реостат 8, что позволяет регулировать число его оборотов, а тем самым и интенсивность подачи тёплого воздуха. Кроме того, интенсивность подачи тёплого воздуха регулируется раздвижными дверцами кожуха калорифера.

В отопительной системе ЗИС-101 подогревается воздух, находящийся в кузове, без добавления свежего

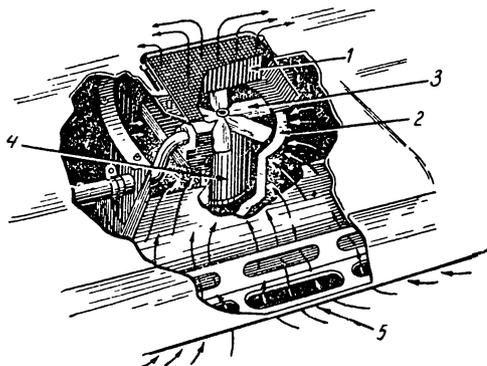
воздуха снаружи. Это создает в кузове некоторое разрежение, что может служить причиной попадания в кузов выхлопных газов. Один калорифер не обеспечивает равномерного обогрева всего кузова, особенно при наличии перегородки между задним и передним сиденьями.

При значительной разнице наружной и внутренней температур воздуха переднее ветровое стекло запотеваает и обмерзает. Для устранения этого явления ветровое стекло обогревают потоком тёплого воздуха. Устройство для обогрева ветрового стекла носит название дефростера.

На фиг. 889 показана отопительная установка автомобиля Бюик. Горячая вода из водяной рубашки двигателя поступает к калориферу 1, расположенному под передним сиденьем, и к дефростеру 2, установленному позади щитка. Через калорифер и дефростер обеспечивается циркуляция воздуха вентиляторами, приводимыми во вращение электродвигателями небольшой мощности. При этом через дефростер 2 в кузов добавляется свежий воздух, который подогревается в дефростере и через два плоских насадка 3 подаётся к ветровому стеклу, предохраняя его от запотевания и обмерзания. Через калорифер циркулирует только воздух, находящийся в кузове. В теплую погоду отопительная система выключается вентилем 4, а дефростер используется для вентиляции.

При добавлении в кузов свежего воздуха в нём создаётся незначительное сверхдавление, препятствующее проникновению в кузов выхлопных газов и наружного воздуха, который поступает в кузов только через дефростер.

На фиг. 890 показана отопительная установка автомобиля Студебеккер, в которой подогревается только свежий воздух, поступающий в кузов через калорифер и дефростер. Установка состоит из подогревателя, расположенного под полом у передних сидений, и дефростера. Подогреватель состоит из калорифера 1, воздушного фильтра 2 и вентилятора 3, приводимого в действие электромотором 4. Через калорифер и дефростер циркулирует горячая вода из системы охлаждения двигателя. Через калорифер в кузов прогоняется вентилятором свежий воздух, забираемый снаружи через щели 5, расположенные вдоль нижнего края кузова. Проходя через фильтр, воздух очищается от пыли и влаги.



Фиг. 890. Отопительная установка автомобиля Студебеккер.

Расположение отопительного агрегата под передним сиденьем даёт возможность равномерно обогреть переднюю и заднюю части кузова.

В некоторых вентиляционно-отопительных системах воздух засасывается в кузов не с уровня шоссе, а через вентиляционный люк торпедо или сверху кузова (сверху ветрового стекла), где воздух менее загрязнён пылью и выхлопными газами.

## Глава II

### АВТОБУСЫ

#### § 1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ АВТОБУСОВ

Автобусами называются автомобили общественного пользования, предназначенные для групповой перевозки пассажиров и снабжённые кузовами, имеющими не менее восьми мест для сидения.

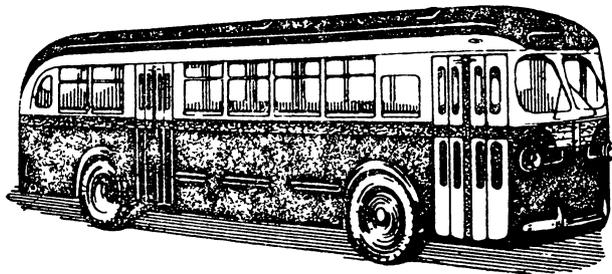
По назначению автобусы разбиваются на три основные группы: 1) городские автобусы; 2) междугородные автобусы; 3) автобусы специальные (школьные, туристские и др.).

По числу мест для сидения в кузове имеются автобусы следующих типов: 1) лёгкий или малый — вместимостью менее 22 мест; 2) средний — вместимостью от 22 до 32 мест; 3) тяжёлый или большой — вместимостью свыше 32 мест.

Городские автобусы строятся преимущественно большой вместимости, с кузовами вагонного типа (фиг. 891). Малые автобусы для городской эксплуатации применяются на маршрутах с узкими уличными проездами и не напряжённым графиком уличного движения. На маршрутах с напряжённым уличным движением применяются также двухэтажные автобусы (фиг. 892), вместимость которых достигает 100 мест и более.

Шасси городских автобусов выполняется низкорамным, что позволяет уменьшить число ступенек у входных дверей кузова, ускорив тем вход и выход пассажиров на остановках. Сокращение времени стоянки на остановках увеличивает среднюю скорость движения автобуса. Тяговые показатели городских автобусов характеризуются хорошей приём-

стостью (способностью быстро развивать большую скорость) и небольшой максимальной скоростью, не превышающей 50—60 км/час.



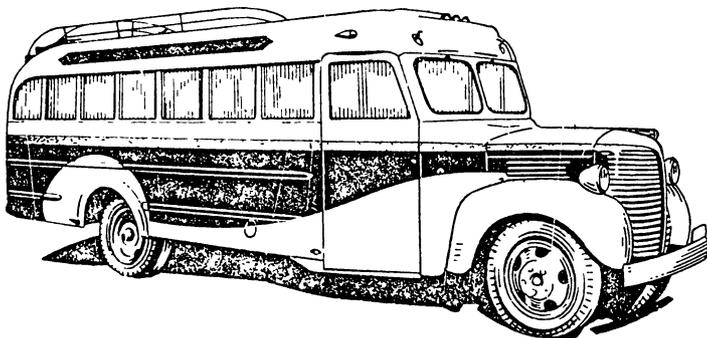
Фиг. 891. Городской автобус с вагонным кузовом.

Междугородные автобусы (фиг. 893 и 894) предназначаются для длительных рейсов без остановок. Наиболее распространены междугородные автобусы средней вместимости. Их кузова отличаются



Фиг. 892. Двухэтажный городской автобус.

большим удобством для пассажиров (мягкие удобные сиденья, специальные места для багажа и др.). Шасси междугородных автобусов часто делают также низкорамными, что имеет большое значение для автобусов этого типа в отношении повышения их устойчивости.

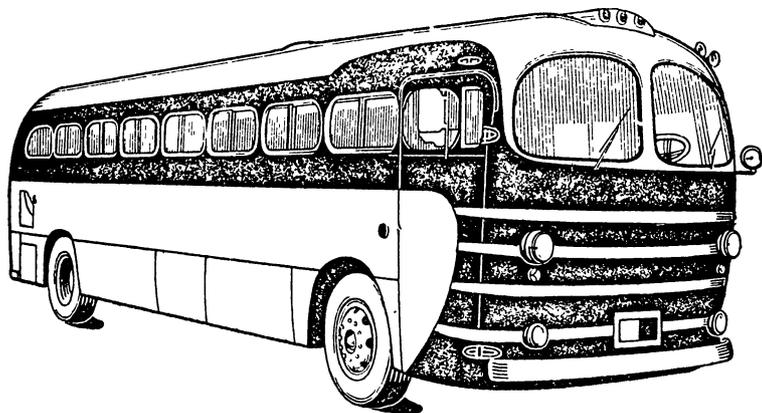


Фиг. 893. Междугородный автобус с обыкновенным кузовом.

Максимальная скорость междугородных автобусов достигает 100—120 км/час.

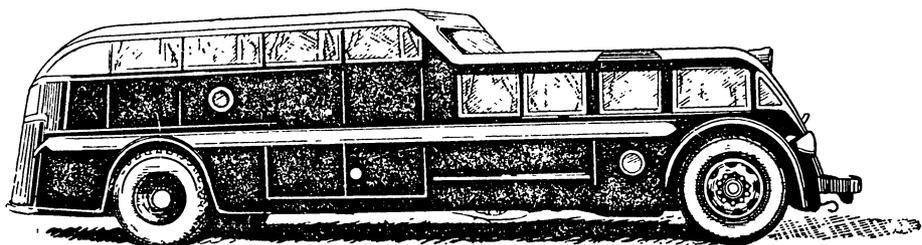
Специальные автобусы предназначаются для перевозки пассажиров определённых категорий (школьников, туристов и др.).

Школьные автобусы имеют широкое распространение в США в местностях с редкой школьной сетью и служат для перевозки



Фиг. 894. Междугородный автобус с вагонным кузовом.

школьников из дома в школу и обратно. К школьным автобусам предъявляются особые требования в отношении безопасности езды.



Фиг. 895. Полутораэтажный экскурсионный автобус;

Туристские автобусы (фиг. 895) предназначаются для экскурсионных поездок и иногда снабжаются открытыми кузовами, обеспечивающими хороший обзор местности.

## § 2. ТИПОВЫЕ КОМПОНОВКИ ШАССИ АВТОБУСОВ

Шасси современных автобусов по основным конструктивным признакам (расположение и число двигателей) подразделяются на следующие группы: а) шасси нормального типа с двигателем, расположенным впереди на продольной оси автобуса; б) шасси с двигателем впереди, в стороне от продольной оси автобуса; в) шасси с двигателем, расположенным посередине, на продольной оси или сбоку автобуса; г) шасси с двигателем, расположенным сзади; д) шасси с двумя двигателями.

Современные автобусы большей частью выполняются двухосными, с одной задней ведущей осью.

На фиг. 896 представлены различные схемы шасси двухосных автобусов. Все представленные схемы, кроме схемы *а*, относятся к автобусам с вагонным кузовом.

Схема *а* изображает нормальную компоновку шасси. Автобусные шасси такого типа строятся обычно на базе шасси грузового автомобиля и отличаются от него пониженным расположением рамы, большей базой

и более длинной рамой, что необходимо для установки вместительного кузова.

Недостатком автобуса с шасси нормального типа и обыкновенным кузовом является малый коэффициент использования габаритов шасси для размещения пассажиров, а также высокий уровень пола кузова, что затрудняет вход и выход пассажиров и, кроме того, ухудшает устойчивость автобуса.

Снижению уровня пола, а тем самым и общей высоты автобуса препятствуют проходящий вдоль продольной оси автобуса карданный вал 4 (схема а, фиг. 896) и вертикальное перемещение картера главной передачи 5.

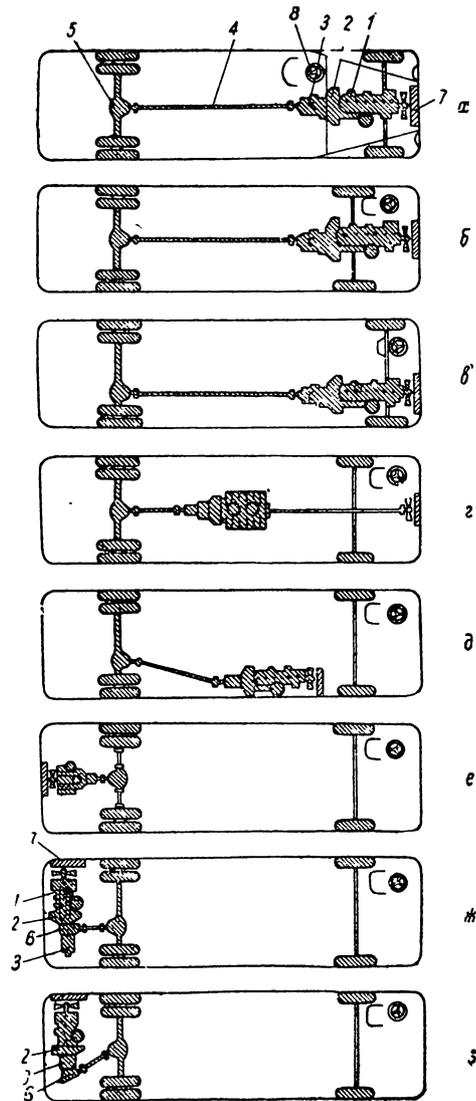
Компоновка шасси по схеме б (фиг. 896) выполняется для автобусов с кузовом вагонного типа и значительно увеличивает вместимость автобуса. В этом случае двигатель находится внутри кузова и закрывается кожухом, предохраняющим от проникания в кузов выхлопных газов и тепла двигателя. Доступ к двигателю осуществляется из кузова. Двигатель устанавливается обычно впереди оси, а место водителя располагается рядом с двигателем. Расположение водителя непосредственно у передней стенки кузова улучшает обзор дороги. Автобусы с такой компоновкой шасси имеют значительное распространение.

Схема в изображает шасси автобуса с двигателем, сдвинутым в сторону. Карданный вал и главная передача располагаются также сбоку, что даёт возможность понизить раму и пол кузова, так как картер главной передачи в этом случае помещается в специальной нише под одним из сидений. Доступ к двигателю для осмотра и ухода осуществляется через люк в боковой стенке кузова.

Смещение двигателя в сторону без выноса его вперёд даёт возможность разместить

сиденье водителя также рядом с двигателем. Общий вид такого шасси представлен на фиг. 897.

Схемы г и д (фиг. 896) изображают шасси автобусов с двигателем, установленным в средней части шасси, под кузовом. При такой компоновке двигатель совершенно не занимает места в кузове и снижает центр

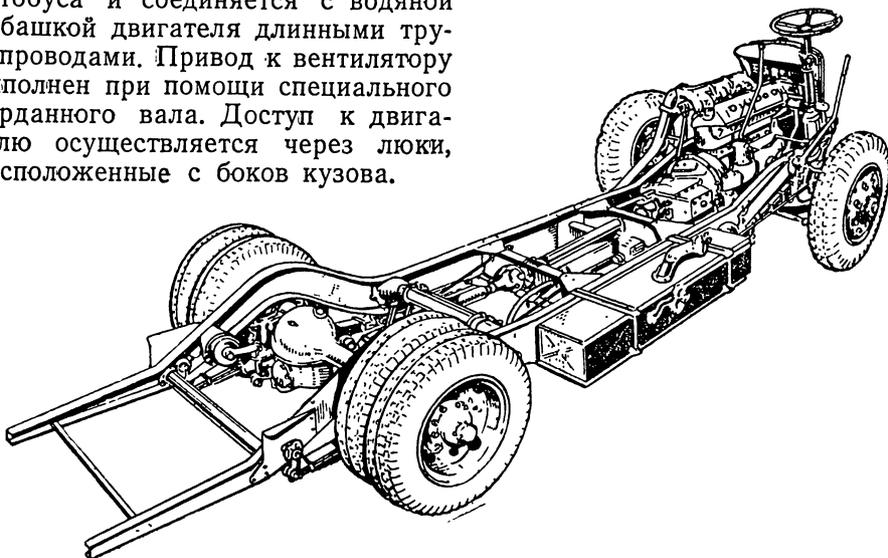


Фиг. 896. Схемы шасси двухосных автобусов:

1—двигатель; 2—сцепление; 3—коробка передач; 4—карданный вал; 5—главная передача заднего моста; 6—дополнительная коническая передача; 7—радиатор; 8—место водителя.

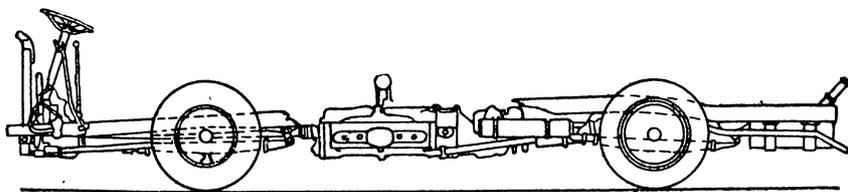
тяжести автобуса, улучшая его устойчивость. Однако при этом требуется двигатель специальной конструкции с небольшим габаритом по высоте.

На фиг. 898 представлено шасси автобуса Уайт. 12-цилиндровый двигатель этого автобуса имеет горизонтальное расположение цилиндров и укрепляется под рамой так, что не выступает за пределы верхней полки лонжерона рамы. Радиатор системы охлаждения установлен впереди автобуса и соединяется с водяной рубашкой двигателя длинными трубопроводами. Привод к вентилятору выполнен при помощи специального карданного вала. Доступ к двигателю осуществляется через люки, расположенные с боков кузова.



Фиг. 897. Шасси автобуса Моррис.

Боковое расположение двигателя в средней части шасси показано на фиг. 899. Автобус имеет гидравлическое сцепление 1 и автоматическую коробку передач 2. Картер главной передачи 3 заднего моста смещён в сторону двигателя, благодаря чему карданный вал 4 имеет небольшой угол наклона к оси автомобиля. Для такой компоновки шасси не требуется двигателя специальной конструкции, он размещается в



Фиг. 898. Автобусное шасси Уайт.

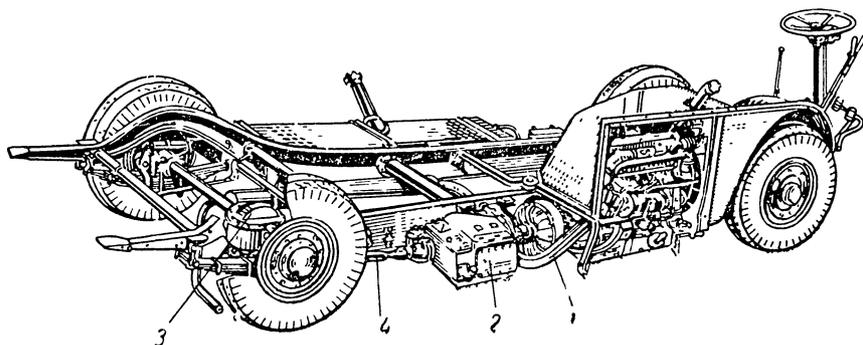
нише кузова, над которой расположен боковой диван. Доступ к двигателю и агрегатам силовой передачи удобен и прост.

При установке двигателя в передней или средней части шасси нагрузки на оси автобуса получаются примерно одинаковыми и все колёса автобуса обычно снабжаются одинарными шинами.

Установка двигателя в задней части (схемы *е*, *ж* и *з* фиг. 896) является для автобуса наиболее рациональной. При этом трансмиссия значительно упрощается. Пол кузова располагается низко. Газы и тепло двигателя не проникают в кузов. Доступ к агрегатам для ухода за ними и ремонта осуществляется легко.

Автобусы с задним расположением двигателя распространены в США.

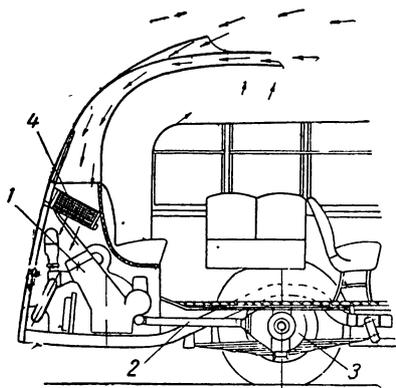
При продольном расположении двигателя (схема *e* фиг. 896) могут быть использованы силовой агрегат и задний мост стандартной кон-



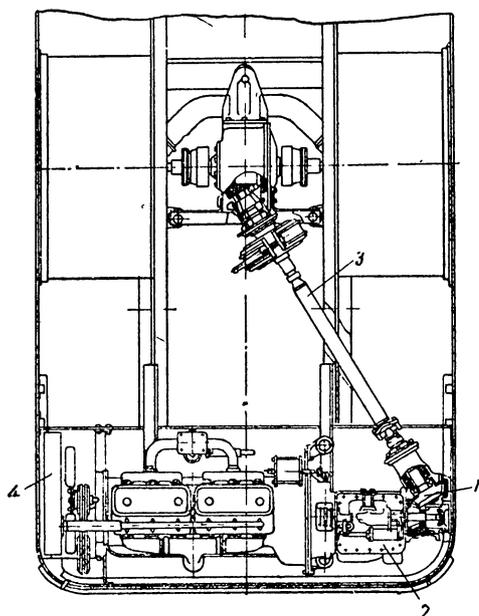
Фиг. 899. Шасси автобуса АЕС с двигателем, расположенным сбоку.

струкции. Однако такая компоновка возможна лишь при небольших габаритах двигателя по длине, а поэтому применяется редко.

Поперечное расположение двигателя (схемы *ж* и *з* фиг. 896) имеет большее распространение. Компоновка по схеме *ж* требует специальной коробки передач с конической передачей к карданному валу. Главная передача заднего моста смещается в сторону, а карданный вал проходит параллельно оси автобуса. Схематический разрез задней части автобуса Туин-Коуч с таким размещением двигателя и силовой передачи представлен на

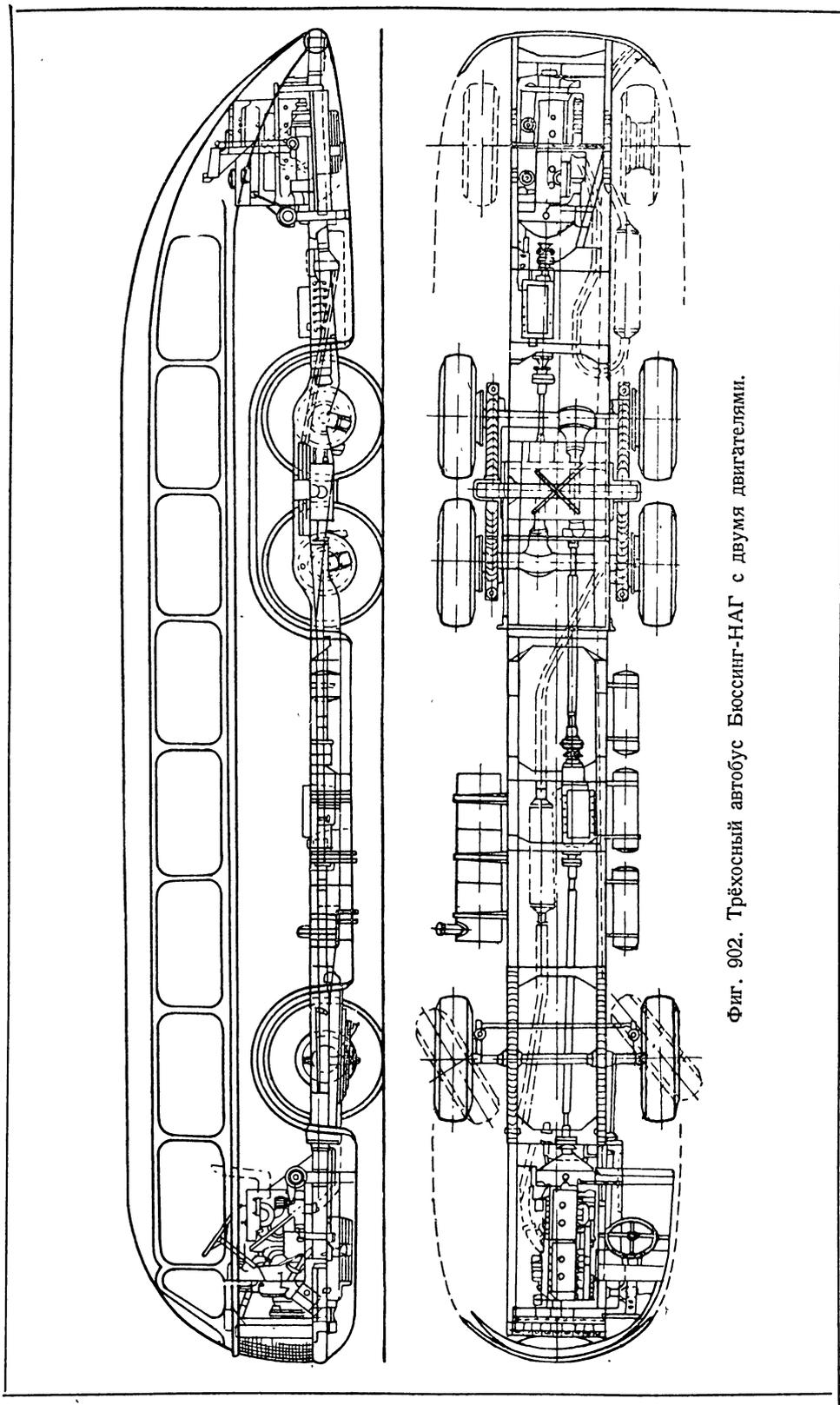


Фиг. 900. Схема установки силового агрегата в автобусе Туин-Коуч.



Фиг. 901. Установка силового агрегата в автобусе GMC.

фиг. 900. Двигатель *1* в одном блоке со сцеплением и коробкой передач установлен в задней обтекаемой части автобуса. Через коническую передачу усилие от коробки передач при помощи карданного вала *2* подводится к главной передаче заднего ведущего моста *3*. Над двигателем установлен радиатор *4* системы охлаждения. Воздух к радиатору подводится двумя вентиляторами через канал, расположенный в



Фиг. 902. Трёхосный автобус Бюссинг-НАГ с двумя двигателями.

задней части кузова и оканчивающийся на крыше автобуса раструбом, обращённым вперёд. При этом воздух частично засасывается из кузова, улучшая его вентиляцию.

На фиг. 901 показана задняя часть шасси автобуса GMC. Привод от силового агрегата к заднему ведущему мосту выполнен при помощи конической передачи 1, картер которой примыкает к картеру коробки передач 2; карданный вал 3 расположен под углом к продольной оси автобуса. Радиатор системы охлаждения 4 расположен сбоку, воздух к нему втягивается вентилятором, находящимся на переднем конце двигателя, через жалюзи в боковой стенке кузова.

Такая компоновка шасси наиболее рациональна и имеет наибольшее распространение. Она допускает использование стандартного силового агрегата (двигателя, сцепления и коробки передач).

Некоторое распространение имеют автобусы с двумя двигателями. Установка на автобусе двух двигателей обуславливается стремлением получить высокие тяговые показатели автобусов большой вместимости (особенно междугородных).

Установка на автобусе одного мощного многоцилиндрового двигателя не всегда целесообразна из-за его сложности, громоздкости и дороговизны, так как массового производства таких двигателей обычно нет.

Чаще два двигателя устанавливаются на трёхосных автобусах. Они размещаются либо впереди, либо в средней части по сторонам или по концам шасси, а привод выполняется на каждую из ведущих осей в отдельности. Каждый из двигателей имеет сцепление и коробку передач. Примером трёхосного автобуса с двумя двигателями может служить автобус Бюссинг—НАГ, общий вид шасси которого показан на фиг. 902.

### § 3. КУЗОВЫ АВТОБУСОВ

#### Основные типы и внутренняя планировка автобусных кузовов

Кузовы современных автобусов делают преимущественно закрытыми. Только некоторые специальные автобусы — экскурсионные, туристские и др. — имеют иногда открытые кузова.

По числу этажей кузова автобусы подразделяются на одноэтажные, полутрехэтажные и двухэтажные.

Одноэтажные кузова наиболее распространены и устанавливаются на автобусах всех типов. Двухэтажные кузова имеют городские автобусы большой вместимости. Полутрехэтажными кузовами снабжаются, главным образом, туристские автобусы.

Основным типом кузова современных городских и в значительной степени междугородных автобусов является вагонный кузов (фиг. 891 и 894). Его основное преимущество перед обыкновенным — лучшее использование габаритной площади автобуса. При вагонном кузове для размещения пассажиров используется почти вся габаритная площадь автобуса, а при обыкновенном кузове — не более 75—85%. Особенно рациональна компоновка автобуса вагонного типа с двигателем, установленным сзади.

Городские автобусы снабжаются исключительно закрытыми кузовами. Типичная планировка кузовов городских автобусов представлена на фиг. 903.

Над колёсами располагаются продольные диваны, что даёт возможность снизить пол и общую высоту кузова. Остальная часть кузова заполнена двухместными диванами, обращёнными вперёд. Проход между сиденьями делается широким — до 600 мм, шаг между сиденьями 700—800 мм, у дверей оставлены значительные площадки для стоящих

пассажиров. Кузовы обязательно имеют две двери — одну для входа, другую для выхода пассажиров. В кузове вагонного типа входная дверь часто находится впереди — перед передним колесом, а выходная — по середине кузова (в США), что ускоряет посадку и высадку пассажиров.

Двери выполняются двух- или четырёхстворчатыми. При открывании они занимают мало места, не выходят за габариты автобуса и поэтому не мешают подходу автобуса к тротуару.

Широко распространено пневматическое управление дверями, производимое с места водителя.

Двухэтажный городской автобус представлен на фиг. 892. Планировка мест в нижнем этаже аналогична планировке в одноэтажном автобусе. При одинаковых (кроме высоты) габаритных размерах двухэтажный автобус имеет примерно в два раза большую вместимость, чем одноэтажный. Мёртвый вес двухэтажного автобуса одинаковой вместимости с одноэтажным значительно меньше. Кроме того, одноэтажный автобус большой вместимости громоздок, имеет большой радиус поворота и занимает большую площадь улицы.

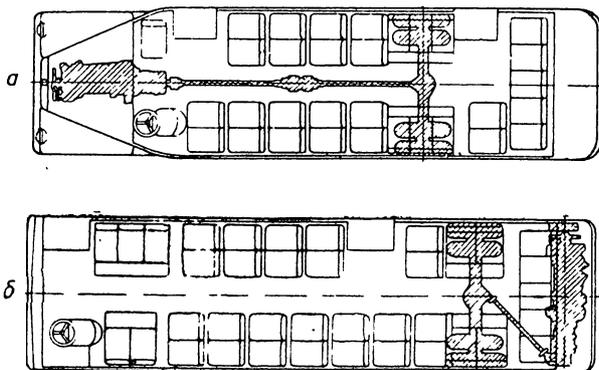
К недостаткам двухэтажных автобусов надо отнести большие габариты по высоте (до 4200—4300 мм), плохую устойчивость и небольшую среднюю скорость движения. Большая высота ограничивает также проходимость автобуса под мостами, трамвайными проводами и т. п. Средняя скорость движения двухэтажного городского автобуса меньше средней скорости одноэтажного той же вместимости вследствие меньшей максимальной скорости, а также большей затраты времени на посадку и высадку пассажиров. Поэтому двухэтажные городские автобусы в настоящее время вытесняются одноэтажными с кузовами вагонного типа.

На фиг. 893 представлен междугородный автобус с обыкновенным кузовом. У новейших междугородных автобусов кузова выполняются большей частью вагонного типа. Внешний вид такого автобуса показан на фиг. 894.

Кузовам междугородных автобусов придают по возможности обтекаемую форму. Внутренняя высота кузова меньше, нежели у городских автобусов, так как все пассажиры в междугородных автобусах сидят.

По планировке и оборудованию междугородные автобусы делают более удобными для пассажиров. Схема планировки кузова одноэтажного междугородного автобуса показана на фиг. 904. Все сиденья в кузове обращены вперёд и шаг между сиденьями делается большим, нежели у городских автобусов.

Специального места для стоящих пассажиров в кузове не отводится. Проход между сиденьями делается узким. Иногда в проходе размещаются дополнительные откидные сиденья. Дверь, как правило, одна. В междугородных автобусах предусматриваются специальные места для багажа в виде багажных полок сверху кузова или специальных отделений в нижней части автобуса, под сиденьями.



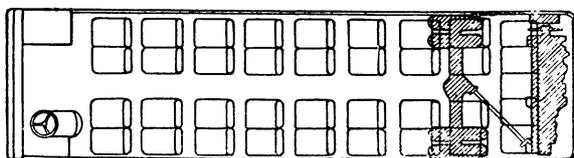
Фиг. 903. Схемы планировки кузовов городских автобусов:

а—обыкновенный кузов; б—кузов вагонного типа.

Особый тип междугородных автобусов представляют спальные автобусы, применяемые для дальних междугородных сообщений.

В кузове такого автобуса имеются спальные места для пассажиров и ряд специальных помещений для багажа, кухни, уборной и т. п. Спальные автобусы при наличии автострад могут успешно конкурировать с железной дорогой.

Кузовы школьных автобусов имеют обычно небольшую вместимость (не свыше 25—30 мест). Сиденья часто выполняются продольными, вдоль боковых стенок и в середине кузова.



Фиг. 904. Схема планировки кузова междугородного автобуса.

Дверь, обычно одна, снабжается поручнями и пониженной подножкой, чтобы облегчить посадку и высадку детей.

К кузовам туристских и экскурсионных автобусов предъявляются повышенные требования в отношении удобств и хорошего кругозора для пассажиров.

Планировка мест в туристских автобусах примерно такая же, как в междугородных автобусах. Кузовы туристских автобусов также имеют специальные места для багажа.

На фиг. 895 показан полуторазэтажный закрытый автобус, предназначенный, главным образом, для экскурсионных поездок. Такой автобус даёт ещё больше комфорта и обеспечивает пассажирам хороший кругозор. Благодаря тому, что этажи располагаются не один над другим, общая высота автобуса небольшая и автобус достаточно устойчив. Последнее достигается ещё и тем, что внизу, под верхним этажом, расположено помещение для багажа.

### Устройство кузовов автобусов

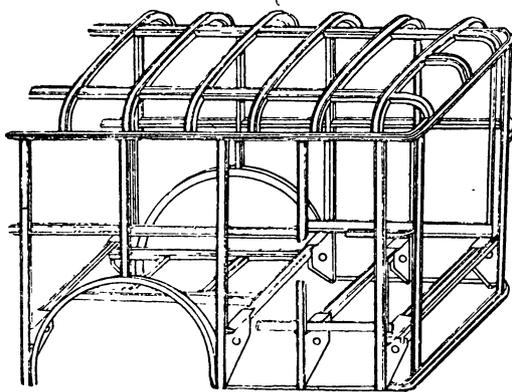
Кузовы автобусов, так же как и легковых автомобилей, по своему устройству подразделяются на следующие группы: 1) каретные (с деревянным каркасом); 2) составные; 3) цельнометаллические.

Кузовы с деревянным каркасом и составные имеют небольшое распространение и применяются преимущественно для автобусов небольшой вместимости.

Значительно чаще кузова автобусов выполняют цельнометаллическими—каркасными или бескаркасными.

Каркас цельнометаллического кузова автобуса показан на фиг. 905. Он делается из стальных или дюралюминиевых тонкостенных профилей, скреплённых сваркой или болтами.

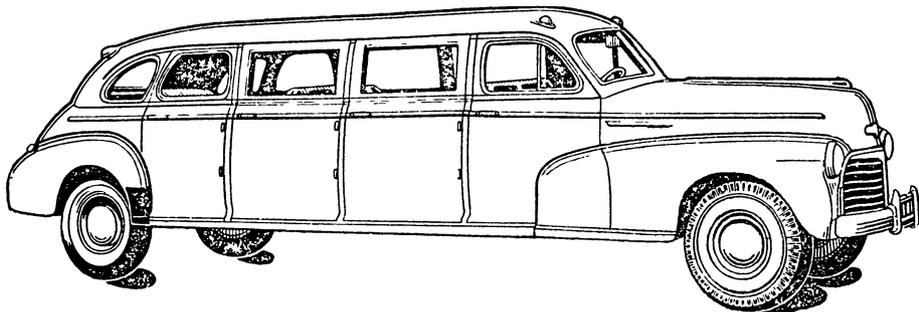
Наружная обшивка из тонкой листовой стали или листов алюминиевых сплавов укрепляется точечной сваркой или на винтах. Пол кузова — из стальных или алюминиевых листов. В местах соприкосновения



Фиг. 905. Каркас цельнометаллического кузова автобуса.

и соединений металлических деталей поверхность их покрывают специальной пастой, предотвращающей скрип и коррозию.

На фиг. 906 показан внешний вид автобуса с бескаркасным секционным кузовом. Кузов собирают из стандартных штампованных секций,

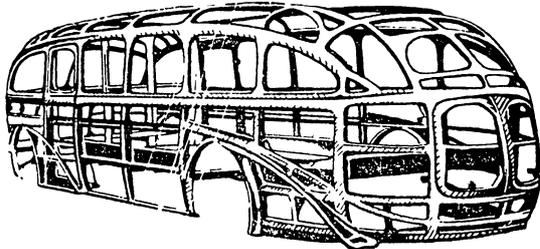


Фиг. 906. Автобус с секционным (бескаркасным) цельнометаллическим кузовом.

причём боковые секции имеют одинаковую форму. Изменяя число секций, можно собирать кузова различной длины, т. е. различной вместимости. Изменяя передние и задние секции, получают кузова различной формы.

Секции скрепляются винтами или болтами, что облегчает сборку и допускает замену частей кузова при повреждении. В местах соединения секций для предотвращения скрипа ставят прокладки из резины или прорезиненного войлока.

Обычно число дверей с каждой стороны такого кузова равно числу рядов сидений в кузове. Большое число дверей кузова позволяет удобно и быстро производить посадку и высадку пассажиров, что при использовании автобуса для городского транспорта (при наличии специальных устройств для сбора оплаты за проезд) значительно сокращает время его простоя на остановках.



Фиг. 907. Каркас несущего кузова автобуса Опель.

Значительное распространение получают несущие кузова автобусов, преимущественно каркасного типа. Каркас изготавливается из тонкостенных стальных или дюралюминиевых профилей или стальных цельнотянутых труб, скрепляемых сваркой или болтами. Облицовка — стальные или дюралюминиевые листы — крепится сваркой, заклёпками и болтами. Нижняя часть (основание), к которой крепятся агрегаты трансмиссии и подвеска, всегда выполняется из стальных деталей. Каркас несущего кузова автобуса показан на фиг. 907. С целью снижения веса несущего кузова его часто выполняют так, что значительная часть нагрузки воспринимается обшивкой; это даёт возможность сделать каркас менее массивным.

### Вентиляция и отопление автобусов

Обмен воздуха в закрытых кузовах автобусов осуществляется обычно при помощи вентиляторов, приводимых в действие электромоторами небольшой мощности. Свежий воздух засасывается вентилятором (или

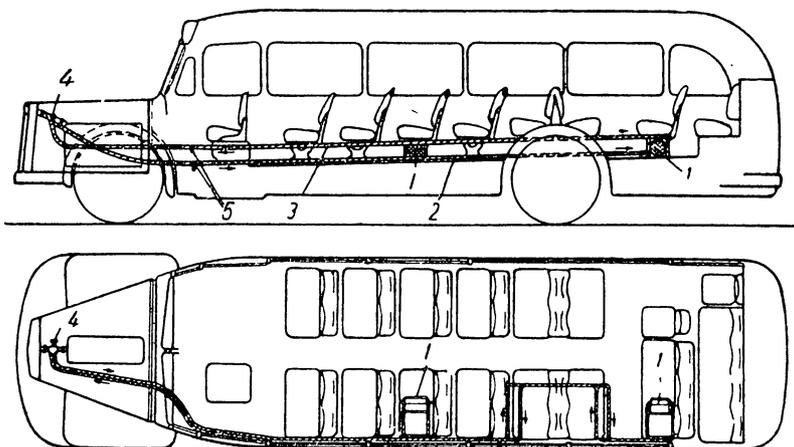
несколькими вентиляторами) снаружи через трубы, выведенные над ветровыми стеклами или на крышу кузова. Перед поступлением в кузов воздух обычно очищается от пыли в фильтрах. Иногда устанавливают также вытяжные вентиляторы, выбрасывающие использованный воздух наружу.

Вентиляционная система автобуса обычно частично или полностью объединяется с отопительной, при этом воздух перед поступлением в кузов по мере надобности обогревается.

Отопительными системами снабжаются междугородные автобусы, работающие в умеренном и холодном климатических поясах, реже городские.

Для обогрева воздуха в автобусах применяются почти исключительно обогреватели, использующие тепло, отдаваемое двигателем в охлаждающую воду.

На фиг. 908 представлена схема отопительной системы автобуса, в которой для обогрева воздуха используется горячая вода из системы



Фиг. 908. Схема отопления автобуса с использованием тепла воды, охлаждающей двигатель:

1—калориферы; 2—3 трубопроводы; 4—вентиль; 5—краники для спуска воды из отопительной системы.

охлаждения двигателя. В кузове под сиденьями установлены два калорифера 1, к которым по трубопроводу 2 поступает горячая вода из системы охлаждения двигателя. Пройдя через калориферы, по трубопроводу 3, вода возвращается в систему охлаждения. Воздух нагревается, соприкасаясь с нагретыми стенками калориферов. В системе отопления имеется вентиль 4, позволяющий регулировать количество воды, поступающей к калориферам, а тем самым и интенсивность обогрева воздуха. Этот же вентиль служит и для выключения отопительной системы. Для спуска воды из отопительной системы имеются спускные краники 5.

В отопительной системе обычно устанавливается термостат, который включает отопительную систему (пропускает в неё воду) только при прогреве воды в системе охлаждения двигателя до определённой температуры. Для обогрева ветрового стекла автобуса устанавливается дефростер.

Некоторое применение на автобусах имеют отопительные установки, в которых используется тепло выхлопных газов для нагрева воды или масла, циркулирующего в системе отопления.

Нагретое до высокой температуры масло, вода или полученный водя-

ной пар из специального подогревателя, расположенного вне кузова, пропускается через калориферы, установленные в кузове.

Для равномерного обогрева кузова устанавливается несколько калориферов или же нагретый воздух через специальные трубы распределяется от одного калорифера по всему кузову.

### Глава III

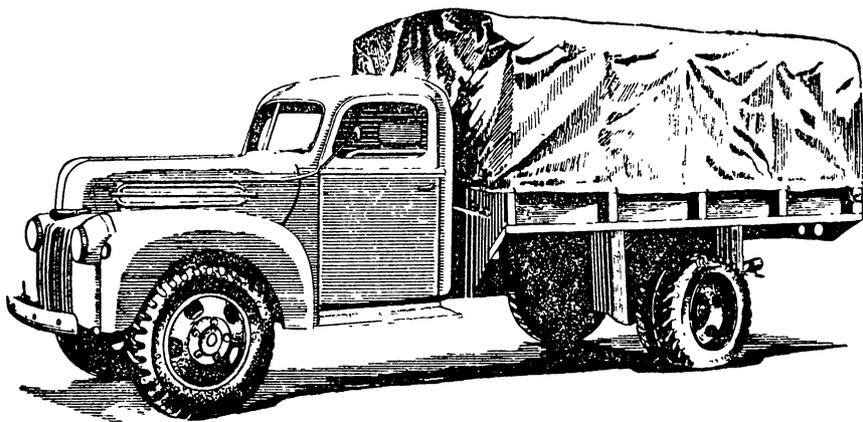
## ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ

### § 1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В зависимости от грузоподъёмности (тоннажа) грузовые автомобили (грузовики) можно разбить на три группы:

- 1) лёгкие грузовики — грузоподъёмностью до 2,5 т;
- 2) средние грузовики — грузоподъёмностью от 2,5 до 5,0 т;
- 3) тяжёлые грузовики — грузоподъёмностью свыше 5,0 т.

Грузоподъёмность грузовиков иногда обозначают двумя числами в зависимости от дорожных условий эксплуатации автомобиля. Большее число соответствует допустимой нагрузке на хороших дорогах с искус-



Фиг. 909. Грузовой автомобиль Форд 2G8-Т.

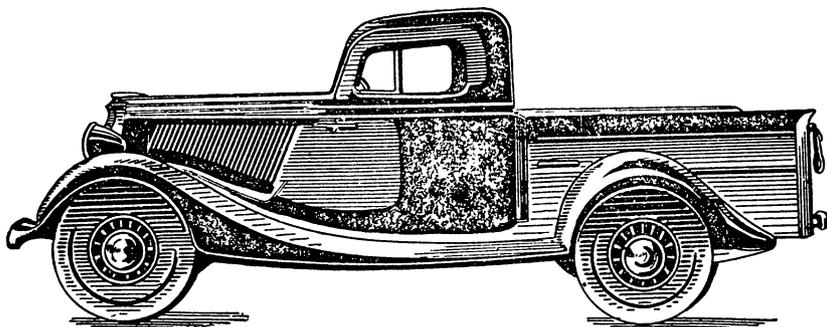
ственным покрытием, меньшее — допустимой нагрузке на дорогах плохих, включая просёлочные, которая составляет обычно 70—75% от грузоподъёмности автомобиля на хорошей дороге.

Полезная нагрузка, которую грузовик может перевозить по хорошим дорогам с искусственным покрытием, называют номинальной грузоподъёмностью.

Полный вес автомобиля определяется как сумма полезной нагрузки и мёртвого веса.

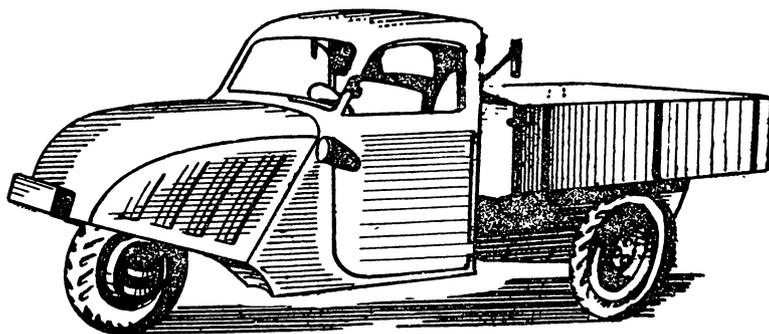
Мёртвый вес грузовика зависит от его конструктивных параметров — числа поддерживающих и ведущих осей, типа кузова, габаритных размеров и т. д. Мёртвый вес лёгких грузовиков (двухосных с одной ведущей осью) обычно несколько больше грузоподъёмности, у средних примерно равен грузоподъёмности, а у тяжёлых грузовиков обычно меньше грузоподъёмности. Многоосные и двухосные грузовики с обеими ведущими осями при одинаковой грузоподъёмности с нормальным грузовиком имеют значительно больший мёртвый вес.

Лёгкие грузовики выполняются преимущественно двухосными с одной ведущей осью (фиг. 909) и снабжаются двигателями мощностью до 100 л. с.; их максимальная скорость достигает 70—90 км/час.



Фиг. 910. Автомобиль пикап ГАЗ М-415.

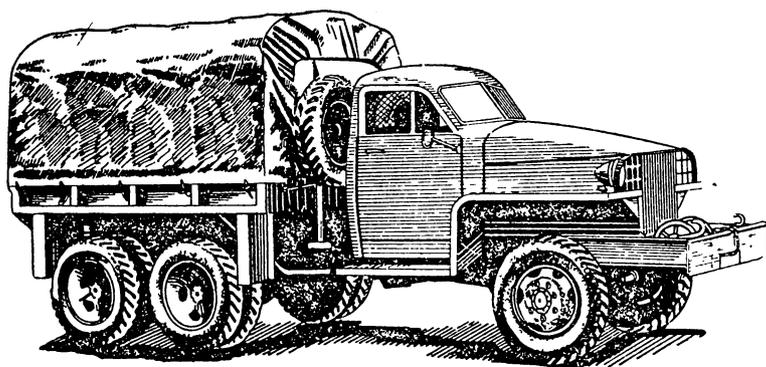
Большую группу лёгких грузовиков составляют автомобили грузоподъёмностью до 0,75 т. Они обычно выполняются на шасси легковых автомобилей, иногда малолитражных, и часто снабжаются кузовами,



Фиг. 911. Грузовой трёхколесный автомобиль.

предназначенными для перевозки не только грузов, но и пассажиров (пикапы) (фиг. 910).

В Западной Европе некоторое распространение имеют трёхколёсные грузовики (фиг. 911) грузоподъёмностью до 350—400 кг. Трёхколёсные

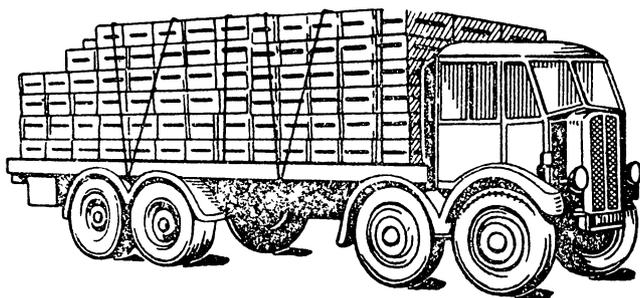


Фиг. 912. Грузовой трёхосный автомобиль Студебеккер  $\text{US6} \times 6$ .

грузовики обычно снабжаются одно- или двухцилиндровыми малоли- тражными двигателями воздушного охлаждения и отличаются исключи- тельно высокой экономичностью. Они применяются для перевозок неболь- ших партий груза главным образом в городе, а также для внутривозво- дского транспорта.

Средние грузовики также выполняются преимущественно двухос- ными, реже трёхосными (фиг. 912) и снабжаются двигателями мощ- ностью до 100—120 л. с. Максимальная скорость средних грузовиков достигает 60—70 км/час. Кузовы средних грузовиков достаточно большие по габаритам и допускают перевозку значительных неделимых грузов.

Тяжёлые грузовики, предназначенные для эксплуатации на хороших дорогах, грузоподъёмностью до 7 т выполняются обычно двухосными, грузоподъёмностью до 10—12 т — трёхосными, грузоподъёмностью свы-



Фиг. 913. Грузовой четырёхосный автомобиль АЕС.

ше 12 т (до 15—16 т) — четырёхосными (фиг. 913) и снабжаются двига- телями мощностью до 150—170 л. с. Максимальная скорость тяжёлых грузовиков 40—60 км/час. Вследствие большого веса тяжёлые грузовики имеют ограниченную проходимость по плохим дорогам и бездорожью.

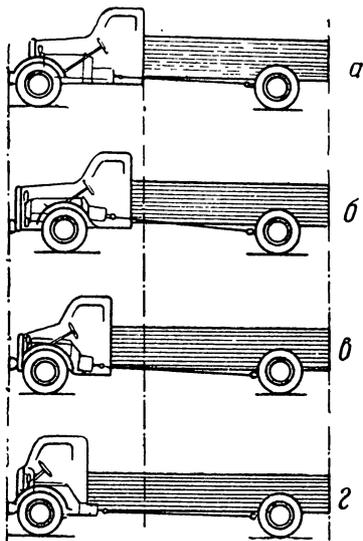
## § 2. ТИПОВЫЕ КОМПОНОВКИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Общая компоновка грузового автомобиля должна обеспечивать использование большей части площади шасси для размещения кузова, рациональное распределение веса автомобиля на управляемые и веду- щие колёса, по возможности низкое расположение пола кузова для об- легчения погрузочно-разгрузочных операций, лёгкий доступ к агрегатам для осмотра и ремонта и пр.

К компоновке грузовых автомобилей повышенной проходимости, предназначенных для работы в условиях бездорожья, предъявляется до- полнительно ряд особых требований, как-то: высокая маневренность, возможно больший клиренс, небольшие радиусы поперечной и про- дольной проходимости, большие углы переднего и заднего въезда, защита агрегатов автомобиля от повреждений при наезде на препят- ствия и др.

На фиг. 914 изображены различные схемы компоновок двухосных грузовиков. Так называемую «нормальную» компоновку, при которой двигатель размещён за передней осью (фиг. 914, а), имеют почти все ранее выпускавшиеся (фиг. 915) и многие современные грузовики. Су- щественные недостатки такой компоновки грузовика заключаются в ма- лой площади кузова по отношению к общей площади шасси и нерацио- нальному распределению нагрузок на оси. Длина кузова нормального гру- зовика составляет обычно не более 50—60% общей длины автомобиля. При перевозке целого ряда легковесных грузов размеры кузова такого

грузовика не позволяют полностью использовать его грузоподъёмность. Стремление увеличить площадь кузова иногда заставляет увеличивать базу и общую длину автомобиля, что не всегда приемлемо ввиду необходимости обеспечить определённые маневренные качества, особенно у грузовых автомобилей большой грузоподъёмности. Ширина кузова также не может быть больше определённого предела, так как зависит от норм на ширину уличных проездов. Кроме того, с увеличением габаритных размеров увеличивается мёртвый вес автомобиля.



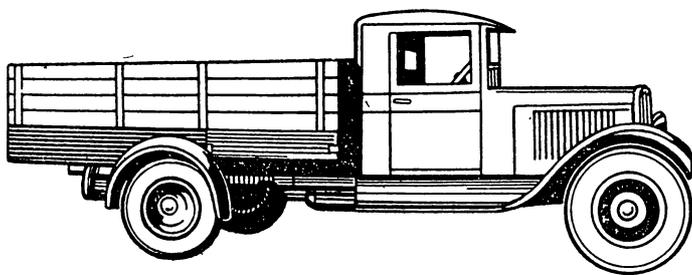
Фиг. 914. Схемы компоновки двухосных грузовиков:

*а*—нормальный грузовик; *б*—грузовик с передней осью, сдвинутой назад; *в*—грузовик с кабиной, сдвинутой вперед; *г*—грузовик с кабиной над двигателем

Чтобы обеспечить получение необходимых маневренных качеств, предельные габаритные размеры грузовиков ограничивают специальными постановлениями. Установленные предельные габаритные размеры грузовиков в разных странах различны. Можно указать следующие средние величины предельных габаритных размеров грузовиков: максимальная длина—10 000 мм; максимальная ширина по оси (между торцами ступиц колёс)—2500—2600 мм; максимальная высота гружёного автомобиля—3800—4000 мм.

Рациональное использование резины требует, чтобы нагрузка на шины всех колёс была одинаковой, поэтому у двухосных грузовиков на задней оси обычно имеется четыре шины и на передней две, что соответствует такому распределению нагрузок, при котором на переднюю ось приходится  $\frac{1}{3}$ , а на заднюю— $\frac{2}{3}$  полного веса автомобиля.

У двухосных грузовиков с одной ведущей осью, выполненных по нормальной схеме (фиг. 914, *а*), нагрузка на шины передней оси состав-



Фиг. 915. Двухосный грузовой автомобиль.

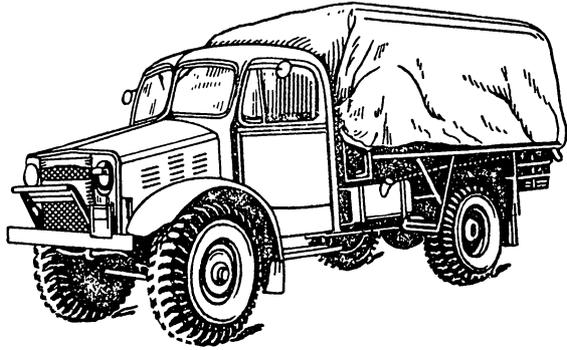
ляет обычно меньше  $\frac{1}{3}$  полного веса, и шины задней оси, являющейся к тому же ведущей, получают перегруженными.

Дальнейшее развитие нормальной схемы компоновки грузовика обуславливается стремлением увеличить свободную площадь шасси для размещения кузова путём сокращения площади, занимаемой двигателем и кабиной, и получить рациональное распределение нагрузок на оси (увеличить нагрузку на переднюю ось).

Увеличение нагрузки на переднюю ось и некоторое увеличение площади кузова достигается сдвигом передней оси назад (фиг. 914, б). При этом уменьшается база, что улучшает маневренные качества автомобиля. Внешний вид такого грузовика показан на фиг. 909. Увеличение полезной площади шасси (кузова) и нагрузки на переднюю ось достигается также сдвигом кабины вперёд — на двигатель (фиг. 914, в). При такой компоновке двигатель частично выступает в кабину и специальным кожухом изолируется от её внутренней части.

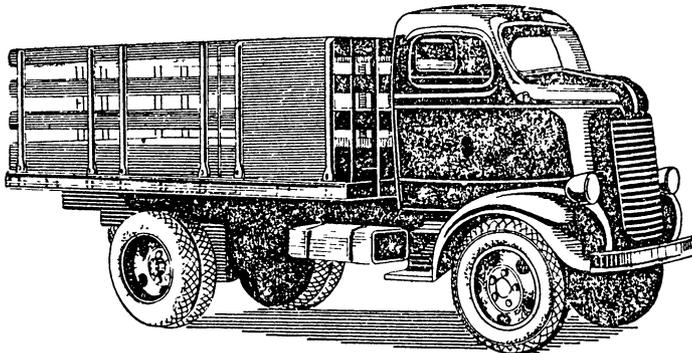
Внешний вид грузового автомобиля Бедфорд модели OXD с кабиной, сдвинутой вперёд, показан на фиг. 916. Одновременно передняя ось автомобиля Бедфорд несколько сдвинута назад.

На фиг. 913 и 917 показаны грузовые автомобили, у которых кабина установлена над двигателем. При этом пол кабины и сиденье водителя располагаются значительно выше, чем обычно. Двигатель изолируется от внутренней части кабины капотом, который представляет собой небольшой выступ в средней части пола. Если двигатель высокий и пол кабины располагается сравнительно низко, капот двигателя разделяет места водителя и пассажира, расположенные по сторонам двигателя. Для снижения уровня пола кабины при



Фиг. 916. Грузовой автомобиль Бедфорд OXD (кабина автомобиля сдвинута вперёд на двигатель).

установке её над двигателем иногда применяют специальные двигатели с опозитным горизонтальным расположением цилиндров или обыкновенные двигатели, повёрнутые на 90°.



Фиг. 917. Грузовой автомобиль Додж WFH (кабина установлена над двигателем).

Размещение кабины над двигателем имеет ряд достоинств; важнейшее из них — более рациональное использование площади шасси. При одинаковых с нормальным грузовиком габаритных размерах грузовик с кабиной над двигателем имеет значительно большую длину кузова (фиг. 914, г), а при одинаковых размерах кузова значительно меньшую общую длину и базу. Уменьшение базы и длины улучшает маневренные качества автомобиля, уменьшает его вес и потребность в гаражной площади для стоянки.

Установка кабины над двигателем увеличивает нагрузку на переднюю ось (у грузовика с одной ведущей осью такого типа эта нагрузка составляет обычно треть полного веса), обеспечивая рациональное использование резины.

Благодаря перечисленным преимуществам грузовики с кабиной над двигателем получили значительное распространение. Однако для двухосных грузовиков с одной задней ведущей осью установка кабины над двигателем уменьшает сцепной вес (нагрузку, приходящуюся на заднюю ось), что несколько ухудшает их проходимость по плохим дорогам.

Приведённые на фиг. 914 схемы компоновок двухосных грузовиков применяются также и для грузовых автомобилей с обеими ведущими осями. Грузовики этого типа имеют больший мёртвый вес и иное распределение нагрузок на оси. При компоновке по нормальной схеме на переднюю ось грузовика с обеими ведущими осями приходится до 30—35 % полного веса. Сдвиг передней оси назад, сдвиг кабины на двигатель и установка кабины над двигателем увеличивают нагрузку на переднюю ось до 40—50 %, что обеспечивает более полное использование крутящего момента двигателя и улучшает тяговые качества автомобиля на слабых грунтах.

Общая компоновка многоосных грузовых автомобилей определяется, главным образом, соображениями получения высокой проходимости. Внешний вид трёхосного грузовика, компоновка которого выполнена по нормальной схеме, показан на фиг. 912. При такой компоновке автомобиля нагрузка на переднюю ось составляет обычно 16—20 % общего веса. Передние колёса снабжаются одинарными шинами, задние — двойными, что обеспечивает рациональное использование резины. При больших габаритах трёхосного автомобиля для сокращения базы и увеличения нагрузки на переднюю ось до необходимой величины переднюю ось сдвигают назад. С целью увеличить полезную площадь кузова, а также сократить базу и общую длину трёхосные грузовики выполняют с кабиной, сдвинутой вперёд, и с кабиной, установленной над двигателем. В этом случае нагрузка на переднюю ось обычно составляет около трети общего веса автомобиля и все колёса автомобиля снабжаются одинарными шинами, что уменьшает сопротивление движению, особенно на плохих дорогах.

Следует отметить, что установка кабины над двигателем особенно целесообразна для автомобилей большой грузоподъёмности, так как допускает установку кузова большой ёмкости при сравнительно небольших общих габаритах грузовика. На четырёхосных грузовиках кабина, как правило, установлена над двигателем.

### § 3. КОМПОНОВКИ ШАССИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

#### Двухосные грузовые автомобили

Двухосные грузовые автомобили в зависимости от числа ведущих осей подразделяются на две группы: 1) двухосные грузовики с одной ведущей осью; 2) двухосные грузовики с обеими ведущими осями.

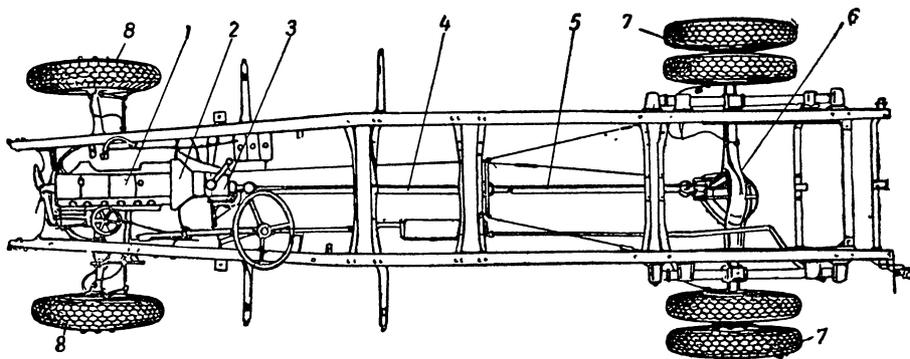
Двухосные грузовики с одной ведущей осью имеют наибольшее распространение по сравнению с грузовыми автомобилями других типов.

На фиг. 918 представлено шасси двухосного грузовика Шевроле, модель 3116, с одной ведущей осью. Двигатель 1 в одном блоке со сцеплением 2 и коробкой передач 3 установлен в передней части шасси. От коробки передач через карданные валы 4 и 5 крутящий момент передаётся к главной передаче заднего моста 6, колёса которого 7 являются ведущими. Так как на заднюю ось автомобиля приходится около 70 %

общего веса автомобиля, ведущие колёса снабжены двойными шинами. Передние колёса 8 — неведущие, управляемые.

Для шасси современных грузовых автомобилей такое расположение агрегатов является наиболее распространённым.

Двухосные грузовики с обеими ведущими осями выполняются грузоподъёмностью до 2,5—3,0 т. Их основное достоинство — хорошая проходимость по плохой и скользкой дороге. Проходимость автомобиля с



Фиг. 918. Шасси автомобиля Шевроле, модель 3116.

одной ведущей осью на таких дорогах ограничивается недостаточным сцеплением ведущих колёс с дорогой, а следовательно, недостаточной силой тяги, которая может быть создана на ведущие колёса.

Сила сцепления колёс с дорогой зависит от сцепного веса и коэффициента сцепления, т. е.

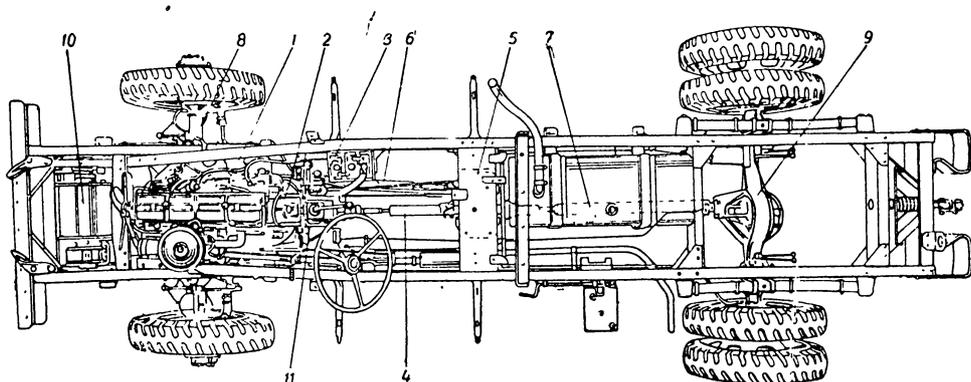
$$P_{сч} = \varphi G_{сч},$$

где  $P_{сч}$  — сила сцепления ведущих колёс с дорогой;

$\varphi$  — коэффициент сцепления;

$G_{сч}$  — вес, приходящийся на ведущие колёса (или сцепной вес).

У двухосных грузовиков с одной ведущей осью сцепной вес составляет 65—75% полного веса автомобиля. Сцепной вес автомобиля со



Фиг. 919. Шасси автомобиля Шевроле, модель G-7117.

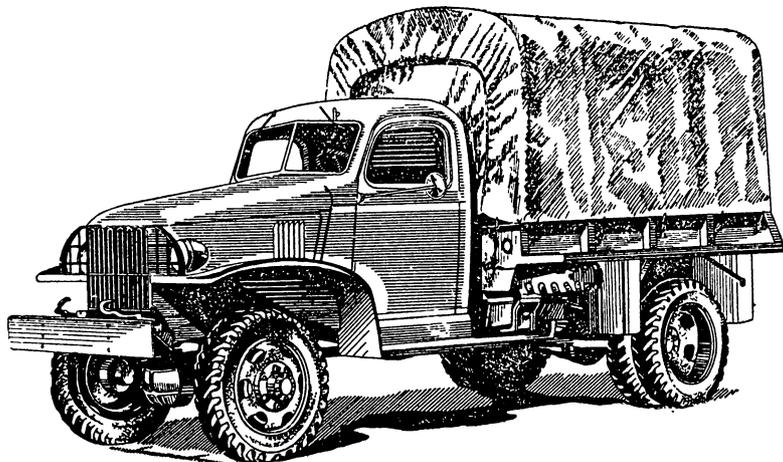
всеми ведущими колёсами равен полному весу. Благодаря этому грузовик с обеими ведущими осями на том же грунте может иметь тяговое усилие на 25—35% больше и, следовательно, преодолевать большие сопротивления дороги. Кроме того, передние ведущие колёса дают возможность

автомобилю преодолевать встречающиеся на пути препятствия в виде брёвен, крутых уступов и т. п., так как они стремятся переехать через препятствия, а не толкать их перед собой.

На сухом твёрдом грунте автомобили со всеми ведущими колёсами преодолевают подъёмы до 30—35°.

На фиг. 919 дана схема шасси, а на фиг. 920 внешний вид автомобиля Шевроле (модель G-7117) со всеми ведущими колёсами.

Двигатель 1 (фиг. 919), сцепление 2 и коробка передач 3 установлены в передней части шасси. От коробки передач через карданный вал 4 крутящий момент передаётся к раздаточной коробке 5, являющейся



Фиг. 920. Грузовой автомобиль Шевроле G-7107.

одновременно демультипликатором, и далее через карданные валы 6 и 7 передаётся к главным передачам переднего 8 и заднего 9 ведущих мостов.

Передние колёса автомобиля являются одновременно управляемыми, поэтому в привод к ним введены карданные сочленения, допускающие передачу крутящего момента под углом. Привод на переднюю ось может выключаться.

При движении по хорошей и сухой дороге надобности в приводе передних ведущих колёс нет и он выключается. Это увеличивает долговечность шин и уменьшает механические потери в трансмиссии. Механизм включения находится в раздаточной коробке, а управление им выведено в кабину водителя.

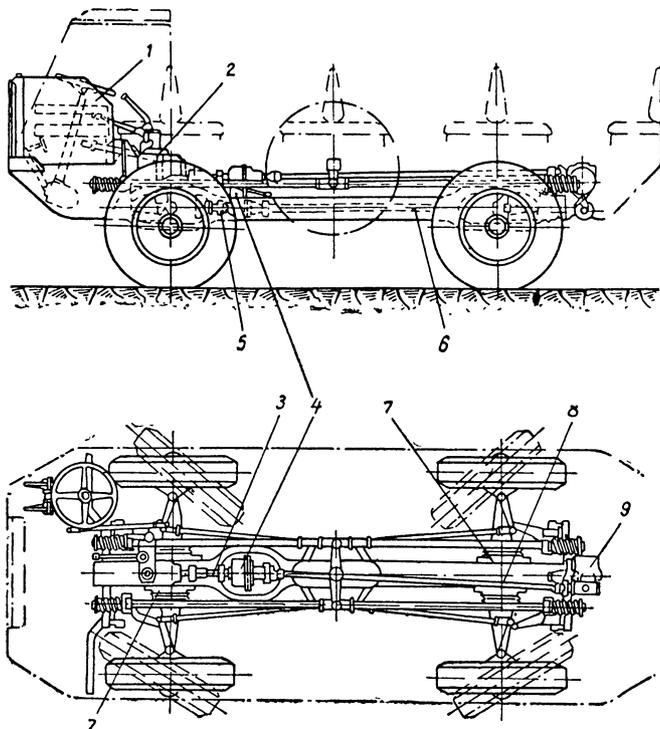
В передней части автомобиля Шевроле (некоторых серий) установлена лебёдка 10, которая используется для подтаскивания грузов, вытаскивания и самовытаскивания застрявшего автомобиля. Привод к лебёдке выполнен от двигателя, через коробку отбора мощности 11 и специальный карданный вал.

Представленная на фиг. 919 схема компоновки шасси характерна для двухосных грузовых автомобилей с двумя ведущими осями. В этих грузовиках используются в основном стандартные агрегаты грузовиков с одной ведущей осью, и поэтому они по существу являются модификацией последних.

Аналогичную компоновку шасси имеют и некоторые армейские легковые автомобили с обеими ведущими осями (ГАЗ-64, ГАЗ-67, Бантам, Виллис и др.).

На фиг. 921 представлено шасси двухосного автомобиля Заурер

(модель 4М) с четырьмя ведущими колёсами. Специальная конструкция шасси в этом случае подчинена стремлению получить высокую проходимость автомобиля на бездорожье. Двигатель 1 установлен впереди передней оси с небольшим наклоном в сторону для более удобного размещения водителя справа от двигателя. В одном блоке с двигателем смонтированы сцепление и коробка передач 2. От коробки передач крутящий момент передаётся через карданный вал 3 к раздаточной коробке 4, являющейся одновременно демультипликатором, и далее при помощи карданных валов 5 и 6 — к главным передачам 7 переднего и заднего мостов, которые выполнены взаимозаменяемыми. В главных передачах имеются самоблокирующиеся дифференциалы. Передача от самоблокирующей



Фиг. 921. Шасси автомобиля Заурер 4М.

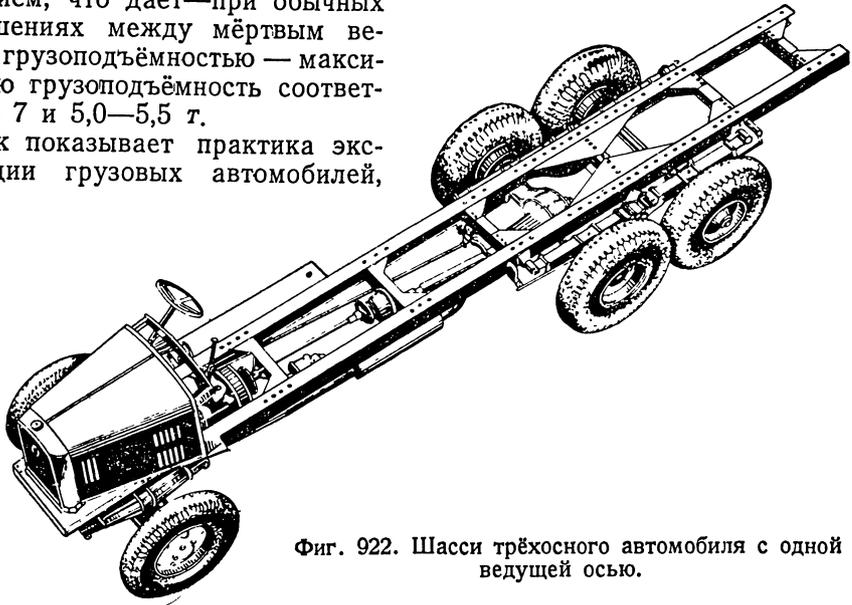
щихся дифференциалов производится при помощи полуосей с двумя карданными шарнирами по концам и дополнительной цилиндрической пары шестерён, установленной в ступице колеса, что обеспечивает автомобилю большой клиренс. Все четыре колеса автомобиля — управляемые, что значительно уменьшает радиус поворота автомобиля. Управление задними колёсами может выключаться. Независимая подвеска в сочетании с узкой рамой и высоко расположенным кузовом допускает значительные перекосы колёс при движении по неровной дороге. В задней части автомобиля под кузовом смонтирована лебёдка 9 с приводом от двигателя через раздаточную коробку 4 и карданный вал 8.

Большие углы переднего и заднего въездов дают возможность автомобилю Заурер преодолевать крутые короткие подъёмы. Кроме того, лобовая часть автомобиля закрыта стальным листом для предохранения автомобиля от повреждений при наезде на препятствия. Все колёса снабжены одинарными шинами, так как нагрузки на оси автомобиля примерно равны.

## Многоосные грузовые автомобили

Максимальная грузоподъёмность современных двухосных грузовых автомобилей достигает 7—9 т и ограничивается в каждой стране специальным дорожным законодательством путём ограничения полного веса или нагрузки на ось автомобиля. Эти весовые ограничения устанавливаются, исходя из соображений сохранности дорог и дорожных сооружений, которая зависит от удельного давления на дорогу, нагрузки на ось, а также скорости движения. В СССР максимальный полный вес двухосного грузовика ограничивается 13 т для дорог высшего класса и 10 т для дорог с усовершенствованным покрытием, что даёт—при обычных соотношениях между мёртвым весом и грузоподъёмностью — максимальную грузоподъёмность соответственно 7 и 5,0—5,5 т.

Как показывает практика эксплуатации грузовых автомобилей,



Фиг. 922. Шасси трёхосного автомобиля с одной ведущей осью.

стоимость перевозки единицы груза уменьшается с повышением грузоподъёмности. Последнее может быть достигнуто при сохранении допустимых нагрузок на ось увеличением числа осей (мостов), т. е. выполнением автомобиля многоосным. При одинаковой с двухосным автомобилем грузоподъёмности многоосный автомобиль благодаря меньшим нагрузкам на ось имеет значительно меньшее удельное давление на грунт, а вследствие этого и лучшую проходимость по мягким и топким грунтам.

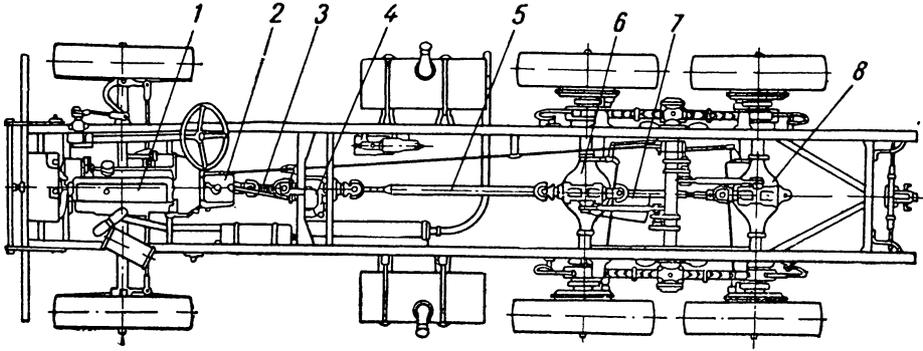
Наибольшее распространение из многоосных автомобилей получили трёхосные, значительно меньшее — четырёхосные.

Трёхосные грузовые автомобили выполняются с одной, двумя и тремя ведущими осями.

На фиг. 922 представлено шасси трёхосного грузового автомобиля с одной ведущей осью. Обычно такие автомобили выполняются подведением третьей (поддерживающей) оси и удлинением и усилением рамы нормального двухосного грузовика. Подведение третьей оси даёт возможность увеличить грузоподъёмность автомобиля на хорошей дороге, а удлинение рамы — установить кузов большей ёмкости. Проходимость такого автомобиля по сравнению с двухосным автомобилем той же грузоподъёмности обычно ухудшается в связи с небольшим сцепным весом (30—40% общего веса), а следовательно, и небольшой силой тяги, которая может быть передана через ведущие колёса. Широкого распространения трёхосные грузовики с одной ведущей осью не имеют.

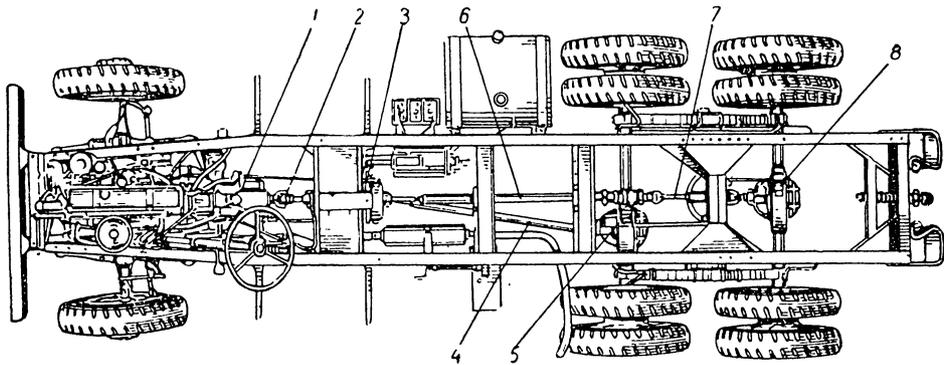
Иногда трёхосные шасси с одной ведущей осью применяются для городских автобусов большой вместимости, для которых высокой проходимости не требуется.

Значительно большее распространение имеют трёхосные грузовики с двумя ведущими осями. При двух ведущих осях у трёхосного грузового автомобиля сцепной вес составляет 70—80% общего веса, что даёт возможность иметь большую тягу на колёсах.



Фиг. 923. Схема шасси трёхосного автомобиля Остин К-3.

Трёхосные автомобили отличаются от двухосных более сложной силовой передачей, а также подвеской. Шасси трёхосного грузовика с двумя ведущими осями представлено на фиг. 923. Двигатель 1 в одной блоке со сцеплением и коробкой передач 2 установлен на передней части рамы. От коробки передач с помощью карданного вала 3 крутящий момент передаётся к демультипликатору 4 и далее через карданный вал 5



Фиг. 924. Схема шасси трёхосного автомобиля GMC, модель СС-353.

5—к червячной передаче среднего моста 6 и промежуточный карданный вал 7 — к червячной передаче заднего моста 8.

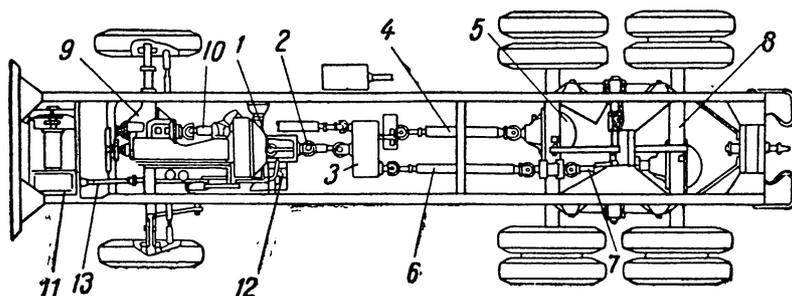
Балансирная подвеска задних мостов даёт возможность колёсам автомобиля хорошо приспосабливаться к неровностям пути. Все колёса автомобиля снабжены одинарными шинами, так как нагрузка на оси распределяется примерно равномерно, что обеспечивается выносом двигателя вперёд и сдвигом кабины вперёд на двигатель.

На фиг. 924 показана схема шасси трёхосного автомобиля GMC. От коробки передач 1 крутящий момент передаётся через карданный вал 2 к раздаточной коробке 3, являющейся одновременно демультипли-

катором. От раздаточной коробки крутящий момент передаётся через карданный вал 4 к главной передаче среднего моста 5, а через карданные валы 6 и 7 — к главной передаче заднего моста 8.

При таком выполнении привода в качестве главной передачи для ведущих мостов используется более простая шестерёнчатая передача. Другое достоинство раздельного привода заключается в том, что в случае поломки одного из карданных валов автомобиль всё же может продолжать движение. Последнее особенно важно для автомобилей, используемых в армии. Раздельный привод к ведущим осям трёхосных автомобилей получил широкое распространение и, в частности, выполнен на американских трёхосных автомобилях с двумя и тремя ведущими осями (Студебеккер, «Интернационал», GMC).

Трёхосные грузовики со всеми ведущими осями получили широкое применение в современных армиях как для перевозки грузов в условиях бездорожья, так и в качестве тягачей, главным образом для



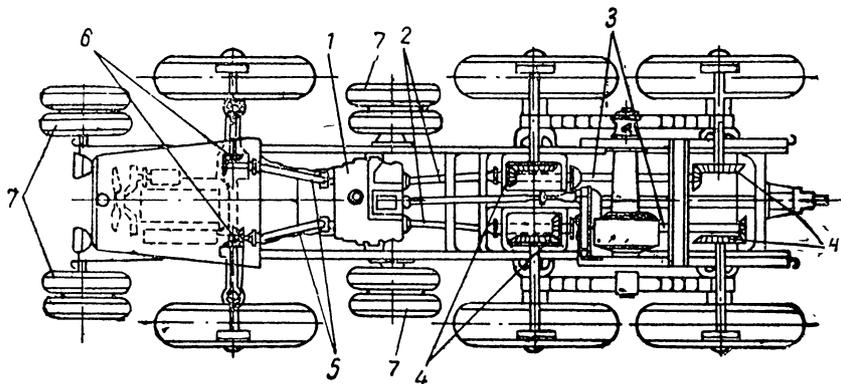
Фиг. 925. Схема шасси трёхосного автомобиля «Интернационал» М-5-6.

артиллерии. Небольшое удельное давление на грунт и большая сила тяги обеспечивают автомобилям этого типа высокую проходимость по плохим дорогам и бездорожью. Тяговое усилие у трёхосного автомобиля со всеми ведущими осями передаётся через шесть колёс, поэтому на участок грунта, соприкасающийся с одним из колёс, приходится небольшая сила тяги. Это даёт возможность автомобилю лучше развивать большую тягу даже на слабых грунтах (болото, песок и т. п.). Наличие передних ведущих колёс помогает преодолевать встречающиеся на пути сосредоточенные препятствия.

Шасси трёхосного автомобиля со всеми ведущими осями показано на фиг. 925. От коробки передач 1 крутящий момент передаётся через карданный вал 2 к раздаточной коробке 3 и далее через карданный вал 4 — к главной передаче среднего моста 5, а через карданные валы 6 и 7 — к главной передаче заднего моста 8. От раздаточной коробки осуществляется также привод на передний ведущий мост 9 при помощи карданного вала 10. Передние колёса автомобиля являются одновременно и управляемыми. При движении по хорошей дороге привод на передние колёса выключается. Впереди, перед радиатором, установлена лебёдка 11, привод которой выполнен от двигателя через коробку отбора мощности 12 и карданный вал 13.

На фиг. 926 представлена схема шасси автомобиля Лаффли. Особенность автомобиля — раздельный привод к колёсам правой и левой сторон. Все колёса автомобиля выполнены ведущими, а передние также и управляемыми. Оси автомобиля разрезные. Двигатель, сцепление и коробка передач размещены впереди над передней осью, что обеспечивает примерно равномерное распределение нагрузок на оси. От коробки передач крутящий момент передаётся к раздаточной коробке 1, являющейся

одновременно демультипликатором. Раздаточная коробка снабжена дифференциалом, распределяющим крутящий момент между колёсами правой и левой сторон. Крутящий момент подводится к ведущим колёсам каждой стороны средней и задней оси при помощи двух карданных валов 2 и 3 и конических шестерёнчатых передач 4. К передним колёсам крутящий момент подводится при помощи карданных валов 5 и шестерёнчатых передач 6. Привод к передним колёсам позволяет по желанию выключить одно из передних колёс, что облегчает поворот автомобиля.

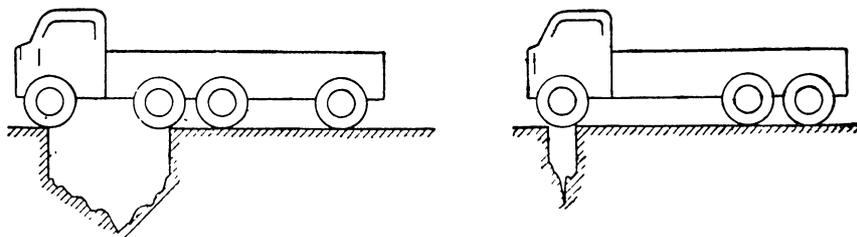


Фиг. 926. Схема шасси трёхосного автомобиля Лаффи.

Для увеличения проходимости по пересечённой местности автомобиль снабжён двумя парами двухскатных катков 7 с пневматическими шинами.

Вследствие сложности отдельный привод к колёсам каждой стороны широкого распространения не получил.

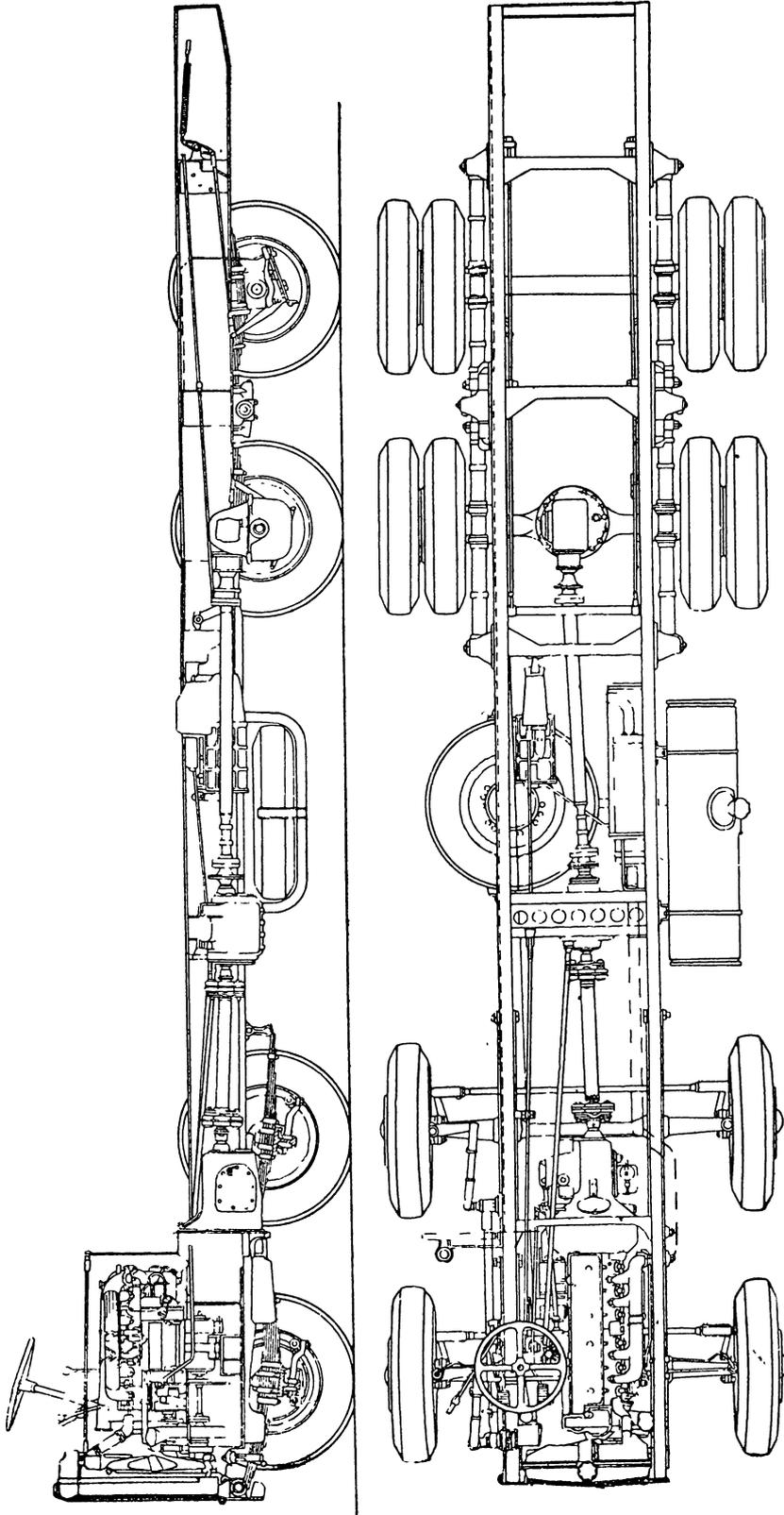
Четырёхосные автомобили выполняются с одной, двумя и всеми (четырьмя) ведущими осями. Автомобили с одной и двумя ведущими осями применяются для перевозки грузов по хорошим дорогам



Фиг. 927. Схемы преодоления канавы четырёхосным и трёхосным автомобилями.

и имеют обычно большую грузоподъёмность — до 15—16 т. Четырёхосные автомобили со всеми ведущими осями иногда выполняются сравнительно небольшой грузоподъёмности (до 10 т) и применяются для перевозки грузов по бездорожью или используются в качестве тягачей для автопоездов.

Четырёхосные автомобили такого типа благодаря небольшому удельному давлению на грунт и большой силе тяги имеют весьма высокую проходимость и при определённом взаимном расположении осей (фиг. 927) могут также преодолевать значительной ширины канавы и рвы.

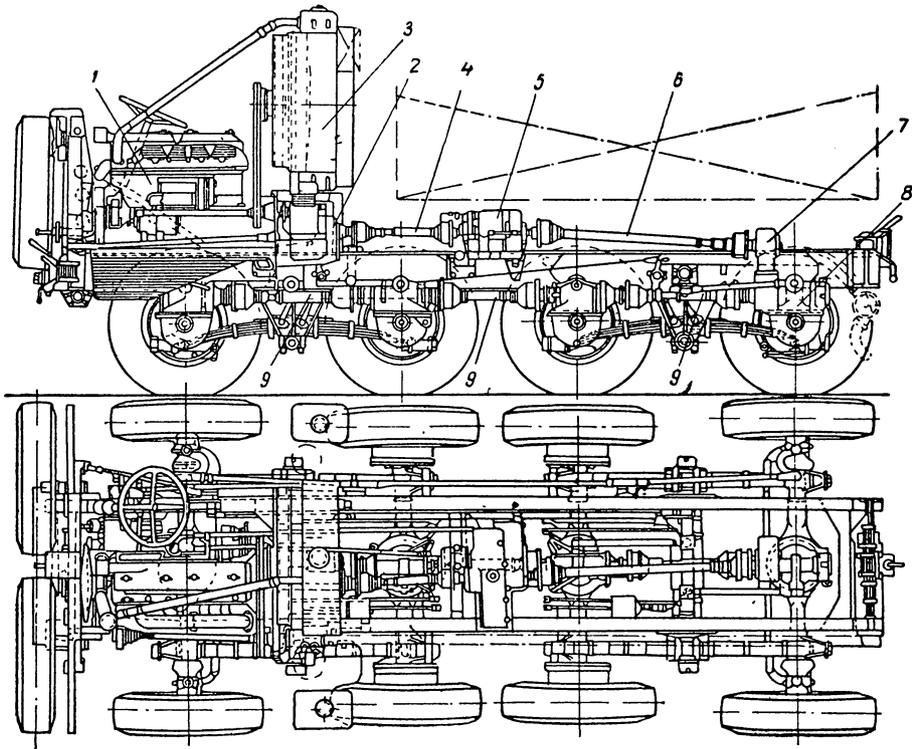


Фиг. 928. Шасси четырёхколёсного автомобиля АЕС.

Для получения хорошей маневренности четырёхосные автомобили обычно выполняются с двумя парами управляемых колёс — на двух передних осях или на передней и задней.

На фиг. 928 показано шасси четырёхосного грузового автомобиля АЕС (Mammoth Major) грузоподъёмностью 16 т. Ведущая ось у автомобиля одна — третья. Двигатель автомобиля сдвинут в сторону для размещения рядом с ним водителя, так как кабина автомобиля устанавливается над двигателем. Управляемыми выполнены колёса двух передних осей.

На фиг. 929 представлено шасси тягача АЕС, у которого все четыре оси ведущие. Тягач предназначен для работы в условиях бездорожья, с



Фиг. 929. Шасси четырёхосного тягача АЕС.

двумя восьмиколёсными прицепами грузоподъёмностью по 6 т. Грузоподъёмность самого тягача 3 т. Таким образом общая грузоподъёмность автопоезда составляет 15 т.

Шасси тягача имеет несколько необычную компоновку. Двигатель 1 в одном блоке со сцеплением и коробкой передач 2 установлен в стороне от продольной оси тягача, что освобождает справа от двигателя место для водителя. Сзади двигателя установлен радиатор 3 системы охлаждения. От коробки передач 2 крутящий момент передаётся через карданный вал 4 к демультипликатору 5 и далее через главный карданный вал 6 и шестерёнчатый редуктор 7 осуществляется привод к главной передаче заднего моста 8, а через карданные валы 9 — к главным передачам переднего и средних мостов. Главные передачи у всех мостов червячные. Подвеска мостов — балансирная и выполнена при помощи полуэллиптических рессор. Четыре колеса — два передних и два задних — управляе-

мые, что обеспечивает тягачу небольшой радиус поворота. Все колёса автомобиля имеют одинарные шины.

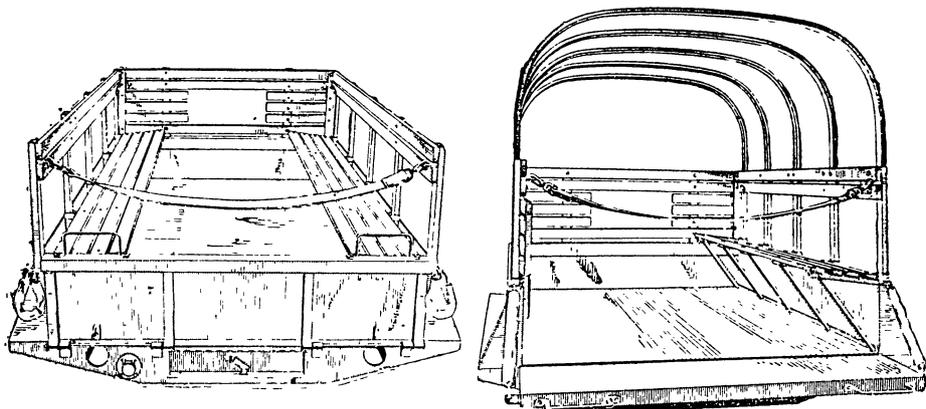
Запасные колёса расположены перед двигателем; на тяжёлых грузовиках при значительном размере шин нормальное размещение запасных колёс обычно бывает весьма затруднительным.

Четырёхосные автомобили пока не получили широкого распространения, главным образом, из-за сложности и высокой стоимости.

#### § 4. КУЗОВЫ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Грузовые автомобили обычно снабжаются открытыми кузовами — деревянными или металлическими грузовыми платформами, реже закрытыми кузовами — фургонами.

Грузовые платформы являются кузовами универсальными, т. е. могут быть использованы для перевозки самых разнообразных грузов. Для удобства погрузки и разгрузки один или три борта у платформы делают



Фиг. 930. Металлическая грузовая платформа.

откидными. Фургоны обычно специально оборудуются для перевозки какого-либо определённого груза, например хлеба, скоропортящихся продуктов и т. д.

На фиг. 930 показана металлическая платформа грузового автомобиля Студебеккер. Платформа цельнометаллическая, сварная, с одним откидным задним бортом и со съёмным брезентовым тентом. На фиг. 930 справа показан тот же кузов с установленными дугами для тента. В кузове имеются убирающиеся скамейки для размещения людей. Скамейки крепятся к бортам на петлях и при перевозке груза их можно поднять, причём они образуют высокие решётчатые борта, увеличивая тем самым ёмкость кузова. Кузовами такого типа снабжаются и некоторые другие американские грузовики («Интернационал», Шевроле, Форд и др.).

Съёмные дополнительные решётчатые борта часто устанавливают и на обычных платформах.

Для увеличения ёмкости кузова при перевозках объёмных грузов (хлопок, сено и т. п.) грузовые платформы иногда выполняют с постоянными высокими решётчатыми бортами.

Значительное ускорение выгрузки грузов, а следовательно, сокращение времени простоя машины, а также экономия рабочей силы достигаются применением специальных кузовов — с а м о с в а л о в — платформ с наклонным полом, конвейерным полом и опрокидывающихся платформ.

Самосвалы применяют для массовых перевозок сыпучих материалов

(песка, угля, земли и т. п.) и грузов, не требующих осторожности при разгрузке.

Самосвалы с опрокидывающимися кузовами выполняются с наклоном кузова только назад, на две стороны (вбок) и три стороны (вбок и назад). Обычно наклон кузова составляет угол до  $50\text{--}60^\circ$ , что обеспечивает полное высыпание груза.

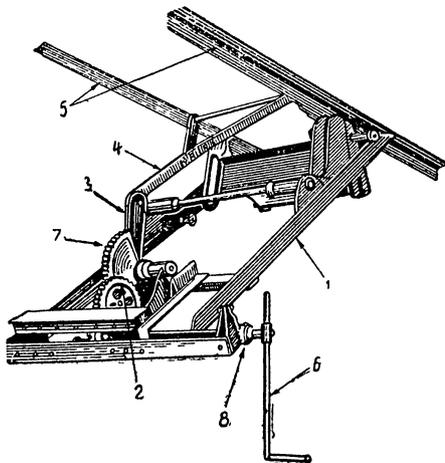
При установке на шасси опрокидывающегося кузова грузоподъёмность автомобиля снижается за счёт большего веса его платформы и веса опрокидывающего устройства.

Опрокидывание кузова самосвала осуществляется при помощи специального подъёмного или опрокидывающего механизма с ручным приводом или с приводом от двигателя.

Подъёмные механизмы с ручным приводом применяются преимущественно для самосвалов небольшой грузоподъёмности, а также самосвалов-прицепов и широкого распространения не имеют.

Основной недостаток ручного привода — значительное время, требуемое для подъёма платформы.

Ручной самосвальный механизм показан на фиг. 931. Механизм состоит из рамы 1, укрепляемой на раме автомобиля, ручной лебёдки 2 с системой рычагов 3 и 4 и подрамника (каркаса) платформы 5, шарнирно связанного с рамой. При вращении рукоятки 6 крутящий момент передаётся через две пары шестерён лебёдки к сектору 7. На валу сектора укреплен рычаг 3, шарнирно связанный с рычагом 4, который в свою очередь шарнирно укреплен к подрамнику платформы 5.



Фиг. 931. Ручной самосвальный механизм.

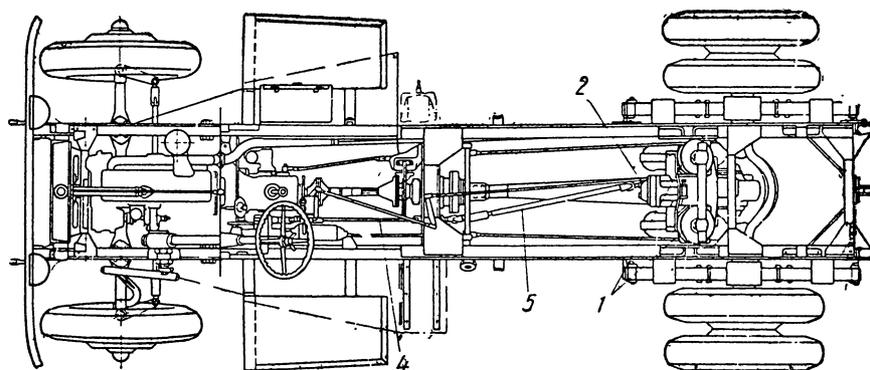
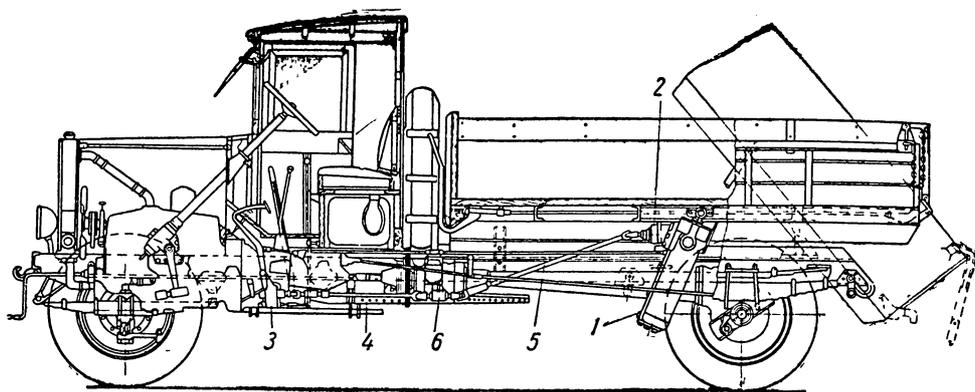
При вращении рукоятки в направлении по часовой стрелке сектор, а вместе с ним и рычаг 3 поворачиваются также по часовой стрелке, поднимая через рычаг 4 платформу. На валу рукоятки имеется храповой механизм 8, предотвращающий произвольное опускание платформы. Для ручных подъёмных механизмов применяются также винтовые, реечные и цепные передачи.

Привод самосвального механизма от двигателя может быть: 1) механическим, 2) гидравлическим и 3) пневматическим.

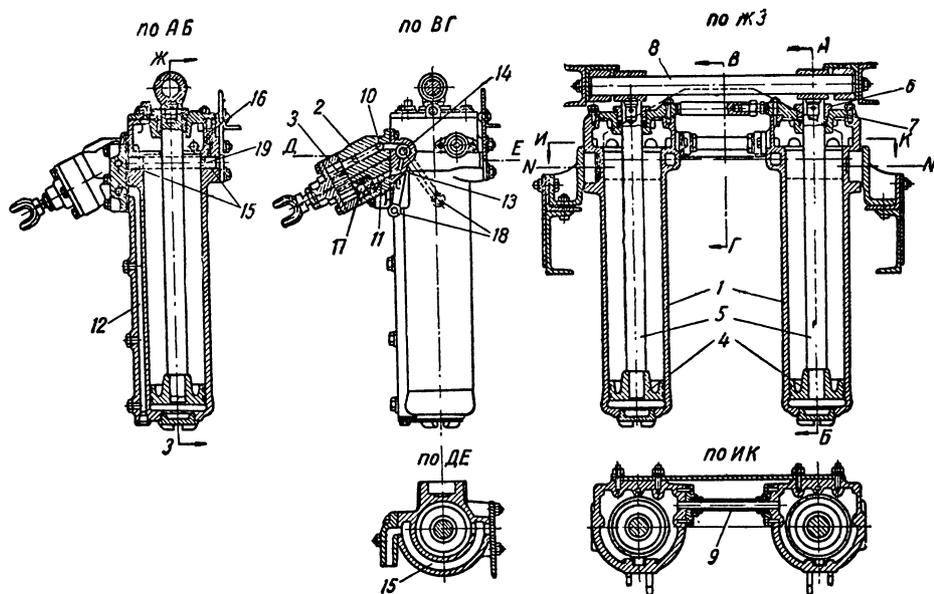
Механический привод выполняется в виде реечной, лебёдочно-тросовой или лебёдочно-рычажной передачи, ведущие части которой получают вращение от двигателя через трансмиссию отбора мощности. Этот тип привода распространения не получил, главным образом, вследствие громоздкости конструкции, трудности управления скоростью подъёма и опускания платформы.

Гидравлический привод имеет большое распространение, отличается прочностью и надёжностью конструкции и простотой управления. Гидравлические подъёмники различаются между собой конструкцией и способом расположения цилиндров.

По расположению цилиндра гидравлические подъёмники подразделяются на две основные группы: 1) подъёмники с вертикальными (одним или двумя) шарнирно закреплёнными цилиндрами; 2) подъёмники с горизонтальным жёстко закреплённым цилиндром.



Фиг. 932. Грузовой автомобиль ЯС-3 (самосвал).



Фиг. 933. Гидравлический подъёмник автомобиля ЯС-3.

На фиг. 932 представлен самосвал ЯС-3 с гидравлическим двухцилиндровым подъёмником. Конструкция опрокидывающего механизма этого автомобиля состоит из гидравлического подъёмника 1 с масляным насосом 2, коробки отбора мощности 3 и карданных валов 4 и 5, служащих для передачи движения от двигателя к масляному насосу подъёмника, а также тяг и рычагов управления.

Гидравлический подъёмник (фиг. 933) состоит из двух цилиндров 1, соединённых между собой при помощи литой массивной траверсы 2, на которой укреплен масляный насос 3. Цилиндры укреплены на раме шарнирно в двух кронштейнах, что даёт им возможность при подъёме кузова поворачиваться около оси *N—N*. Внутри цилиндров находятся поршни 4, жёстко связанные со штоками 5, выходящими через сальники 6 в крышках цилиндров 7 наружу. Штоки связаны общей траверсой 8, которая шарнирно закреплена к раме платформы.

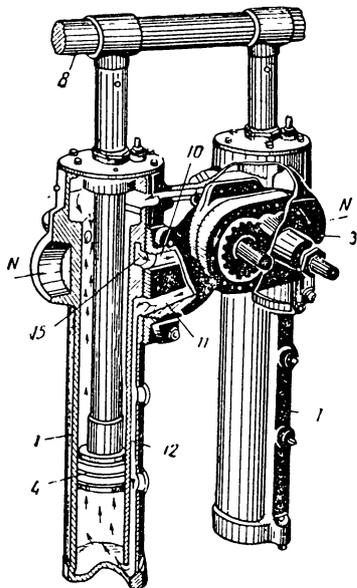
Схема действия подъёмника изображена на фиг. 934. При работе насоса масло из верхней полости цилиндров, соединённых между собой отдельной трубкой 9 (фиг. 933), через отверстия 19, каналы цилиндров 15 (рис. 934) и верхний канал траверсы 10 поступает к насосу, а оттуда по нижнему каналу траверсы 11 и каналам 12 в стенках цилиндров подаётся в нижние полости последних. При этом под давлением масла (нормально — до  $17,5 \text{ кг/см}^2$ ) плунжеры идут вверх и поднимают платформу.

Канал 10, соединяющий пространство цилиндров над поршнями, и канал 11, соединяющий пространство цилиндров под поршнями, соединены между собой через насос и канал 13 (фиг. 933), перекрываемый при подъёме платформы краном 14.

Подъём платформы автоматически прекращается, когда всё масло из верхней части цилиндров перейдёт в нижнюю, или может быть остановлен на любой высоте выключением насоса при помощи крана 14, которым можно также регулировать скорость подъёма и опускания платформы.

При выключенном кране 14 при работе насоса последний перекачивает масло из канала 10 в канал 11, откуда оно через канал 13 и открытый кран снова проходит в канал 10, не поступая в нижние полости цилиндров.

Опускание платформы происходит под действием её собственного веса при выключенном кране и насосе. При этом масло из нижней полости цилиндров последовательно проходит в каналы 12, 11 и 13 через отверстие в пробке крана 14 и каналы 15 в верхнюю полость цилиндров. При подъёме платформы поршень, придя в верхнее положение, может перекрыть отверстие, соединяющее кольцевой канал 15 с верхней полостью цилиндра. Для того чтобы при опускании платформы масло прошло в верхнюю полость цилиндра, в нём выполнен вертикальный канал 16 с шариковым клапаном, который в этом случае открывается давлением масла, перепуская его по каналу 16 в полость цилиндра над поршнем.



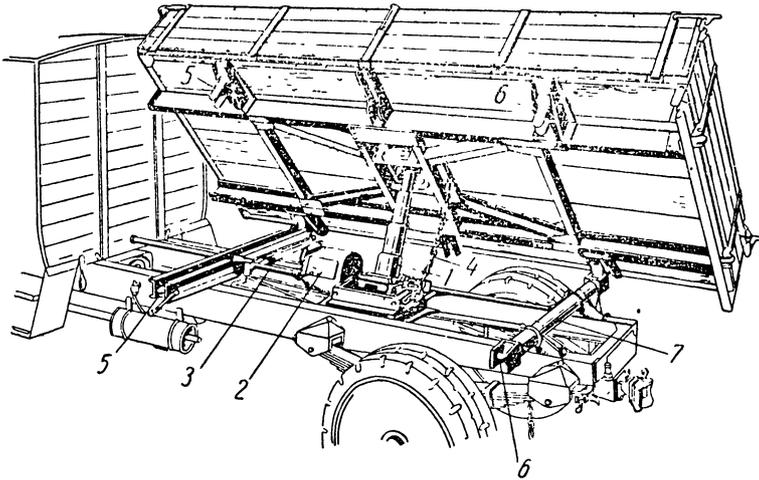
Фиг. 934. Схема действия гидравлического подъёмника ЯС-3.

Для предупреждения обратного хода масла через насос (что приводит к произвольному опусканию платформы при включённом кране) в насосе установлен шариковый клапан 17.

Управление краном выведено в кабину водителя. Рычаг 18, сидящий на оси крана, через систему тяг и рычагов приводится в действие от рукоятки, расположенной около сиденья водителя. Изменяя этой рукояткой величину проходных отверстий в пробке крана (всего их три), водитель может регулировать скорость подъёма и опускания платформы.

Подъём и опускание платформы ЯС-3 занимает около 50 сек.

На фиг. 935 представлен самосвал с гидравлическим подъёмником Armin Tenner, имеющим телескопический цилиндр. Цилиндр подъёмника 1 выполнен в виде телескопического плунжера, внутрь которого из специального резервуара подаётся масло насосом 2. Насос приводится



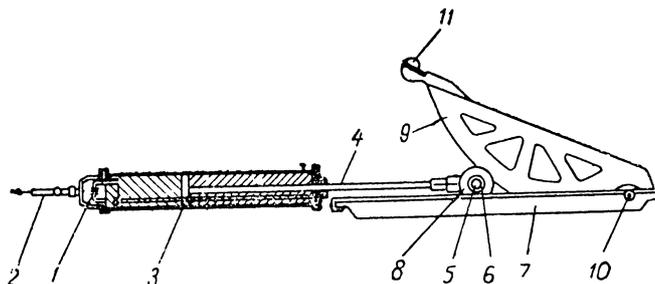
Фиг. 935. Гидравлический подъёмник с телескопическим цилиндром.

в действие карданным валом 3 от коробки отбора мощности. При повышении давления масла в плунжере он раздвигается и заставляет платформу опрокидываться. При наклоне платформы на предельный угол ограничительная цепь 4, натягиваясь, воздействует на рычаг перепускного клапана, который разобщает полость плунжера от насоса, и подъём платформы прекращается. Опускание платформы происходит за счёт собственного веса, для чего водитель открывает кран, соединяющий полость плунжера с масляным резервуаром. Изменяя положение этого крана, можно регулировать также скорость подъёма платформы. Нижний стакан плунжера подъёмника установлен в шарнирной опоре, допускающей качание плунжера в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Верхний конец плунжера снабжён сферическим наконечником, упирающимся в каркас платформы. Платформа соединяется с двумя поперечинами рамы через четыре шарнира 5 и 6, причём задняя поперечина 7 может поворачиваться в цапфах, жёстко укрепленных к раме. Парное освобождение шарниров сбоку или спереди даёт возможность опрокидывать кузов вбок или назад.

На фиг. 936 представлена схема гидравлического подъёмника Вуд с горизонтальным цилиндром, неподвижно закреплённым на раме. На передней части цилиндра укреплен масляный насос 1, приводимый в действие при помощи карданного вала 2. Поршень цилиндра 3 посажен на штоке 4; наружный конец штока укреплен к поперечине 5, на кото-

рой, как на оси, сидят две пары роликов. Наружные ролики 6 меньшего диаметра установлены на рельсах и являются поддерживающими и направляющими. На внутренние ролики 8 большего диаметра опираются сегменты коромысла 9, шарнирно связанного с рельсами 7.

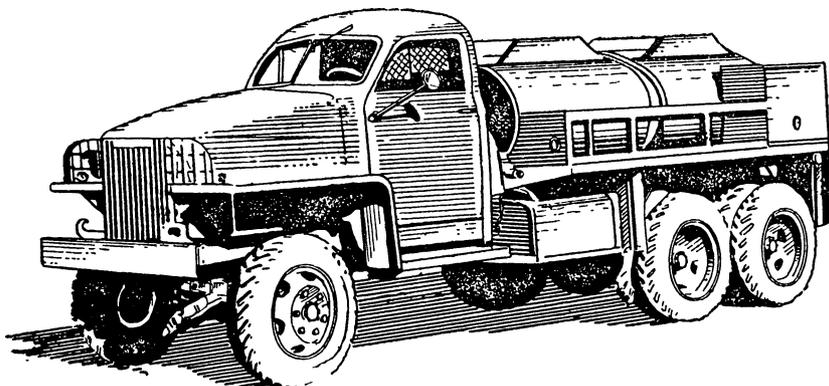
При работе насоса масло перекачивается из правой части цилиндра в левую, и поршень под давлением масла перемещается вправо. Ролики



Фиг. 936. Схема гидравлического подъёмника Вуд с горизонтально расположенным цилиндром.

подкатываются под коромысло, заставляя его поворачиваться около оси 10. На конце коромысла установлен шар 11, на который опирается опорной подушкой платформа самосвала.

При достижении кузовом предельного угла подъёма поршень автоматически останавливается, что достигается перепуском масла через специальный канал из левой полости цилиндра в правую.



Фиг. 937. Автоцистерна для перевозки бензина.

В насосе имеется перепускной клапан, которым можно регулировать скорость подъёма и опускания кузова, а также останавливать кузов под любым углом наклона.

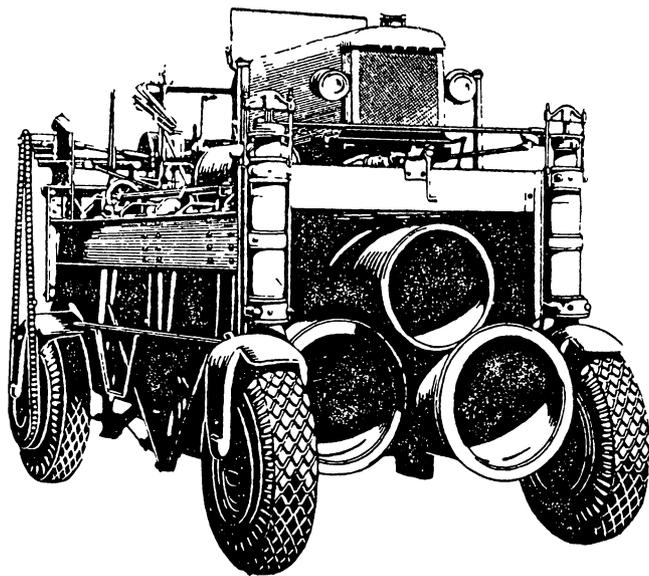
Подъёмник такого типа устанавливается на самосвалах с опрокидыванием на три стороны, только вбок или только назад. В последнем случае коромысло подъёмника жёстко крепится к каркасу платформы.

Платформы самосвалов чаще всего выполняются металлическими, реже деревянными, усиленными металлическим каркасом и оковкой. Деревянные платформы обычно изнутри обшиваются листовым железом.

При опрокидывании платформы только назад откидным выполняется задний борт. Если кузов опрокидывается на три стороны, откидными делаются также и боковые борты. Часто боковые борты укрепляются шарнирно в верхней и нижней частях. Иногда на самосвалах устанавливаются корытообразные кузова без заднего борта, который заменяется специальной совковой частью.

Очень часто грузовые автомобили снабжаются специализированными кузовами, приспособленными для перевозки одного определённого рода груза. Одним из распространённых типов специальных кузовов являются цистерны (фиг. 937), служащие для перевозки жидкостей — воды, горюче-смазочных материалов и т. п.

Цистерны имеют ёмкость от 1500 до 10 000 л и более. Их изготовляют обычно из листового железа преимущественно сваркой, реже из



Фиг. 938. Автовоз Росс-Кэрриер.

нержавеющей стали, алюминиевых и других лёгких сплавов. Наиболее распространённая форма цистерны — овального или прямоугольного сечения, что понижает центр тяжести автомобиля. С целью предотвращения ударов жидкости при движении автомобиля цистерну внутри разгораживают рядом специальных перегородок; иногда её разделяют на несколько отсеков для перевозки различных жидкостей.

Автоцистерны для перевозки горючих жидкостей снабжаются противопожарными устройствами; глушитель обычно устанавливают впереди, перед радиатором, заливные и сливные горловины снабжают пламегасителями и т. д. Для быстрого заполнения и сливания перевозимой жидкости автоцистерны обычно снабжают насосами с приводом от двигателя, а также и ручными насосами.

В ряде конструкций специальных цистерн перевозимый материал подогревается во время перевозки во избежание застывания (парафин, сало, мыло и т. п.) или подогревается перед разливом (например вода, масло для заправки машин и др.). Для перевозки скоропортящихся жидких продуктов применяются также цистерны с искусственным охлаждением.

На фиг. 938 представлен грузовой автомобиль — автовоз, предназначенный для перевозки длинномерных грузов — леса, труб и т. п.

Автовоз состоит из жёсткой порталной рамы с четырьмя стойками для колёс, грузоподъёмника, двигателя с силовой передачей к ведущим колёсам и грузоподъёмнику и механизмов управления. Двигатель, механизмы силовой передачи и механизмы управления размещаются сверху рамы. Привод к ведущим колёсам от главной передачи осуществляется через карданные валы и цепную передачу. Управляемыми выполнены все колёса автовоза. При большой грузоподъёмности автовозы выполняются шестиколёсными.

Погрузка и разгрузка автовоза полностью механизированы, причём управление погрузочно-разгрузочными операциями производится с места водителя. При погрузке автовоз наезжает на заранее уложенный пакет груза, который размещается в тоннеле, образованном между рамой и колёсами; груз захватывается и подтягивается к поперечинам рамы с помощью специальных захватов; при разгрузке пакет опускается на подставки. Погрузка автовоза занимает всего 5—10 сек., разгрузка ещё меньше, что делает автовоз чрезвычайно рентабельным при перевозках на короткие расстояния.

Грузоподъёмность автовозов достигает 15 т, средняя скорость движения с нагрузкой — 15—25 км/час, максимальная скорость движения без нагрузки от 30 до 80 км/час. Автовозы перевозят грузы длиной до 15 м и более.

#### § 5. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

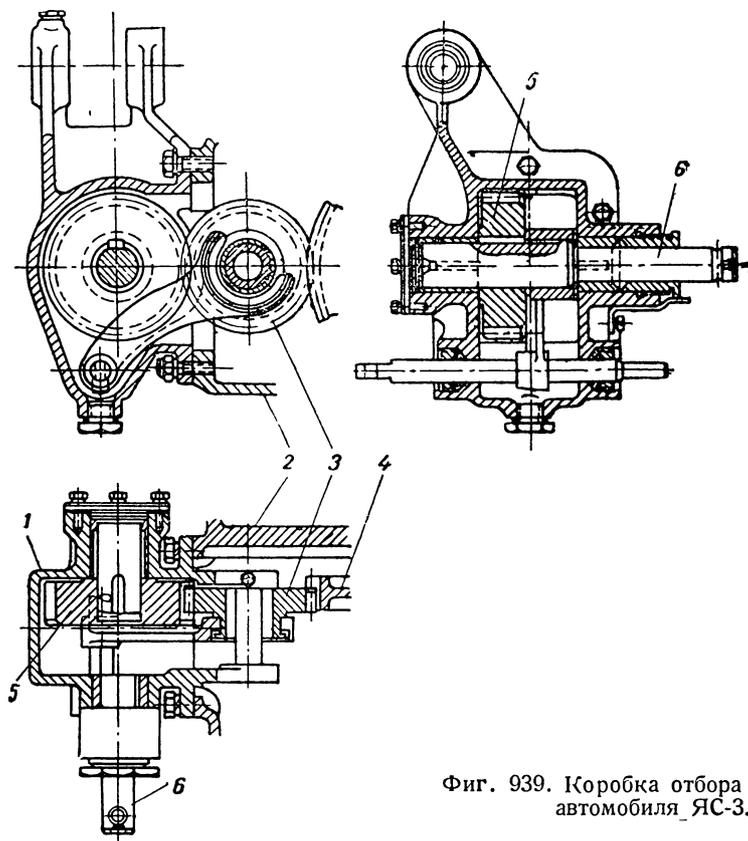
Коробки отбора мощности. Для передачи крутящего момента от двигателя к трансмиссии дополнительного оборудования (лебёдки и кабестаны, подъёмные механизмы самосвалов и др.) автомобили обычно снабжаются специальной коробкой отбора мощности, устанавливаемой у коробки передач или раздаточной коробки (демультипликатора). Значительно реже привод дополнительного оборудования осуществляется от специального валика основной коробки передач или раздаточной коробки, или непосредственно от коленчатого вала и маховика двигателя.

На фиг. 939 приведён чертёж коробки отбора мощности для привода масляного насоса подъёмника самосвала ЯС-3. Коробка отбора мощности одноступенчатая. Картер коробки отбора мощности 1 укрепляется болтами к левому люку коробки передач. Включение коробки производится введением шестерни 3 в зацепление с шестерней постоянного зацепления 4 промежуточного вала коробки передач. Ведомая шестерня 5, укреплённая на валике 6, находится в постоянном зацеплении с шестерней 3. Так как шестерня 3 получает вращение от промежуточного валика коробки передач, изменить число её оборотов можно только дросселированием двигателя. Привод от валика 6 к масляному насосу подъёмника производится при помощи карданных валов.

Одноступенчатые коробки передач с постоянным направлением вращения обеспечивают работу гидравлических подъёмников самосвалов, в которых скорость подъёма и опускания платформы может регулироваться специальным краном.

Если по характеру работы дополнительного оборудования требуется значительное изменение подводимого к нему крутящего момента, коробки отбора мощности выполняются с несколькими ступенями передачи. В этих случаях можно устанавливать также одноступенчатую коробку отбора мощности после коробки передач автомобиля; при этом для изменения крутящего момента могут быть использованы передачи последней.

Так, например, по характеру работы лебёдки необходимо иметь возможность значительно изменять момент на её барабане в зависимости от величины подтягиваемого груза и реверс для опускания груза, спуск автомобиля с крутого уклона и т. п. Поэтому коробка отбора мощности для привода лебёдки, если она устанавливается у коробки передач, выполняется ступенчатой и с реверсом. Такая коробка, устанавливаемая на некоторых моделях автомобилей Студебеккер, ГМС и Шевроле, представлена на фиг. 940. Она укрепляется болтами к коробке передач автомобиля с левой стороны. На оси 2 установлен блок ведущих шестерён 3, большая шестерня которого постоянно находится в зацеплении с



Фиг. 939. Коробка отбора мощности автомобиля ЯС-3.

шестернёй промежуточного вала коробки передач. На оси промежуточного вала 4, закреплённой в верхней части картера 1, установлена шестерня замедляющей передачи 6 и блок шестерён ускоряющей передачи 5. Шестерни 3 ведущего вала находятся постоянно в зацеплении с шестернёй замедляющей передачи 6 и малой шестернёй блока 5 ускоряющей передачи. На шлицах ведомого вала коробки 8 установлена подвижная шестерня 7. На выходящий наружу конец ведомого вала укрепляется вилка карданного шарнира привода к редуктору лебёдки.

При введении подвижной шестерни 7 в зацепление с шестерней 6 промежуточного вала (как показано на фиг. 940) получается замедляющая передача. Передвижением вперёд шестерня 7 вводится в зацепление непосредственно с большой шестернёй блока ведущих шестерён 3. При этом ведомый вал получает вращение в противоположную сторону (реверс). Включение ускоряющей передачи достигается введением шестерни 7 в зацепление с большой шестернёй блока шестерён 5. Поло-

жение подвижной каретки 7 фиксируется шариковыми фиксаторами, входящими в углубление ползуна 10 вилки переключения 11. Кроме фиксации включения трёх передач, фиксируются два нейтральных положения шестерни 7 — между ускоряющей передачей и реверсом и между реверсом и замедляющей передачей.

**Лебёдки и кабестаны.** Многие современные грузовые автомобили повышенной проходимости снабжаются лебёдками или кабестанами, служащими для вытаскивания и самовытаскивания застрявшего на бездорожье автомобиля, подъёма и подтаскивания груза волоком и т. п. Лебёдки и кабестаны для подтаскивания и погрузки грузов иногда устанавливаются и на грузовых автомобилях ограниченной проходимости, предназначенных для перевозки тяжёлых неделимых грузов.

На автомобилях повышенной проходимости лебёдки и кабестаны устанавливаются обычно в передней (фиг. 919 и 925) или задней (фиг. 921) части шасси автомобиля или под кузовом и приводятся в действие от двигателя.

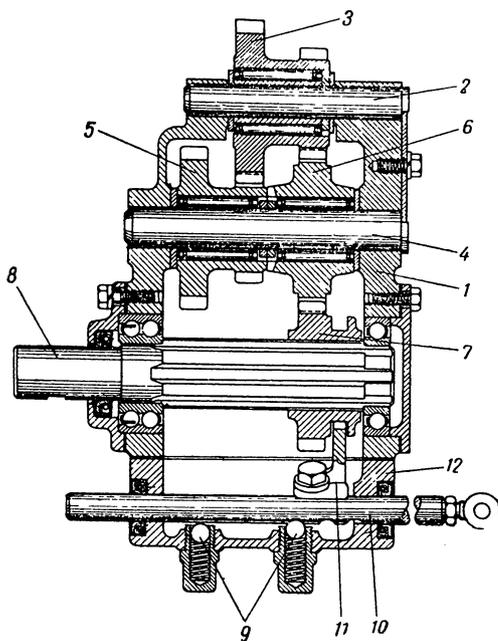
На фиг. 941 представлена лебёдка фирмы Хилл, устанавливаемая на некоторых автомобилях Студебеккер (модель US6), GMC (модель ССКW-352 и ССКW-353) и др.

Лебёдка состоит из барабана, червячного редуктора с валом барабана, кулачковой муфты сцепления и автоматического тормоза. Червяк редуктора 1, установленный в картере 2, находится в зацеплении с червячной шестернёй 3, закреплённой на валу 4. На этом валу на двух бронзовых втулках установлен барабан 5. Связь барабана с валом осуществляется при помощи кулачковой муфты 6, установленной на валу на двух шпонках. Кулачки муфты могут входить в зацепление с кулачками на ступице барабана. Перемещение муфты 6 производится рычагом 7, рукоятка которого 8 снабжена стопором 9, фиксирующим включённое и выключенное положение муфты, а также тормозом 10, затормаживающим барабан при выключенном приводе к лебёдке.

При выключении кулачковой муфты 6 рычаг 7 через пружину 11 и болт 12 прижимает колодку тормоза 10 с обшивкой из фрикционного материала к торцу фланца барабана и затормаживает его.

Автоматический тормоз предназначен для удержания барабана лебёдки на месте в момент переключения передач в коробке отбора мощности или выключения привода, а также для торможения барабана при опускании груза.

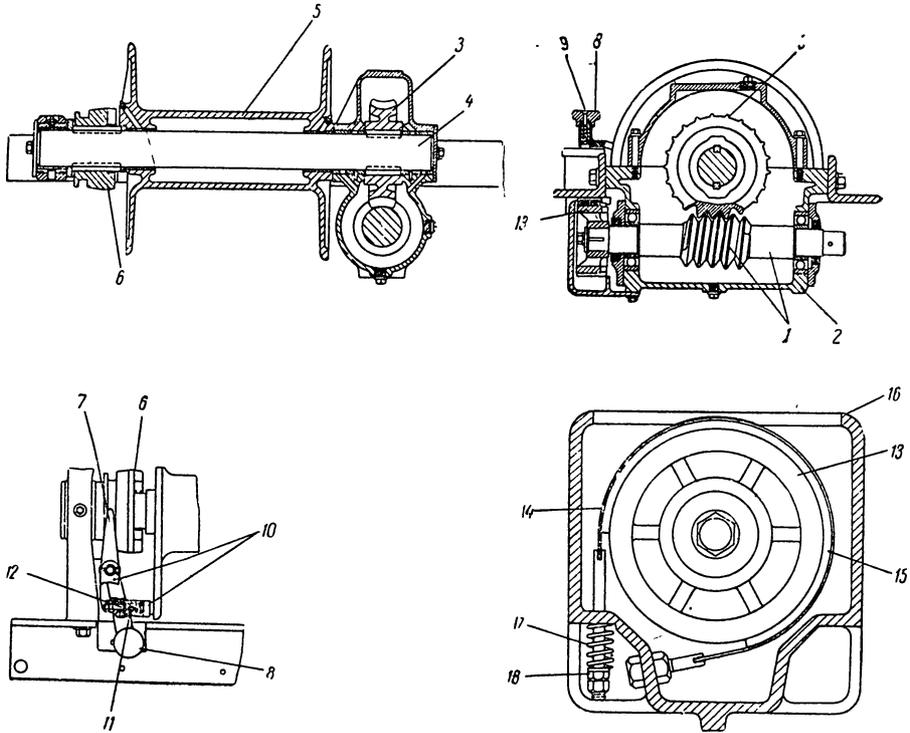
Автоматический тормоз ленточного типа состоит из тормозного барабана 13, установленного на валу червяка 1, и тормозной ленты 14 с фрикционной накладкой 15. Один конец тормозной ленты 14 наглухо закреплён на кожухе тормоза 16, а второй прижимается к тормозному барабану спиральной пружиной 17.



Фиг. 940. Коробка отбора мощности Спайсер для привода лебедки.

При наматывании троса на барабан лебедки (подъём груза, вытаскивание машины) тормозной барабан вращается по направлению часовой стрелки. В этом случае сила трения, возникшая между тормозным барабаном и фрикционной накладкой ленты 14, будет уменьшать силу прижатия ленты к барабану, и тормозной момент будет незначителен.

При стремлении груза опуститься (например в момент переключения передач в коробке отбора мощности) тормозной барабан стремится вращаться в направлении против часовой стрелки. Возникшая при этом



Фиг. 941. Автомобильная лебёдка Хилл.

между тормозным барабаном и лентой сила трения увеличивает силу прижатия тормозной ленты, тормозной момент увеличивается в несколько раз, и барабан лебёдки останавливается. Натяжение пружины 17 регулируется гайкой 18. Опускание груза производится только включением реверсивной передачи в коробке отбора мощности.

Для предохранения лебёдки от перегрузки вал червяка редуктора соединён с вилкой шарнира карданного вала предохранительной шпилькой, которая при перегрузке срезается, а барабан лебёдки в этом случае останавливается автоматическим тормозом.

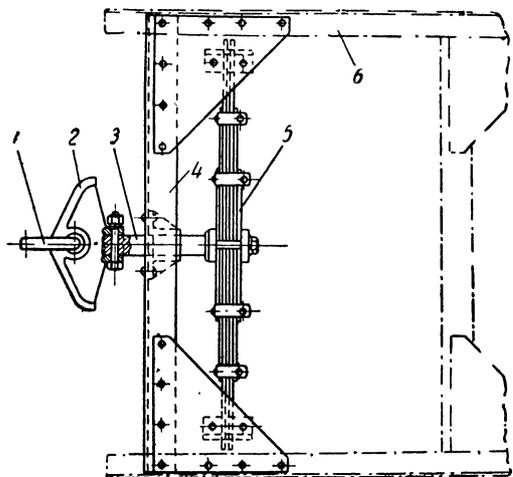
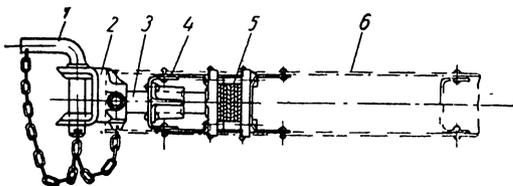
В эксплуатации лебёдка требует ухода, который заключается в периодической смазке подшипников через специально установленные маслёнки и добавлении масла в картер редуктора. В случае необходимости производится регулировка автоматического ленточного тормоза.

Сцепные приборы грузовых автомобилей. Большинство грузовых автомобилей снабжается сцепными (буксирными) приборами на случай использования автомобилей для тяги прицепов.

Всё сцепное устройство автомобиля с прицепом состоит из двух частей — сцепного прибора (крюка или скобы) на автомобиле и жёсткого

дышла на прицепе. Дышло обычно имеет на конце проушину, которая надевается на крюк или соединяется со штоком скобы. Для смягчения ударов, возникающих между автомобилем и прицепом, сцепной прибор автомобиля снабжается амортизирующим элементом — листовой или спиральной пружиной.

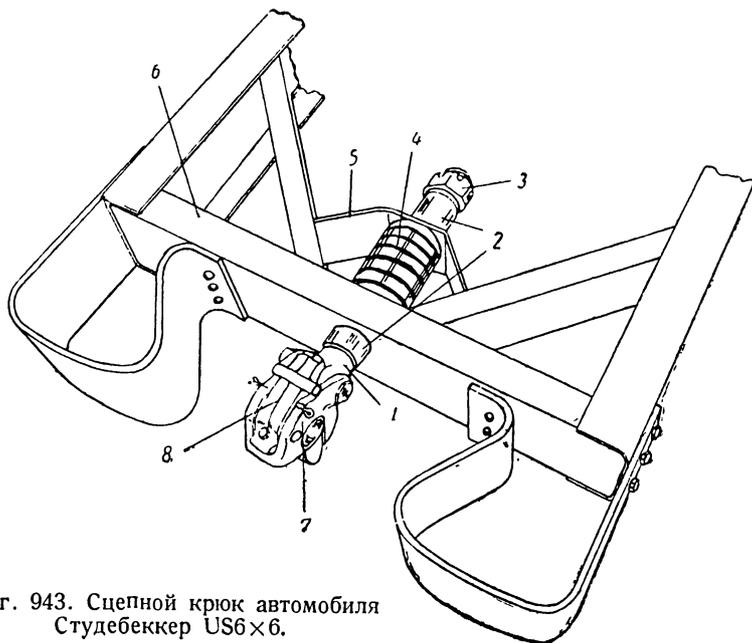
На фиг. 942 показан сцепной прибор автомобиля ЗИС-5. Он состоит из вилки 2 со стержнем 3, шкворня 1 и рессоры 5. Стержень вилки проходит через заднюю поперечину 4 рамы 6 и жёстко скрепляется с рессорой 5, опирающейся концами на кронштейны рамы. При сцепке с прицепом шкворень 1 проходит через проушину дышла.



Фиг. 942. Сцепной прибор автомобиля ЗИС-5

На фиг. 943 показан сцепной крюк автомобиля Студебеккер. Стержень крюка 1 проходит через отверстие задней поперечины 6 рамы и отверстие кронштейна 5, приклепанного к укосинам рамы. На стержне крюка между поперечиной рамы и кронштейном надета спиральная пружина 4, упирающаяся концами во фланцы втулок 2, надетых на стержень в отверстиях поперечины 6 и кронштейна 5. Задняя втулка

укреплена на стержне гайкой 3. Для удержания проушины дышла в зацеплении с крюком последний имеет накидную защёлку 7 с замком 8



Фиг. 943. Сцепной крюк автомобиля Студебеккер US6×6.

Спиральная пружина воспринимает усилия, направленные как со стороны автомобиля к прицепу, так и от прицепа к автомобилю.

В некоторых сцепных приборах, рассчитанных на передачу небольшой силы тяги, в качестве амортизирующего элемента применяются также наборы резиновых колец.

Для крепления троса или цепи при буксировке или вытаскивании застрявшего грузового автомобиля в его передней части обычно устанавливают крюки, жёстко связанные с рамой.

## Г л а в а IV

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Специальные автомобили по характеру их использования можно разбить на две группы: 1) армейские автомобили, предназначенные для выполнения специальных боевых задач, и 2) автомобили, снабжённые специальным оборудованием для выполнения определённых производственных операций.

К специальным армейским автомобилям относятся бронев автомобили, бронетранспортёры, плавающие автомобили, автомобили с артиллерийским, миномётным и пулемётным вооружением, автомобили со специальным химическим, инженерным и другим оборудованием.

Ко второй группе специальных автомобилей относятся пожарные автомобили (автонасосы, пожарные автоцистерны с насосами, механические лестницы и др.), коммунальные автомобили (поливочные, мочные, грязесобирающие, канализационные, снегоочистительные и др.), автомобили, снабжённые кранами и лебёдками, автомобили-подвижные мастерские и др.

Ввиду чрезвычайно большого разнообразия специальных автомобилей ниже даётся краткое описание некоторых их типов, наиболее распространённых или представляющих большой интерес в отношении их устройства.

#### § 1. БРОНЕАВТОМОБИЛИ

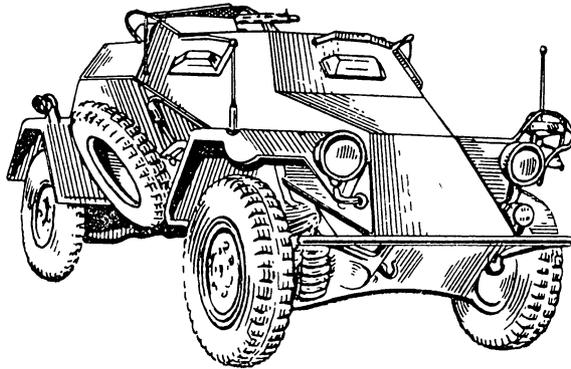
Бронев автомобиль представляет собой вооружённую и бронированную колёсную или полугусеничную машину. Бронев автомобили предназначаются для уничтожения живой силы и огневых средств пехоты противника и применяются для разведки, охранения и как средство передвижения офицеров связи в бою.

Основные достоинства бронев автомобилей — бесшумность и большая скорость движения; большой запас хода, прочность и надёжность материальной части позволяют им быстро передвигаться на большие расстояния с небольшим запасом ремонтных средств и эксплуатационных материалов. Недостаток бронев автомобилей — ограниченная проходимость по сравнению с гусеничными машинами (танками), что делает их применение целесообразным лишь в благоприятных условиях дорог и местности. Кроме того, необходимость ограничить нагрузку на колёса не допускает установки на бронев автомобилях сильной броневой защиты и тяжёлого вооружения. Выполняя боевые задачи, бронев автомобили обычно тесно взаимодействуют с другими родами войск.

Типы бронев автомобилей. В основу принятой классификации бронев автомобилей положен боевой вес, в зависимости от которого бронев автомобили делятся на две основные группы: 1) лёгкие бронев авто-

мобили — весом до 4 т, 2) средние автомобили — весом от 4 до 8 т. Кроме того, имеют небольшое распространение тяжёлые бронев автомобили с боевым весом свыше 8 т.

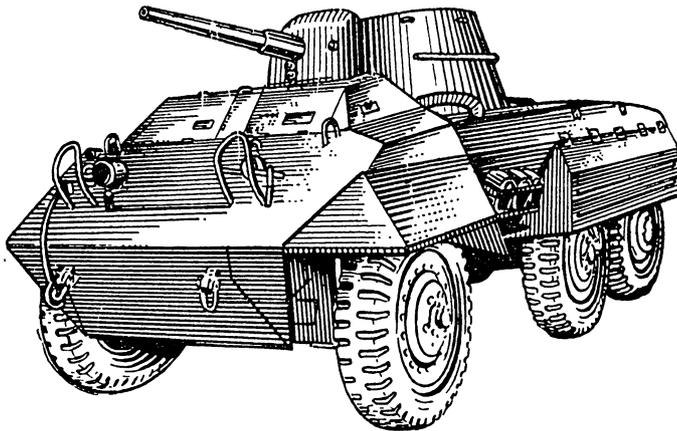
Лёгкие бронев автомобили (фиг. 944) выполняются преимущественно на специальных двухосных шасси с обеими ведущими осями, реже строятся на стандартном шасси двухосных легковых автомобилей. Броневой корпус — с толщиной брони 4—12 мм. Вооружение—



Фиг. 944. Лёгкий бронев автомобиль Хорьх-1:

Боевой вес 4,8 т, толщина брони корпуса 8 мм, вооружение — один пулемёт калибром 7,92 мм; экипаж 2 человека. Максимальная скорость — 80 км/час. Все колёса ведущие и управляемые.

1—2 пулемёта; в последнем случае один из пулемётов обычно крупнокалиберный (или малокалиберная пушка). Экипаж — 2—3 человека. Максимальная скорость по шоссе — 70—100 км/час. Запас хода лёгких бронев автомобилей — до 600 км. При наличии обеих ведущих осей лёгкие бронев автомобили преодолевают подъём до 30—35°.



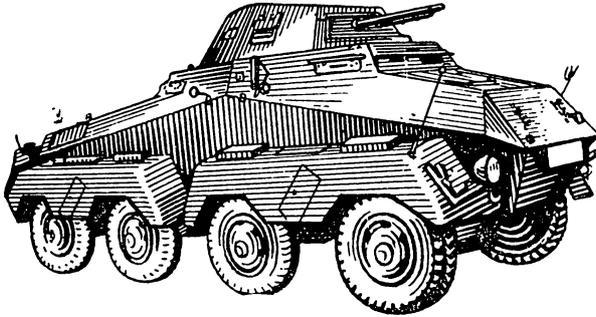
Фиг. 945. Средний трёхосный бронев автомобиль М-8:

Боевой вес 7,6 т, толщина брони корпуса от 9 до 25 мм; вооружение — пушка калибром 37 мм и пулемёт 7,62 мм; экипаж — 4 человека; максимальная скорость до 90 км/час. Бронев автомобиль не имеет рамы, двигатель и все агрегаты шасси укрепляются непосредственно к корпусу. Двигатель установлен сзади. Все колёса ведущие.

Средние бронев автомобили (фиг. 945) строятся на специальных двухосных и трёхосных шасси или несколько изменённых шасси

двухосных и трёхосных грузовиков повышенной проходимости. Броневой корпус — с толщиной брони 6—25 мм. Вооружение пулемётное или пулемётно-пушечное: одна пушка малого калибра (20—45 мм) и 1—2 пулемёта. Экипаж — 3—4 человека. Максимальная скорость 50—90 км/час, запас хода — до 600 км.

Тяжёлые броневые автомобили выполняются преимущественно на трёхосных или четырёхосных (фиг. 946) специальных шасси.

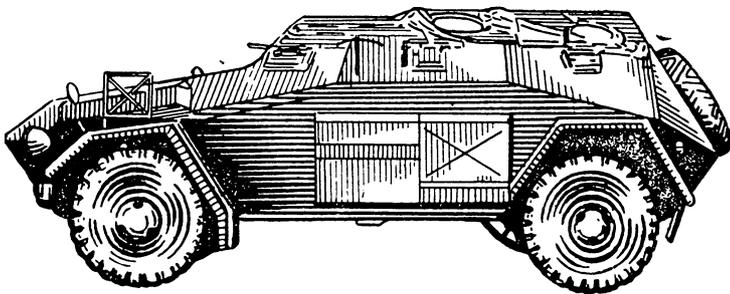


Фиг. 946. Тяжёлый четырёхосный броневый автомобиль Бюссинг-НАГ:

Боевой вес 10 т; толщина брони корпуса до 30 мм (с экранами); вооружение — пушка калибром 20 мм и 75 мм и два пулемёта. Максимальная скорость около 40 км/час. Все колёса ведущие и управляемые. Два поста управления — спереди и сзади.

Толщина брони корпуса от 4 до 30 мм. Вооружение обычно пулемётно-пушечное: 1 пушка калибра от 20 до 75 мм и 1—2 пулемёта. Экипаж — 3—5 человек. Максимальная скорость 40—80 км/час, запас хода до 400 км.

Четырёхосные броневые автомобили имеют высокую проходимость по местности и могут преодолевать значительные горизонтальные препятствия — рвы, канавы, окопы и т. п. Большого распространения этот тип броневых автомобилей не получил, так как требует специального дорожного шасси.



Фиг. 947. Полубронированный автомобиль для командирской разведки и связи.

Для командирской разведки и связи применяются также полубронированные автомобили (фиг. 947). Они обычно выполняются частичной бронировкой (с четырёх сторон) шасси армейских легковых автомобилей повышенной проходимости. Толщина брони такого автомобиля 4—8 мм.

Средние и тяжёлые бронев автомобили выполняются также полугусеничными, но они имеют значительно меньшее распространение, нежели колёсные<sup>1</sup>.

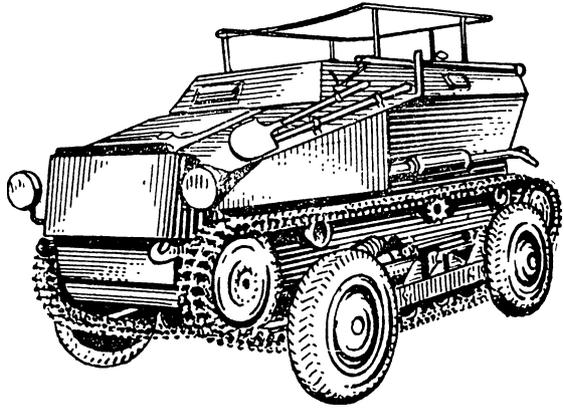
На фиг. 948 представлен внешний вид колёсно-гусеничного бронев автомобиля, снабжённого открытым сверху броневым корпусом и предназначенного для наблюдений. Бронев автомобиль имеет колёсный и гусеничный движители и может передвигаться на колёсах или гусеницах в зависимости от дорожных условий. Переход с колёсного на гусеничный ход и обратно занимает незначительное время. Наличие самостоятельных колёсного и гусеничного движителей обеспечивает автомобилю такого типа высокую оперативную и тактическую подвижность. Вследствие сложности конструкции колёсно-гусеничные бронев автомобили широкого распространения пока не получили.

Конструктивные особенности бронев автомобилей. Бронев автомобили выполняются на шасси транспортных автомобилей повышенной проходимости (двухосных и трёхосных) или на специальном шасси, но обычно с использованием агрегатов транспортных автомобилей. В случае использования готового шасси его часто изменяют: укорачивают раму в целях уменьшения габаритов и веса бронев автомобиля, сокращают базу для улучшения маневренности, усиливают и улучшают подвеску.

При специальной компоновке бронев автомобиль часто выполняют безрамным, а двигатель и все агрегаты шасси крепят непосредственно к броневому корпусу, что даёт возможность уменьшить габариты бронев автомобиля (особенно высоту) и вес. Двигатель часто располагают сзади, что обеспечивает лучший обзор и ведение огня вперёд, а также улучшает условия работы экипажа.

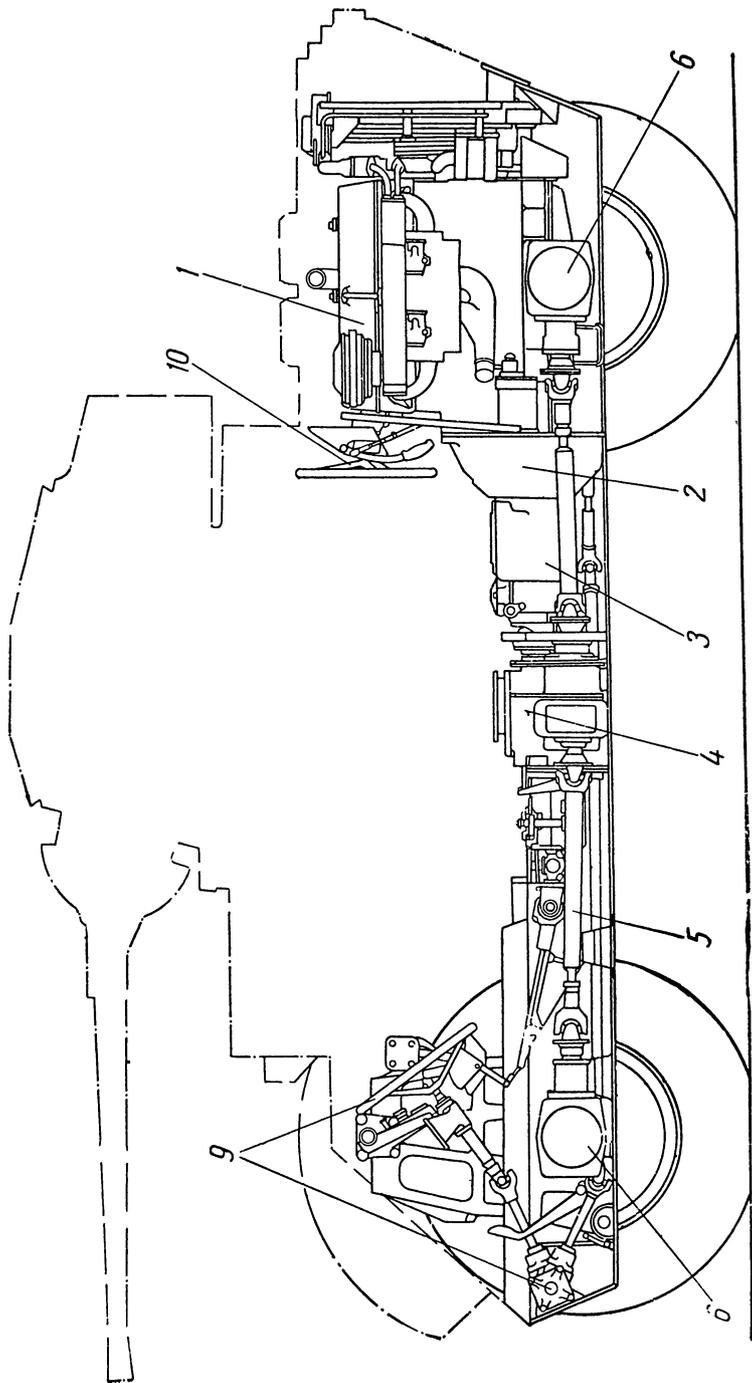
Двигатели бронев автомобилей имеют большую мощность, нежели двигатели грузовых автомобилей того же веса, что определяется более высокими требованиями к тяговым качествам бронев автомобилей.

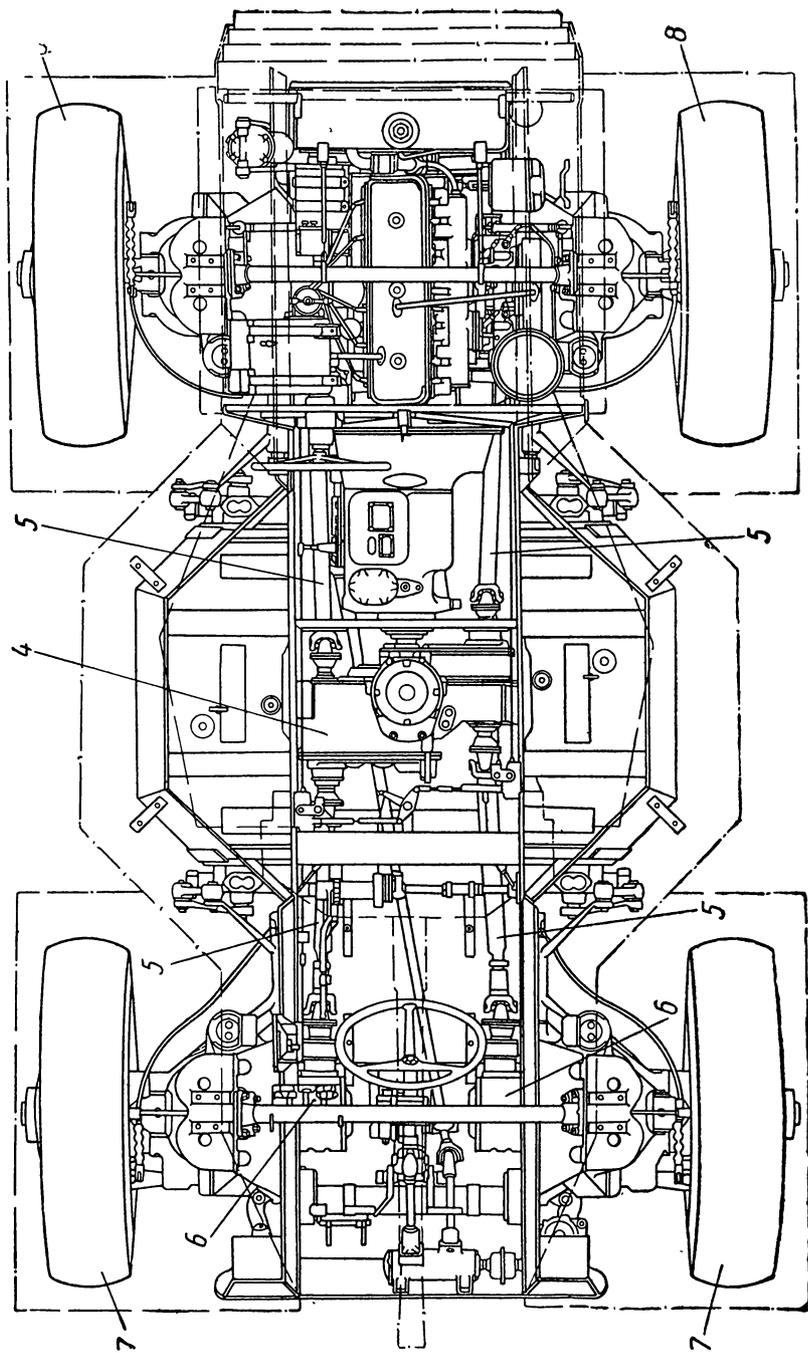
Для повышения маневренности и возможности движения задним ходом с теми же скоростями, что и вперёд, средние и тяжёлые бронев автомобили иногда снабжаются реверсивным механизмом в силовой передаче и вторым постом управления в задней части корпуса. Это даёт возможность бронев автомобилю в боевой обстановке передвигаться задним ходом с большой скоростью и без разворотов, что значительно снижает вероятность вывода бронев автомобиля из строя артиллерийским и пулемётным огнём противника. На заднем посту управления в этом случае устанавливаются рулевая колонка, педали тормоза и сцепления, механизм переключения передач в коробке, педаль управления газом и ряд приборов, контролирующих работу двигателя и электрооборудования



Фиг. 948. Колёсно-гусеничный бронев автомобиль для наблюдений.

<sup>1</sup> Полугусеничные и гусеничные машины в настоящем учебнике не рассматриваются.



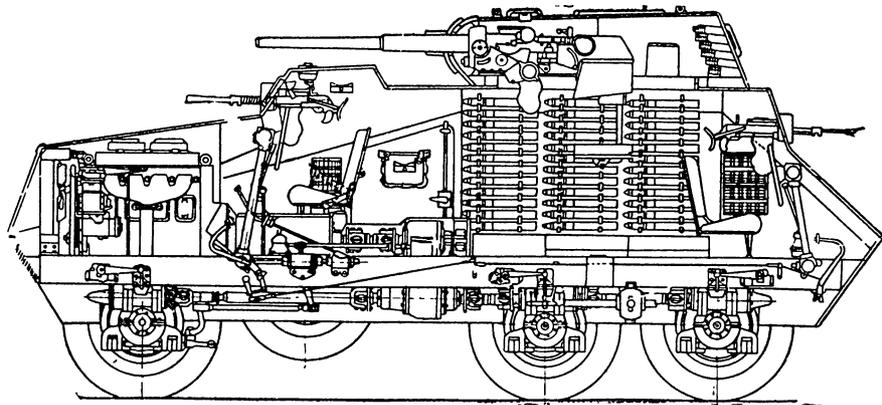


Фиг. 949. Шасси английского броневоза Даймлер:

- 1 — двигатель; 2 — сцепление; 3 — коробка передач; 4 — раздаточная коробка; 5 — карданные валы привода передних и задних колёс;
- 6 — главная передача; 7 — передние управляемые колёса; 8 — задние колёса; 9 — рулевое устройство переднего поста управления;
- 10 — рулевая механика заднего поста управления. Броневоз имеет гидравлическое сцепление и полуавтоматическую коробку передач. В раздаточной коробке выполнена реверсивная передача и дифференциал между валами привода колёс правой и левой стороны; оси броневоза — разрезные; привод к каждому колесу выполнен отдельным карданным валом; главная передача у каждого из колёс состоит из пары конических шестерён; подвеска — независимая.

бронеавтомобиля. Шасси бронеавтомобиля с двумя постами управления показано на фиг. 949. При двух постах управления управляемыми выполняются или колёса одной передней оси, или все колёса бронеавтомобиля.

Подвеска бронеавтомобилей часто выполняется независимой и всегда снабжается амортизаторами. Шины с глубоким рисунком протектора (грунтозацепами) заполняются специальной массой, обеспечивающей шинам пулестойкость. Для преодоления препятствий гребнистого характера бронеавтомобили иногда снабжаются дополнительными катками; с той же целью их запасные колёса устанавливаются на цапфах между задней и передней осями.



Фиг. 950. Внутреннее оборудование и боевая укладка в корпусе бронеавтомобиля.

Корпус бронеавтомобиля предназначается для защиты экипажа, боеприпасов и основных агрегатов шасси от поражения пулями и осколками снарядов. Сверху корпус имеет башню (фиг. 950), в которой установлено основное вооружение бронеавтомобиля. Башня устанавливается на шариковом или роликовом погоне и при помощи специального поворотного механизма может иметь круговое вращение. В лёгких бронеавтомобилях поворот башни часто производится непосредственно усилием плеча стрелка, находящегося в башне.

Башня лёгких бронеавтомобилей часто делается сверху открытой (фиг. 944) для ведения наблюдений при движении вне боя и возможности ведения огня по воздушным целям. Чтобы предотвратить забрасывание гранат в корпус, башня закрывается сверху откидной проволочной сеткой. Корпус имеет моторное отделение, где размещается двигатель, и боевое отделение, в котором располагаются экипаж, боеприпасы и часть вооружения. Толщина брони корпуса зависит от типа бронеавтомобиля. Наиболее толстая броня устанавливается на лобовых, бортовых и задних стенках корпуса и башни. Наименьшую толщину брони имеют днище корпуса и потолочные листы корпуса и башни. Иногда броневое днище не делают. Корпусы современных бронеавтомобилей изготавливаются почти исключительно сваркой. На болтах укрепляются лишь съёмные листы и крышки люков, через которые осуществляется доступ к агрегатам шасси. Листы брони располагают по возможности под большим углом к вертикали, что увеличивает их снарядостойкость.

Для наблюдения в боевых условиях в башне и корпусе устанавливают зеркальные приборы или смотровые приборы с пулестойким стеклом триплекс или прозрачной броней.

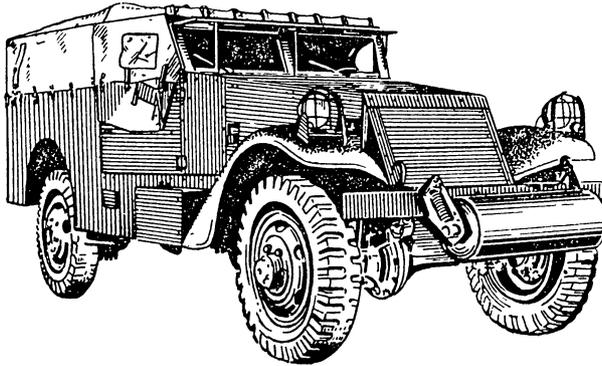
Основным средством связи бронеавтомобилей служат приёмно-передаточные радиостанции.

## § 2. БРОНЕТРАНСПОРТЕРЫ

Бронетранспортёры предназначаются для перевозки пехоты на поле боя, для ведения разведки и охранения. Броневой корпус бронетранспортёра обычно имеет значительную вместимость и отличается отсутствием верхней броневой защиты, что обеспечивает быстрое спешивание (высадку) десанта с бронетранспортёра. Бронетранспортёры выполняются как полугусеничными, так и колёсными.

Вооружение бронетранспортёров — 1—3 пулемёта; иногда устанавливаются малокалиберные пушки или миномёты. Толщина брони корпуса 8—15 мм.

На фиг. 951 показан американский колёсный бронетранспортёр МЗА-1. Бронетранспортёр двухосный, с обеими ведущими осями. Броневой корпус, открытый сверху, имеет броню толщиной 9,5—12,5 мм.



Фиг. 951. Бронетранспортёр МЗА-1.

С внутренней стороны корпус охватывается монорейсом, на котором устанавливаются пулемёты. Вооружение — три пулемёта, один из них крупнокалиберный. Пулемёты могут свободно передвигаться по монорейсу корпуса и имеют шарнирное крепление в стенках, допускающее ведение огня как по наземным, так и по воздушным целям. Вес бронетранспортёра около 5 т, максимальная скорость движения свыше 80 км/час, преодолеваемый подъём до 30°. Вместимость бронетранспортёра 8 человек. Корпус бронетранспортёра снабжается брезентовым тентом для движения не в боевой обстановке, который может быть установлен на съёмных дугах. Спереди корпуса имеется стальной каток, облегчающий преодоление канав. Бронетранспортёр снабжён приёмно-передаточной радиостанцией.

## § 3. ПЛАВАЮЩИЕ АВТОМОБИЛИ-АМФИБИИ

Плавающие автомобили (амфибии) получили широкое применение для разведки, форсирования водных преград, высадки десанта с морских судов и т. п. Амфибии представляют собой плоскодонную лодку, смонтированную на шасси автомобиля. Кузов амфибии выполняется из листовой стали и охватывает раму, на которой устанавливаются основные агрегаты шасси. Ходовая часть монтируется под днищем. Для передвижения по воде автомобиль снабжается гребным винтом с приводом от двигателя.

Плавающие автомобили выполняются преимущественно со всеми ведущими колёсами, чем достигается их высокая проходимость на суше, а также облегчается выход автомобиля из воды на берег, когда исполь-

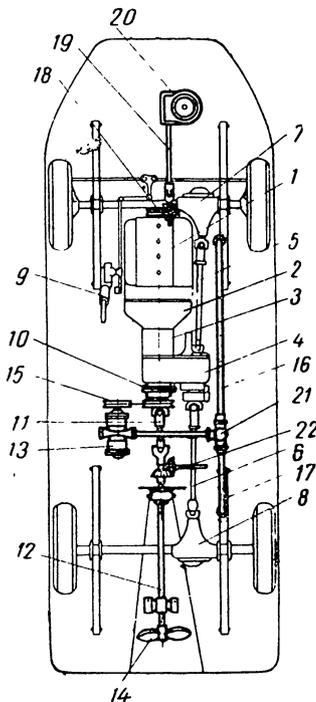
зается сила тяги гребного винта и колёс. Кроме того, для возможности выхода на крутой берег плавающие автомобили часто снабжаются лебёдкой или кабестаном. Вследствие большого числа выступающих частей (колёса, мосты и т. п.) автомобиль на воде испытывает значительное сопротивление движению и имеет небольшую скорость. При движении по воде привод к ведущим колёсам обычно выключается.

Управление автомобилем на воде осуществляется при помощи специального руля под кормой с одновременным поворотом передних колёс.

Из получивших распространение плавающих автомобилей следует указать лёгкие амфибии Форд (модель GPA), KdF, Мерседес и грузовую транспортную амфибию Дюк-В на шасси трёхосного грузовика GMC.

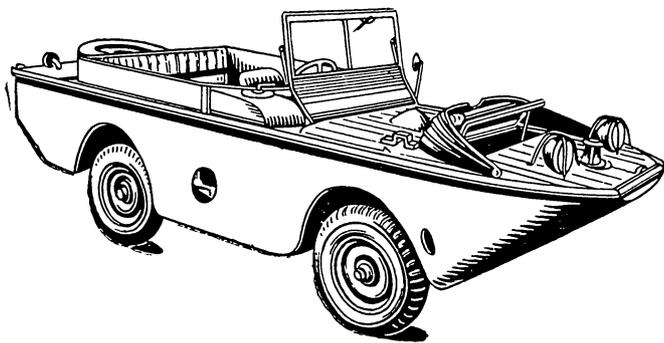
На фиг. 952 показана амфибия Форд (модель GPA 1/4 т 4×4), для которой использовано шасси легкого армейского автомобиля Форд-Виллис, модель GPW. Амфибия имеет цельнометаллический сварной кузов-лодку вместимостью 5 человек. Максимальная грузоподъёмность амфибии, включая водителя, 360 кг, максимальный полный вес 2000 кг. При движении по дороге амфибия имеет скорость до 100 км/час. Скорость движения на воде до 10 км/час.

На фиг. 953 дана схема шасси этого автомобиля. Компоновка силового агрегата и привода к ведущим колёсам выполнена аналогично автомобилю Форд-Виллис. Для движения по воде в задней части шасси установлен гребной винт 14, привод к которому выполнен от раздаточной коробки 4 через механизм отбора мощности 10, карданный вал 11 и гребной вал 12. От коробки отбора мощности при помощи ремённой передачи 15 приводится также трюмный насос 13, служащий для откачивания воды, попадающей в кузов. Насос снабжён двухходовым клапаном 21 с двумя патрубками 16 и 17 для откачки воды из



Фиг. 953 Схема шасси плавающего автомобиля Форд GPA:

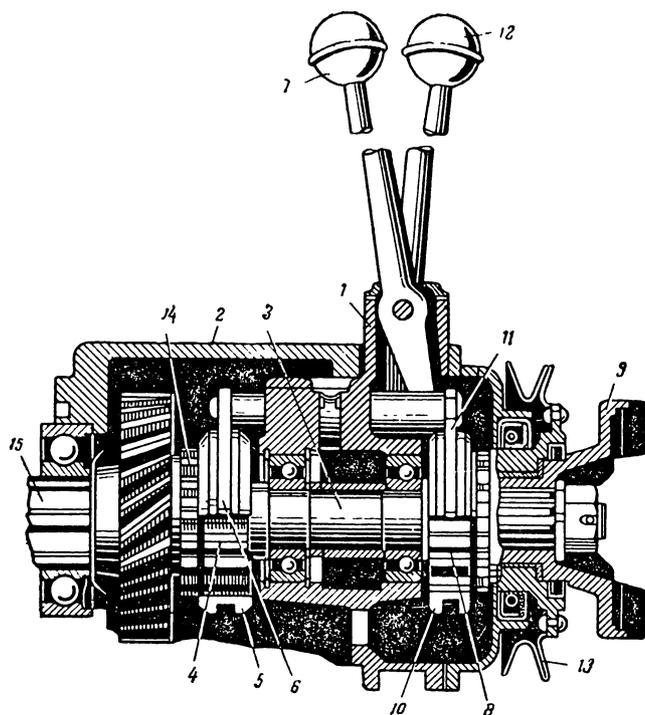
1 — двигатель; 2 — сцепление; 3 — коробка передач; 4 — раздаточная коробка; 5, 6 — карданные валы; 7 — передний мост; 8 — задний мост; 9 — рулевой механизм; 10 — механизм отбора мощности привода гребного винта; 11 — карданный вал; 12 — вал гребного винта; 13 — трюмный насос; 14 — гребной винт; 15 — ремённая передача привода трюмного насоса; 16, 17 — заборные трубы трюмного насоса; 18 — ремённая передача; 19 — карданный вал привода кабестана; 20 — кабестан; 21 — заборный вентиль; 22 — коническая шестерённая передача для заводки двигателя рукояжкой.



Фиг. 952. Плавающий автомобиль (амфибия) Форд GPA.

переднего и среднего отсеков кузова. На передней части кузова установлен вертикальный кабестан 20 с приводом от коленчатого вала двигателя через ремённую передачу 18 и карданный вал 19.

Двигатель, сцепление, коробка передач и раздаточная коробка, скрепленные в один блок, установлены на раме, размещенной внутри кузова (лодки) и жестко с ним скрепленной. Карданные валы привода мостов и вал гребного винта выходят под кузов через специальные сальниковые уплотнения. Для прохода воздуха к радиатору двигателя при движении по суше на передней палубе кузова выполнен специальный люк (фиг. 952). Воздух, засасываемый через этот люк вентилятором, проходит через радиатор, установленный перед двигателем, и выбрасывается наружу через решетки с боков кузова. При входе автомобиля в воду и движении по воде передний люк и боковые решетки во избежание попадания воды в кузов закрываются. В этом случае воздух всасывается вентилятором через решетки, выполненные под щитком приборов (справа



Фиг. 954. Механизм отбора мощности привода к гребному винту.

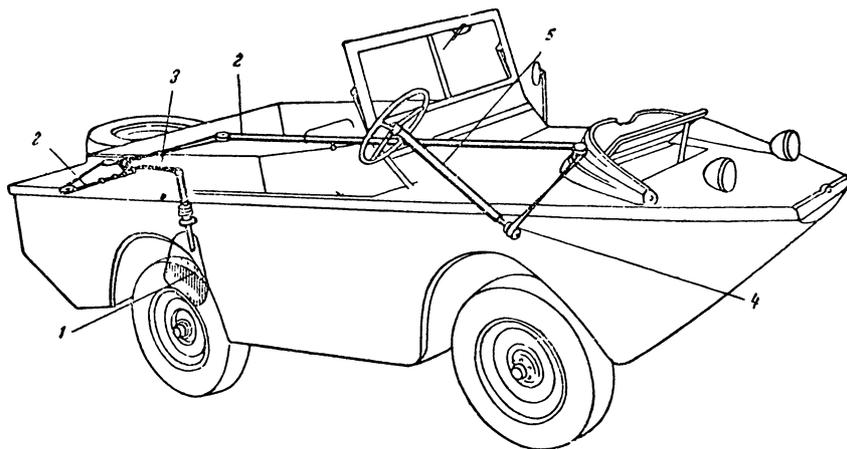
и слева), и по специальным воздухопроводам под палубой идет к радиатору, пройдя который, выбрасывается наружу через люк позади ветрового стекла. При движении по суше этот люк закрывается крышкой.

Глушитель установлен сверху на носовой части кузова, чем предохраняется от попадания в него воды. Для запуска двигателя заводной рукояткой (в случае отказа стартера) на гребном валу 12 (фиг. 953) установлена на шлицах коническая шестерня 22. С шестерней 22 находится в зацеплении другая коническая шестерня, валик которой при запуске проворачивается заводной рукояткой, вставляемой через отверстие с правой стороны кузова. При заводке двигателя рукояткой включается прямая передача в коробке передач и привод к гребному винту, а рычаг переключения передач в раздаточной коробке ставится в нейтральное положение.

На фиг. 954 показано устройство механизма отбора мощности для привода гребного винта и трюмного насоса. Картер механизма отбора

мощности 1 привёртывается к стенке картера раздаточной коробки 2. В приливах картера 1 установлен валик 3 с зубчатым венцом 4, на котором сидит подвижная зубчатая муфта 5. Зубчатая муфта 5 может передвигаться вдоль оси вала при помощи вилки 6, ползун которой соединён с нижним концом рычага 7. На шлицах заднего конца валика 3 укреплены зубчатая ступица муфты 8 и вилка карданного шарнира 9. На ступице 8 установлена подвижная зубчатая муфта 10, которая может передвигаться при помощи вилки 11, связанной с рычагом 12. На ступице вилки карданного шарнира сидит на втулке шкив 13 привода трюмного насоса. Ступица шкива имеет зубчатый венец, входящий внутрь картера.

Включение привода к гребному винту производит рычагом 7, перемещением его верхнего конца назад. При этом муфта 5 сдвигается вилкой 6 вперёд и входит в зацепление с зубчатой ступицей 14 ведущей ше-



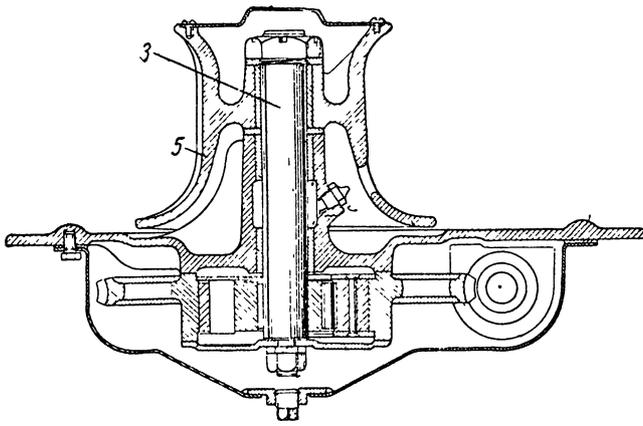
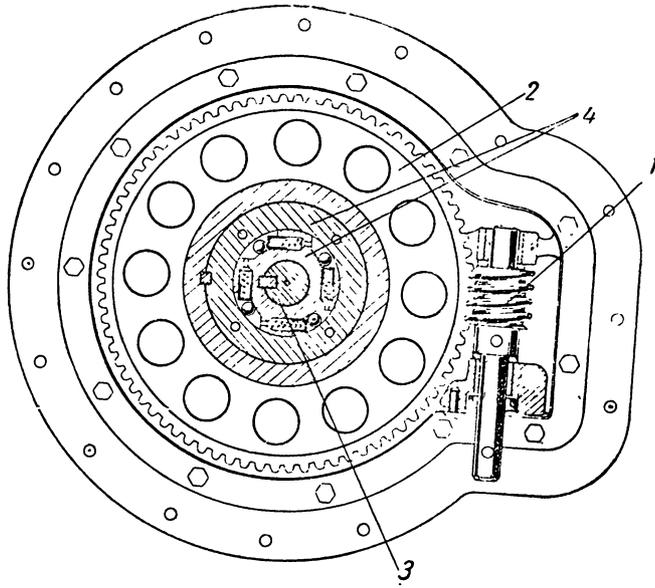
Фиг. 955. Схема рулевого управления плавающего автомобиля Форд GPA.

стерни раздаточной коробки, соединяя тем самым валик 3 со вторичным валиком коробки передач 15.

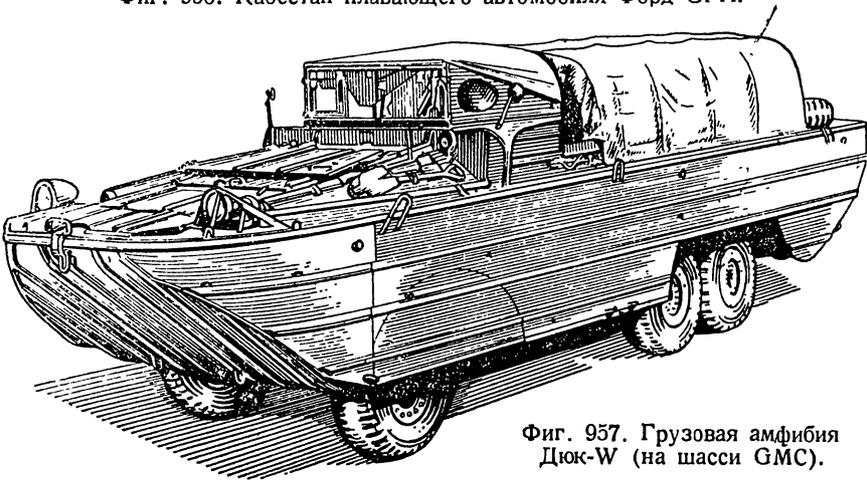
Включение привода к трюмному насосу осуществляется передвижением вперёд рычага 12; при этом муфта 10 входит в зацепление с зубчатой ступицей шкива 13. Далее вращение к насосу передаётся через ременную передачу. Положение подвижных муфт 5 и 10 фиксируется шариковыми фиксаторами ползунов, установленных в картере механизма. Из устройства механизма отбора мощности видно, что трюмный насос может работать только при вращении гребного винта.

Управление амфибией Форд на воде осуществляется поворотом передних колёс и лодочного руля 1 (фиг. 955) при помощи троса 2, присоединённого концами к рычагу руля 3 и обмотанного несколько раз около катушки 4, укреплённой на валу рулевого колеса 5. При повороте рулевого колеса будут поворачиваться передние управляемые колёса и согласованно с ними лопасть руля 1.

Плавающий автомобиль Форд снабжается кабестаном (фиг. 956), который используется для самовытаскивания автомобиля на крутой берег, передвижения по тяжёлым грунтам (песок, болото) и т. п. Кабестан состоит из червячного редуктора (с передаточным числом 80 : 1), муфты свободного хода и барабана с валом. Червяк редуктора 1 получает вращение от коленчатого вала двигателя через ременную передачу и карданный вал. От червячной шестерни 2 редуктора вращение передаётся валу барабана 3 через роликую муфту свободного хода 4, обоймы



Фиг. 956. Кабестан плавающего автомобиля Форд ГРА.



Фиг. 957. Грузовая амфибия Дук-У (на шасси ГМС).

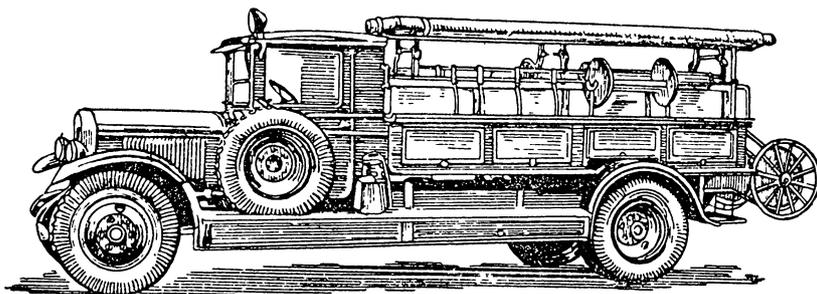
которой укреплены на шпонках: внешняя—в ступице червячной шестерни 2, а внутренняя—на валу барабана 3. Барабан кабестана 5 укреплен на валу 3 на шпонке. При наматывании каната шестерня 2 получает от червяка 1 вращение по направлению движения часовой стрелки. При этом ролики муфты 4 заклиниваются между обоями муфты и передают усилие с шестерни 2 на вал барабана 3. Муфта свободного хода допускает свободное вращение барабана в направлении вращения шестерни, что необходимо для быстрой выборки слабины или провисания троса при пользовании кабестаном.

Включение привода к кабестану производится кулачковой муфтой, блокирующей ведомый шкив ремённой передачи 18 с карданным валом 19 (фиг. 953). Кулачковая муфта включается при помощи тяги, рукоятка которой выведена к водителю.

На фиг. 957 показана грузовая амфибия Дюк-У, выполненная на базе трёхосного грузового автомобиля ГМС со всеми ведущими колёсами. Собственный вес амфибии 6,5 т, грузоподъёмность 2,5—3,0 т. Скорость движения по дороге 75—80 км/час, по воде—до 10 км/час.

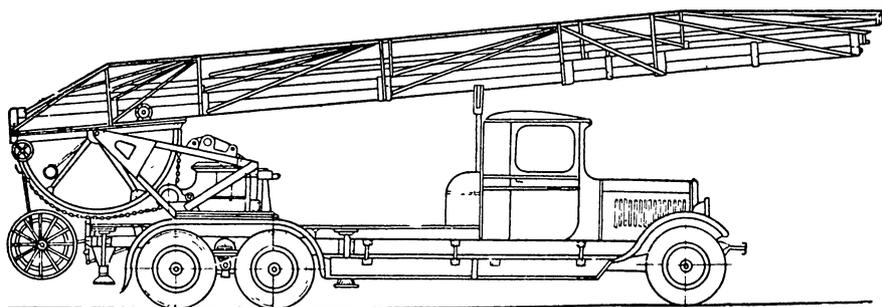
#### § 4. ПОЖАРНЫЕ, КОММУНАЛЬНЫЕ И ДРУГИЕ АВТОМОБИЛИ

Пожарные, коммунальные и другие специальные автомобили в подавляющем большинстве выполняются на стандартных или несколько изменённых шасси грузовых автомобилей и отличаются от них обычно



Фиг. 938. Пожарный автомобиль ПМЗ-1.

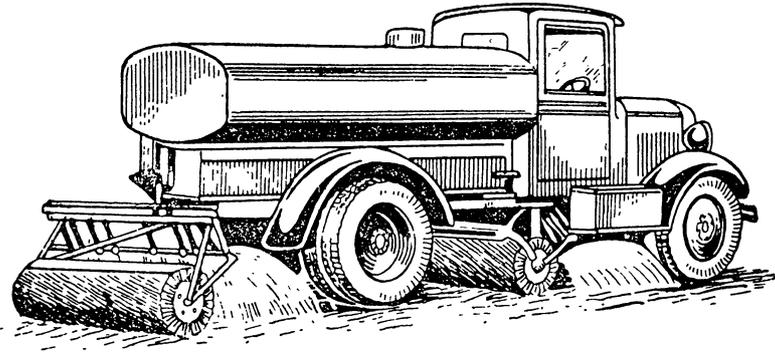
лишь наличием специального оборудования. Ниже приводится краткое описание нескольких типов таких автомобилей.



Фиг. 959. Автомобиль с несъёмной пожарной лестницей.

На фиг. 958 показан пожарный автонасос ПМЗ-1, выполненный на шасси ЗИС-11. В задней части шасси автомобиля установлен двухсту-

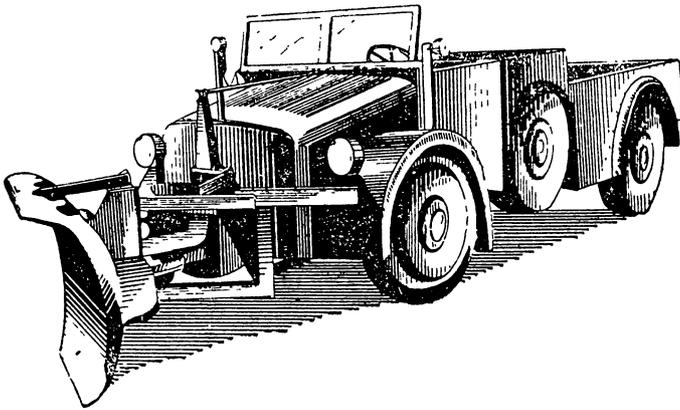
пенчатый центробежный водяной насос, привод к которому осуществлён от двигателя через коробку отбора мощности и два карданных вала. Насос имеет производительность до 2000 л/мин и при давлении в 10,5 кг/см<sup>2</sup> обеспечивает дальность струи в 45 м. Для быстрого тушения пожара автонасос снабжён баком «первой помощи» с небольшим запасом воды (360 л). Автонасос оснащён выкидными рукавами, намотанными на катушки, всасывающими рукавами, лестницей, огнетушителями и другим противопожарным оборудованием.



Фиг. 960. Автомобиль для мойки и поливки улиц.

При отсутствии источников воды на месте пожара применяются пожарные автоцистерны значительной ёмкости, снабжаемые обычно насосом с приводом от двигателя.

На фиг. 959 представлен автомобиль с пожарной лестницей. Высота подъёма таких лестниц достигает 45 м. Подъём, выдвижение, сборка и



Фиг. 961. Автомобиль для очистки улиц и дорог от снега.

поворот лестницы производится при помощи специальных механизмов, приводимых в действие от двигателя автомобиля.

Значительное распространение получили специальные автомобили для обслуживания нужд городского коммунального хозяйства. Один из таких автомобилей, предназначенный для очистки и поливки улиц, показан на фиг. 960. Автомобиль имеет цистерну с водой и насос, всасывающий и разбрызгивающий воду на дорогу. Для очистки дороги от грязи и мусора внизу автомобиля установлены вращающиеся щётки. Насос и щётки приводятся в действие от двигателя автомобиля.

На фиг. 961 изображён автомобиль для очистки улиц и дорог от снега. Перед автомобилем укреплён стальной лемех, который срезает пласт снега и отгребает его с дороги. Для очистки глубокого слежавшегося снега сбоку лемеха иногда дополнительно устанавливается винт, который при вращении дробит лопастями срезанный лемехом снег и отбрасывает его в сторону.

Так как поливочные и снегоочистительные автомобили могут быть использованы по назначению только в определённое время года, то, когда необходимости в них нет, они обычно переоборудуются для выполнения других работ.

Следует отметить, что пожарные и снегоочистительные автомобили иногда выполняются на шасси повышенной проходимости. Пожарные автомобили такого типа применяются, главным образом, в сельских местностях, где нет хороших дорог.

Для обслуживания и ремонта высоко расположенных линий электропередачи трамвая, троллейбуса, осветительной сети и т. п. получили распространение автомобили скорой технической помощи, снабжённые специальной подъёмной платформой. Подъём платформы такого автомобиля осуществляется посредством ручного или механического (с приводом от двигателя) подъёмника на высоту до 6 м. В кузове



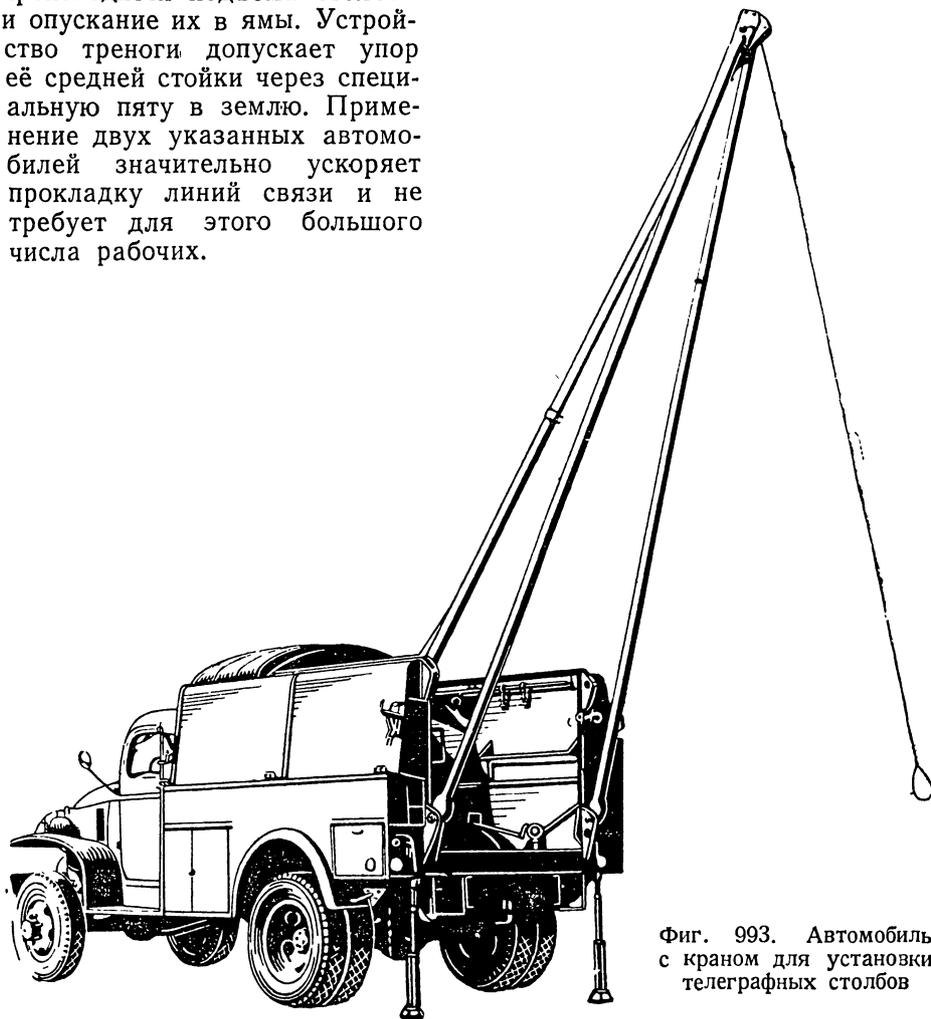
Фиг. 962. Автомобиль снабжённый буром для рытья ям:

автомобиля размещается ремонтная бригада, а также необходимые для ремонта инструменты и материалы.

Некоторое распространение получили также автомобили, снабжённые кранами для подъёма тяжёлых грузов. Такой автомобиль имеет обычно лебёдку с приводом от двигателя, которой через систему тросов и блоков осуществляется подъём стрелы крана и груза.

На фиг. 962 показан автомобиль для бурения ям, а на фиг. 963 — для установки в ямы столбов для линий связи. Оба автомобиля выполнены на шасси с обеими ведущими осями. Автомобиль для бурения ям имеет в задней части бур, привод к которому выполнен от двигателя автомобиля. Рабочее положение бура показано на фиг. 962 справа вверху. Автомобиль для установки столбов (фиг. 963) снабжён треногой,

в верхней части которой установлен блок, и лебёдкой, имеющей привод от двигателя. При помощи троса, перекинутого через блок, лебёдкой производится подъём столбов и опускание их в ямы. Устройство треноги допускает упор её средней стойки через специальную пяту в землю. Применение двух указанных автомобилей значительно ускоряет прокладку линий связи и не требует для этого большого числа рабочих.



Фиг. 993. Автомобиль с краном для установки телеграфных столбов

## Глава V

### АВТОПОЕЗДА

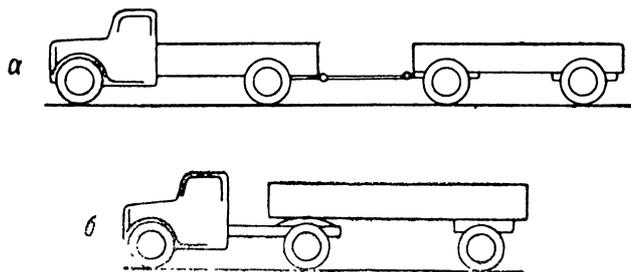
#### ТИПЫ АВТОПОЕЗДОВ

Для увеличения производительности автомобильного транспорта широкое применение получили автомобили с прицепными повозками (прицепами) — автопоезда. В зависимости от типа тяговой машины и типа прицепных повозок автопоезда разделяются на две основные группы:

1) автопоезда, состоящие из нормального автомобиля и прицепа (или прицепов), перевозящие груз и в кузове автомобиля и в кузове прицепа (фиг. 964, а);

2) автопоезда, состоящие из автомобиля-тягача и полуприцепа, перевозящие груз только в кузове полуприцепа, часть веса которого передаётся на автомобиль-тягач (фиг. 964, б).

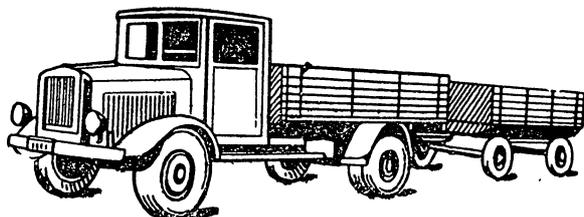
Автопоезд может также состоять из автомобиля с полуприцепом и прицепом.



Фиг. 964. Схемы автопоездов.

На фиг. 965 показан автопоезд, состоящий из автомобиля с двухосным прицепом. В зависимости от назначения и грузоподъёмности прицепа бывают также одноосными и многоосными.

Наибольшее применение автопоезда получили для перевозки грузов (грузовые автопоезда), значительно меньшее — для перевозки пассажиров (пассажирские автопоезда).



Фиг. 965. Грузовой автомобиль с двухосным прицепом

По сравнению с автомобилем автопоезд имеет следующие преимущества:

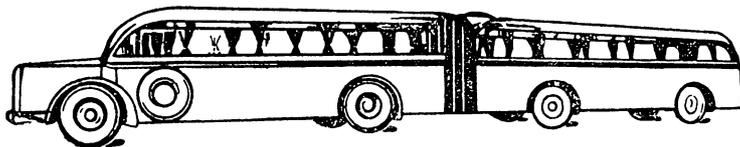
- 1) грузоподъёмность увеличивается в 1,5—3 раза;
- 2) при одинаковой грузоподъёмности автопоезд имеет меньшую нагрузку на колесо, а следовательно, и удельное давление на дорогу, поэтому перевозка на нём возможна там, где по условиям, предусмотренным дорожным законодательством, движение обычного автомобиля воспрещается вследствие более высокого удельного давления;
- 3) общая площадь кузовов автопоезда больше, что даёт возможность при перевозке громоздких легковесных грузов более полно использовать тяговые качества автомобиля.
- 4) для перевозки грузов, требующих специального оборудования автомобиля, могут быть использованы специализированные прицепы, стоимость которых во много раз меньше стоимости специального автомобиля.

Возможность использования нормального автомобиля для тяги прицепа обуславливается тем, что почти все современные автомобили при движении по хорошей дороге обладают некоторым запасом мощности

двигателя, необходимым для быстрого разгона, преодоления подъёмов и т. д. Этот запас мощности и может быть использован для тяги прицепа на хорошей дороге.

Полезная нагрузка на автомобиль при этом зависит от тяговых свойств автомобиля и качества дороги. При перевозках по хорошим дорогам двухосные грузовые автомобили с одной ведущей осью обычно снабжаются прицепами грузоподъёмностью, равной 80—100% от грузоподъёмности самого автомобиля. Автомобили со всеми ведущими колёсами могут иметь прицепы и большей грузоподъёмности, так как сила тяги у них больше.

Наличие прицепа увеличивает расход топлива, однако, как показывает практика эксплуатации автопоездов, с увеличением грузоподъёмности вследствие применения прицепа в 1,5—2 раза расход топлива возрастает в среднем всего на 20—30%, что в итоге даёт снижение расхода топлива на единицу веса перевозимого груза. Чрезмерная перегрузка автомобиля за счёт прицепа приводит к частому использованию приме-



Фиг. 966. Автобус с пассажирским прицепом

жучочных передач в коробке, что вызывает увеличенный расход топлива и ускоренный износ двигателя.

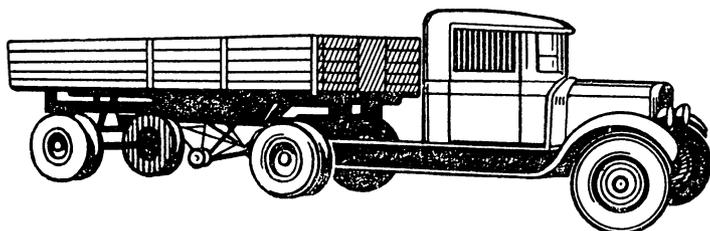
Для тяги прицепов большой грузоподъёмности обычно изготавливают специальные автомобили-тягачи, отличающиеся от обычных автомобилей высокими тяговыми показателями благодаря мощному двигателю, нескольким ведущим осям, повышенному передаточному числу главной передачи и т. п. Грузоподъёмность некоторых типов таких тягачей с прицепами достигает 100 т и более.

Пассажирские автопоезда (фиг. 966), состоящие из автобуса с одним или реже с двумя прицепами, применяются как для городских, так и для междугородных сообщений. Их достоинство — большая вместимость (до 120—150 пассажиров). При одинаковой вместимости с автобусом пассажирский автопоезд благодаря большому числу дверей требует меньше времени на посадку и высадку пассажиров. Последнее особенно важно для городских автобусных сообщений, где остановки часты.

Автомобили с прицепами имеют и ряд недостатков. К ним прежде всего относятся: 1) ограниченная проходимость, допускающая их эксплуатацию только на сравнительно хороших дорогах; 2) меньшая скорость движения по сравнению с простым автомобилем и 3) плохая маневренность вследствие большой длины и трудности движения задним ходом.

Максимальная сила тяги у автомобиля с прицепом определяется нагрузкой на ведущие колёса автомобиля и сцеплением колёс с дорогой. Если ведущими колёсами являются только задние колёса автомобиля, то сцепной вес относительно общего веса автопоезда невелик; при движении по тяжёлой и скользкой дороге сила сцепления может оказаться недостаточной и ведущие колёса могут пробуксовывать. Более высокую проходимость имеют автопоезда, сцепной вес которых равен полному весу автомобиля, т. е. последний имеет все ведущие колёса.

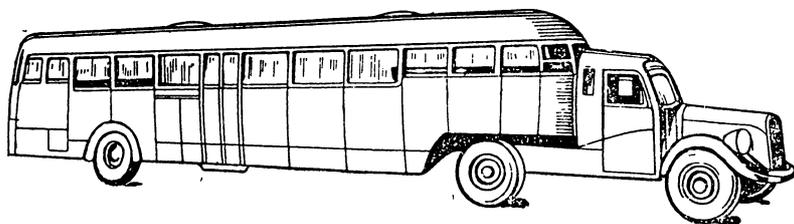
Особенностью автомобиля с полуприцепом (фиг. 967) является разделение тяговой части автопоезда (автомобиль-тягач) от грузонесущей (полуприцепа). Тягач для полуприцепа в отличие от автомобиля имеет обычно укороченную базу и вместо кузова над задней осью — площадку со сцепным механизмом, на которую опирается передним концом полуприцеп. При этом на ведущие колёса автомобиля-тягача передаётся



Фиг. 967. Тягач ЗИС-10 с полуприцепом НАТИ-ППД.

нагрузка, равная примерно половине полного веса полуприцепа; таким образом сцепной вес тягача зависит от величины перевозимого груза.

Автопоезд типа тягача с полуприцепом по сравнению с автопоездом типа автомобиля с прицепом обладает дополнительным преимуществом, заключающимся в сокращении времени простоя поезда под погрузкой. Последнее объясняется тем, что при достаточном количестве полуприцепов (не менее трёх) время простоя тягача в конечных пунктах рейса сводится к времени расцепки и сцепки тягача с полуприцепом, так как



Фиг. 968. Тягач с пассажирским полуприцепом.

нагрузку и разгрузку последних можно производить за время рейса автопоезда. Поэтому особенно высокую производительность дают тягачи с полуприцепами при коротких регулярных рейсах.

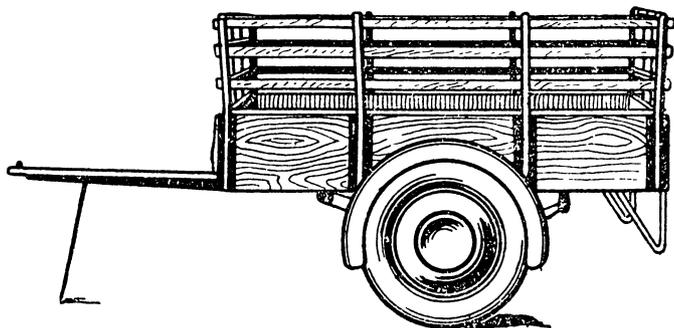
К недостаткам автопоезда — тягач с полуприцепом — надо отнести трудность маневрирования и невозможность использования тягача для перевозки грузов отдельно ввиду отсутствия у него кузова.

На фиг. 968 показан автомобиль-тягач с пассажирским полуприцепом. Такие автопоезда применяются редко, главным образом для междугородных сообщений. Применение полуприцепов для пассажирских перевозок имеет то преимущество, что тягач можно быстро сменить в пути (для осмотра и ремонта), а в свободное от перевозки пассажиров время его можно использовать для перевозки грузов с грузовым полуприцепом.

### Прицепы

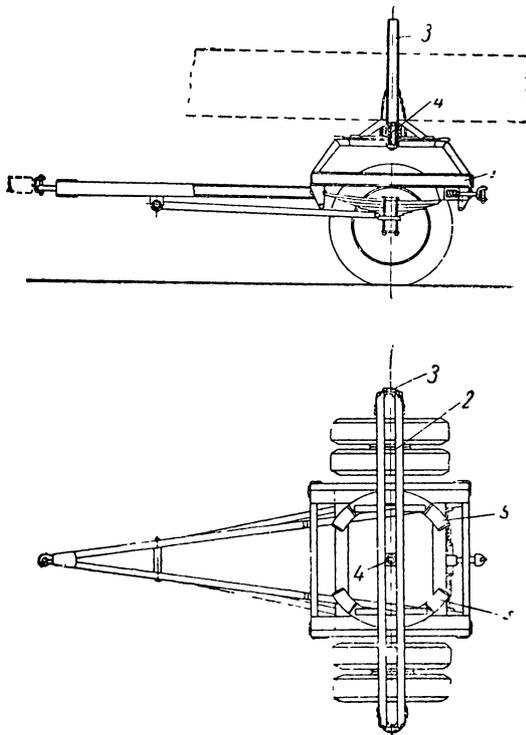
Прицепы к автомобилям выполняются одноосными, двухосными и многоосными (три, четыре и более осей). Наиболее распространены двухосные и одноосные прицепы.

Одноосные прицепы выполняются обычно грузоподъемностью не свыше 5 т. Они снабжаются кузовом или специальным приспособлением для перевозки длинномерных грузов. Одноосный прицеп (фиг. 969)



Фиг. 969. Одноосный прицеп с кузовом.

имеет раму, опирающуюся через рессоры на ось, снабжённую колёсами, и сцепное приспособление—дышло. Колёса односкатные или двухскатные, с пневматическими шинами. Для обеспечения устойчивого положения прицепа в расцепленном от автомобиля состоянии одноосные прицепы с кузовом снабжаются специальными упорами. При повороте автомобиля с одноосным прицепом последний поворачивается около вертикальной оси буксирного приспособления. Соединение дышла с буксирным крюком или скобой делает возможным также поворот прицепа относительно горизонтальной оси буксирного приспособления и относительно продольной оси автомобиля, что необходимо при движении по неровной дороге.



Фиг. 970. Одноосный прицеп (роспуск) для перевозки длинномерных грузов.

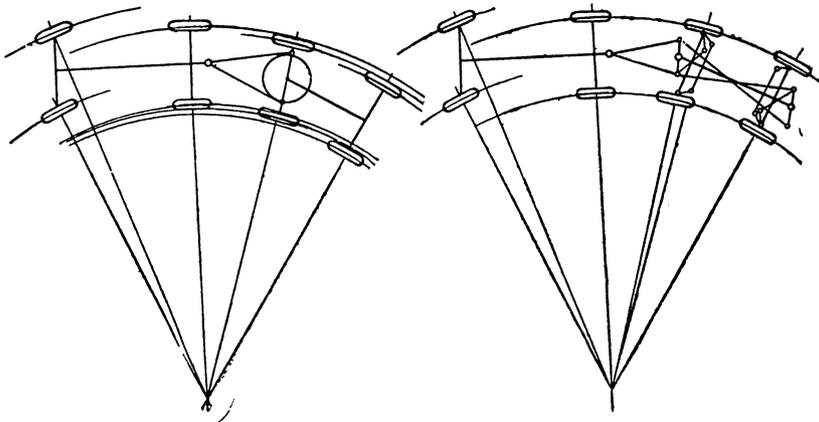
Одноосный прицеп для перевозки длинномерных грузов («роспуск») показан на фиг. 970. В этом случае груз одним концом опирается на платформу автомобиля, а другим — на прицеп. При этом нагрузка на автомобиль составляет примерно половину веса груза и может регулироваться изменением положения прицепа. По характеру распределения нагрузки такой автопоезд подобен автомобилю с полуприцепом. На раме прицепа 1 сверху установлена балка 2 с двумя стойками 3, на которую опирается задним концом перевозимый груз. Балка 2 может поворачиваться на некоторый угол относительно шкворня 4,

опираясь на дуги 5. Такая поворотная опора для груза обычно называется «коником». Коник необходим для того, чтобы при повороте автомобиля с прицепом груз мог смещаться относительно прицепа. При прочном закреплении груза на автомобиле и прицепе поворот автопоезда будет вообще невозможен. Иногда коник устанавливается не на прицепе, а на автомобиле и относительно его шкворня груз вместе с прицепом поворачивается при повороте автомобиля. В этом случае дышло прицепа сцепляется с поворотной частью коника. Применяется также установка коника одновременно на автомобиле и прицепе, что обеспечивает автомобилью с прицепом большую гибкость.

Дышло роспуска выполняется иногда телескопическим (раздвижным), чем достигается изменение расстояния между автомобилем и прицепом в зависимости от длины перевозимого груза. Для перевозки особенно тяжёлых и длинномерных грузов применяются спаренные одноосные прицепы.

Одноосные прицепы небольшой грузоподъёмности обычно не имеют тормозных устройств и торможение автопоезда производится торможением автомобиля.

Двухосные прицепы имеют наибольшее распространение и выполняются грузоподъёмностью от 1,5 до 10 т. Двухосный прицеп



Фиг. 971. Схема поворота автомобиля с двухосным прицепом.

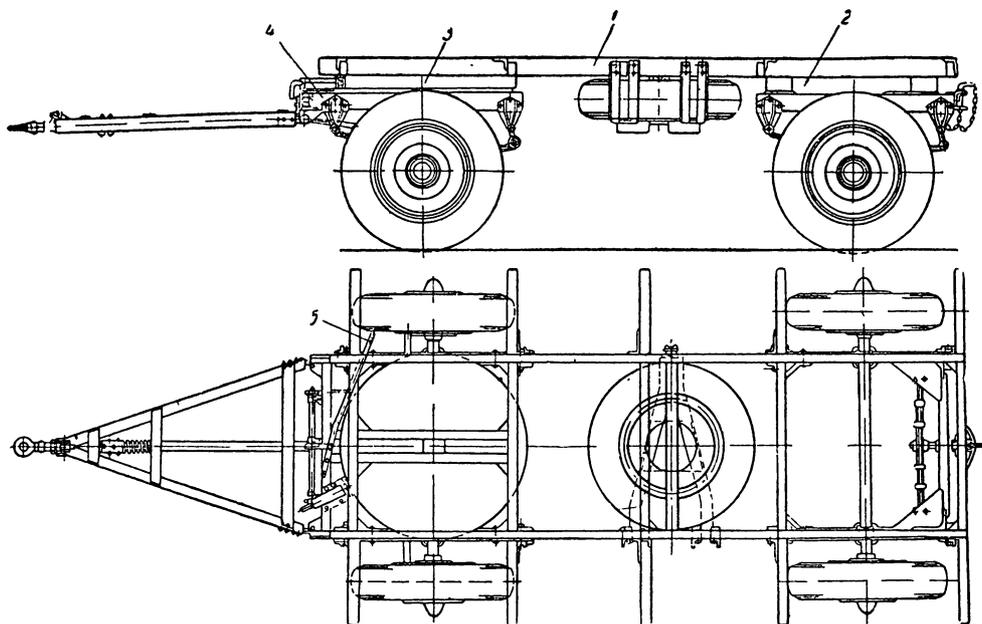
состоит из рамы, опирающейся через рессоры на две оси с установленными на них колёсами. Чтобы при повороте автопоезда колёса прицепа не скользили, а имели чистое качение, они должны следовать по дуге окружности, центр которой совпадал бы с центром поворота автомобиля. С этой целью переднюю ось прицепа делают поворотной. Рама прицепа опирается на переднюю ось через роликовый (реже через шариковый) поворотный круг, а иногда соединяется ещё и шкворнем. Дышло прицепа соединяется с передней осью прицепа шарнирно (на горизонтальных пальцах).

Иногда цапфы передних или всех колёс выполняются поворотными, а оси укрепляются к раме через рессоры неподвижно. Это уменьшает высоту прицепа и общую колею автопоезда при повороте (особенно при двух и трёх прицепах), так как колёса прицепа при этом следуют по колее автомобиля. На фиг. 971 даны схемы поворота автомобилей с прицепами, один из которых имеет поворотный круг, а другой — поворотные цапфы колёс.

Двухосные и многоосные прицепы всегда оборудуются тормозами, действующими от тормозной педали одновременно с тормозами автомо-

бия или автоматически при набегании прицепа на заторможенный автомобиль, а также в случае расцепки (обрыва) прицепа. Кроме того, прицепы оборудуются тормозами для удержания их в расцепленном положении на месте.

Привод от педали водителя к тормозам прицепа может быть механическим или пневматическим. Пневматический привод наиболее удобен и получил наибольшее распространение на прицепах средней и большой грузоподъемности, но при условии наличия соответствующей тормозной системы у автомобиля<sup>1</sup>. Прицепы небольшого тоннажа обычно снабжаются только автоматически действующими тормозами при накате прицепа и его расцепке (тормоза наката и обрыва). По устройству тормоза



Фиг. 972. Двухосный прицеп ПЗВ.

прицепов не отличаются от тормозов автомобилей. При небольшой грузоподъемности двухосные прицепы снабжаются односкатными колёсами, при большой — двухскатными. Шины обычно того же размера, что и на тяговом автомобиле.

Показанный на фиг. 972 двухосный прицеп ПЗВ имеет грузоподъемность 3 т. Он применяется для перевозки грузов с автомобилем ЗИС-5. Рама прицепа 1 жёстко скреплена в задней части с подрамником 2, опирающимся через две полуэллиптические рессоры на заднюю ось. Передней частью рама опирается на роликовый поворотный круг 3 передней тележки 4, к которой при помощи двух полуэллиптических рессор крепится передняя ось. Обе оси снабжены колёсами с односкатными пневматическими шинами. Прицеп имеет тормозы только на передних колёсах, причём они автоматически действуют при набегании прицепа на автомобиль. Система тормозов также может быть приведена в действие при помощи рычага 5 для затормаживания прицепа на месте. В задней части прицепа укреплен буксирный прибор для возможной сцепки с другим прицепом.

<sup>1</sup> При механическом или гидравлическом приводе тормозов автомобиля на прицепах иногда устанавливаются электрические тормозы.

Из многоосных прицепов наибольшее распространение имеют трёхосные прицепы. На фиг. 973 показан трёхосный автомобиль Альбион грузоподъемностью 13 т с трёхосным прицепом.

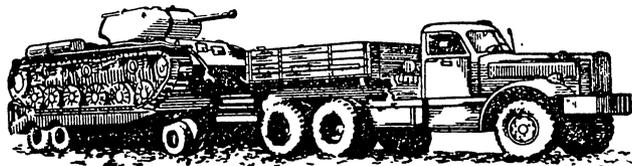
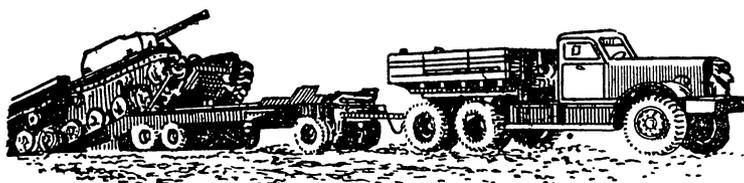
По устройству трёхосный прицеп отличается от двухосного обычно только подвеской задних осей, которая должна обеспечивать колёсам



Фиг. 973. Трёхосный автомобиль Альбион с трёхосным прицепом.

прицепа хорошую приспособляемость к неровностям дороги при сохранении равномерного распределения нагрузок на оси.

Для тяги многоосных прицепов применяются многоосные грузовые автомобили повышенной проходимости или специальные автомобили-тягачи, отличающиеся высокими тяговыми качествами.



Фиг. 974. Тягач Даймонд-Т с трёхосным прицепом.

Для перевозки особенно тяжёлых и громоздких грузов получили распространение низкорамные трёхосные прицепы с четырьмя двухскатными колёсами с пневматическими или массивными шинами на каждой оси. В частности, прицепы такого типа применяются для перевозки танков (фиг. 974). Для погрузки танков в задней части прицепа имеет откидные ramпы, по которым танк входит и сходит с прицепа.

### Полуприцепы

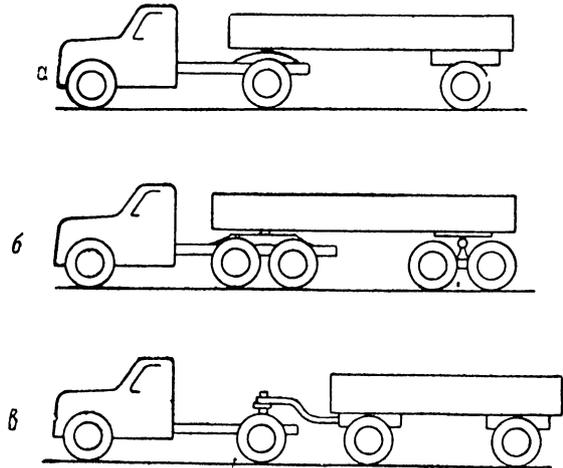
Полуприцепы к автомобилям-тягачам подразделяются на: а) одноосные (фиг. 975, а), б) двухосные (фиг. 975, б), в) двухосные с «хоботной» сцепкой (фиг. 975, в).

Одноосные полуприцепы наиболее распространены. Они выполняются грузоподъемностью от 3 до 10—12 т.

На фиг. 976 показан полуприцеп НАТИ-ППД для тягача ЗИС-10, выполненный на базе автомобиля ЗИС-5. Опорная ось полуприцепа 1 подвешена к раме 2 на двух полуэллиптических рессорах. Колёса двух-

скатные, с пневматическими шинами — такие же, как и на автомобиле ЗИС-5. Для поддержания равновесия полуприцепа после расцепки с тягачом он снабжён дополнительными катками 3, установленными на подъёмных кронштейнах 4. Подъём и опускание дополнительных катков производятся вращением рукоятки 5. При этом через шестерёнчатую передачу 6 вращение передаётся винту 7, гайка которого 8 связана тягами 9 с кронштейнами катков 4. Полуприцеп имеет устройство, допускающее его расцепку с тягачом только после полного опускания дополнительных опорных катков.

Торможение прицепа во время движения производится при помощи колодочных тормозов, установленных у его колёс и действующих одновременно с тормозами тягача при нажатии на его тормозную педаль. Тормозы тягача имеют механический привод и вакуумный тормозной клапан для управления тормозами полуприцепа. На полуприцепе установлены два бустера 10, связанные через



Фиг. 975. Типы полуприцепов.

тормозной клапан тягача со всасывающим коллектором двигателя. Эти бустеры при торможении через тяги 11, промежуточный тормозной валик 12, тяги 13 и рычаги 14 приводят тормозы в действие. Для затормаживания полуприцепа на месте те же тормозы приводятся в действие при помощи рычага 15. Для полуприцепа используются задние четырёхколодочные тормозы ЗИС-5.

Для сцепки с тягачом в передней части рамы полуприцепа имеется шкворень 16 с полозом 17, укрепленный к кронштейну рамы на горизонтальных пальцах. При сцепке с полуприцепом тягач подъезжает задним ходом под переднюю часть полуприцепа. При этом полоз 17 опирается на опорную раму тягача, а шкворень 16 замыкается замком сцепного устройства тягача. Для обеспечения сцепки с полуприцепом опорная часть сцепного устройства тягача выполнена в виде наклонной рампы с расширяющимся прорезом для шкворня. В переднем конце этого прореза устанавливается замок для шкворня. При повороте тягача полуприцеп может поворачиваться относительно шкворня сцепного устройства, чем достигается чистое качение колес полуприцепа при повороте автопоезда.

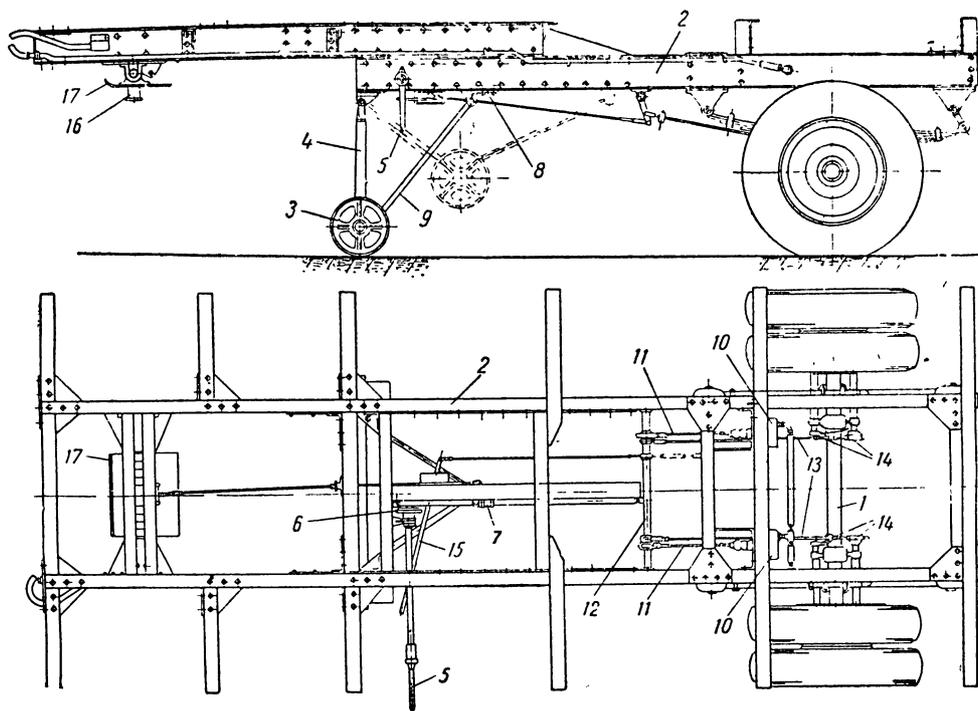
Сцепное устройство допускает также относительный поворот полуприцепа около горизонтальной оси полоза 17 и около продольной оси тягача, что необходимо при движении по неровной дороге.

Сцепка тягача с полуприцепом, а также подъём и опускание подъёмных роликов иногда выполняются автоматическими, что сокращает время простоя тягача. В этом случае при подъезде тягача к полуприцепу сцепное устройство замыкается автоматически, и одновременно с этим поднимаются опорные катки. При отъезде тягача от полуприцепа опорные катки автоматически опускаются.

Полуприцепы с двумя опорными осями выполняются грузоподъёмностью до 20 т. От одноосного такой полуприцеп отличается обычно

только подвеской опорных осей. Она выполняется балансирной при помощи полуэллиптических рессор (подобно рессорной подвеске трёхосного автомобиля), что сохраняет постоянным распределение нагрузок на оси полуприцепа.

Тяжёлые полуприцепы работают с тягачами обычно без частой сцепки. В этом случае тягач с полуприцепом подобен многоосному автомобилю, отличающемуся, однако, отсутствием жёсткой рамы, связывающей все оси.



Фиг. 976. Полуприцеп НАТИ-ППД.

Полуприцепы особо тяжёлой грузоподъёмности (до 50 т и более) подобно тяжёлым трёхосным прицепах часто имеют несколько (до четырёх спаренных) самостоятельно установленных колёс на каждой оси.

Двухосные полуприцепы с хобстной сцепкой (фиг. 975, б) отличаются от двухосных прицепов к обычным автомобилям только тем, что имеют жёсткое дышло („хобот“), которым опираются на раму тягача, увеличивая его сцепной вес. Сцепное устройство тягача для такого полуприцепа допускает подъём или опускание хобота вместе с передней частью полуприцепа, чем достигается изменение и регулирование нагрузки на тягач. Вследствие значительно более сложной конструкции (в частности сцепного механизма тягача, поворотного круга полуприцепа и др.) и перераспределения нагрузки на колёса при движении по неровной дороге полуприцепы с хобстной сцепкой распространения не получили.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильный мотор, сборник IV, Наркомхоз, 1939.
2. Авто-тракторный справочник, т. I, ОНТИ, 1935.
3. Анохин В. И., Автомобили ГАЗ и ЗИС, Машгиз, 1943.
4. Арманд Е., Айзенберг А., Автомобиль ЗИС-101, Наркомхоз, 1938.
5. Болтинский В. Н., Авто-тракторные двигатели, Сельхозгиз, 1938.
6. Болтинский В. Н., Карбюрация и карбюраторы тракторных и автомобильных двигателей, Сельхозгиз, 1937.
7. Брусянцев Н. В., Трёхосные автомобили, ОГИЗ, 1931.
8. Брусянцев Н. В., Топливо и смазка, Гострансиздат, 1937.
9. Васильев Н. А., Дегтярев П. Н., Автомобили-самосвалы и их применение в дорожном строительстве, Гушосдор, 1938.
10. Галкин Ю. М., Авто-тракторное электрооборудование, Машгиз, 1942.
11. Генкин К. И., Автомобили на сжиженном газе, Машгиз, 1945.
12. Гольд Б. В., Пути развития грузовиков и автобусов, Наркомхоз, 1938.
13. Гордеев Г. И., Экономия бензина на автомобилях, Наркомхоз, 1939.
14. Груздев Н. И., Волков П. М., Подвески и амортизаторы, ВАММ, 1942.
15. Двигатели внутреннего сгорания, конспект курса (литогр.), ВАММ, 1938.
16. Егоров И. М., Грибанов В. И., Двигатели внутреннего сгорания, ВИА, 1941.
17. Девяткин К. А., Приборы зажигания и электрооборудования колёсных и гусеничных машин, Воениздат, 1939.
18. Зимелев Г. В., Новости мирового автостроения, Жургазобъединение, 1938.
19. Зимелев Г. В., Атлас конструкций зарубежных автомобилей, Машгиз, 1941.
20. Змий П. Н. Автошины, Наркомхоз, 1939.
21. Карпов В. П., Петров В. А., Основы теории быстроходных двигателей внутреннего сгорания, ВАММ, 1938.
22. Карбюраторы и бензонасосы импортных автомобилей, Отчёт ЦНИИАТ, 1943.
23. Кирсанов В. И., Теория карбюрации, ОНТИ, 1935.
24. Коссов С. Г., Авто-тракторные и газогенераторные установки, Машгиз, 1941.
25. Ламтев, Электрические аккумуляторы, Энергоиздат, 1935.
26. Ленин И. М., Автомобильные карбюраторные двигатели, Наркомхоз, 1938.
27. Мелькумов, Теория быстроходного дизеля, Оборонгиз, 1944.
28. Малявинский А. М., Конструкция и расчёт авто-тракторных двигателей, Машгиз, 1940.
29. Мачуговский Г. Н., Рейсгоф А. А., Шибалкин Е. В., Автомобили ЗИС-5 и ЗИС-8, Наркомхоз 1940.
30. Марковников В. Л., Пневматическое оборудование на грузовиках и автобусах, Машгиз, 1938.
31. Осепчугов В. В., Кокин Г. М., Грузовые автомобили ЯГ-6 и ЯС-3, Наркомхоз, 1940.
32. Ошеров М. А., Глушители шума выхлопа автомобильных двигателей, ОНТИ, 1935.
33. Панютин К. А., Газогенераторные автомобили, Наркомхоз, 1940.
34. Павловский Н. П., Орлов С. Ф., Автомобильно-тракторные газогенераторные установки, Гостехиздат, 1939.
35. Плинер, Конструкция и расчёт перегрузочного оборудования на автомобилях, Машгиз, 1940.
36. Родионов В. Т., Чумаков В. А., Автомобиль ГАЗ М-1, Наркомхоз, 1940.
37. Родионов В. Ф., Лёгкий стандартный грузовой автомобиль германской армии, Машгиз, 1943.
38. Ротенберг Р. В., Грузовые автомобили Бедфорд, ВАБМВ, 1943.
39. Руководство по горюче-смазочным материалам для Красной Армии, Воениздат, 1943.
40. Самоль Г. И. Газобалонные автомобили, Машгиз, 1940.
41. Сафронов К. М., Карбюрация в современных автомобильных двигателях, Гострансхиздат, 1937.
42. Сафронов К. М., Карбюраторы импортных автомобилей, Воениздат, 1944.
43. Сперанский, Элементы электрооборудования автомашин, Гострансиздат, 1932.

44. Техническое обслуживание американских грузовых автомобилей, Воениздат, 1944.
  45. У гр и м о в Б. И., Б а н н и к о в С. П., Электротехника и электрооборудование автомобилей и тракторов, Наркомхоз, 1938.
  46. Ф р у м к и н А. К., Автомобили высокой проходимости, Редиздат ЦС Осоавиахима, 1939.
  47. Фирменные инструкции по автомобилям Бантам, Виллис, Додж, «Интернационал», Остин, Опель, Студебеккер, Форд, Шевроле и др.
  48. Ч у д а к о в Е. А., Автомобиль, Гострансиздат, 1936.
  49. Ч у д а к о в Е. А., Устройство автомобиля, Воениздат, 1941.
  50. Ч у д а к о в Е. А., Конструкция и расчёт шасси автомобиля, Наркомхоз, 1939.
  51. Ч у д а к о в Е. А., Атлас конструкций советских автомобилей, Машгиз, 1938.
  52. Э р л и х М. А., Рулевое управление автомобиля, ОНТИ, 1934.
  53. Dyk's Automobile Encyclopedia, Goodheart-Willcok, 1941.
  54. E l l i o t, Consoliver, The Gasoline Automobile, 1939.
  55. F i s c h e r, Fuels and Carburetors, Chapman, 1939.
  56. H e l d t, High-speed combustion engines, The author, 1944.
  57. J u d g e, The Automobile Engines, Chapman, 1942.
  58. J u d g e, Carburetors and Fuel Systems, Chapman, 1941.
  59. J u d g e, The Mechanism of the Car, Charman, 1942.
  60. K l a i b e r, L i p p a r t, Zündung, Krayn, 1935.
  61. L a n o u, L'encyclopédie de l'électricité automobile, 1935.
  62. N e w t o n, Steeds, The Motor Vehicle, Hiffe.
-

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	5
§ 1. Исторические этапы развития современного автомобиля . . . . .	5
§ 2. Схема современного автомобиля и основные группы его механизмов . . . . .	7

### Раздел I. ДВИГАТЕЛЬ

<b>Глава I. Основы устройства и принцип работы автомобильных двигателей</b> . . . . .	<b>14</b>
§ 1. Классификация двигателей внутреннего сгорания . . . . .	14
§ 2. Основные определения . . . . .	15
§ 3. Общее устройство четырёхтактного карбюраторного двигателя . . . . .	16
§ 4. Рабочий процесс четырёхтактного карбюраторного двигателя . . . . .	18
§ 5. Рабочий процесс двухтактного карбюраторного двигателя . . . . .	21
§ 6. Рабочий процесс четырёхтактного двигателя Дизеля . . . . .	23
§ 7. Рабочий процесс двухтактного двигателя Дизеля . . . . .	24
§ 8. Индикаторная диаграмма . . . . .	25
§ 9. Индикаторная мощность . . . . .	27
§ 10. Эффективная мощность . . . . .	29
§ 11. Эффективный коэффициент полезного действия . . . . .	30
§ 12. Налоговая мощность . . . . .	30
§ 13. Внешняя характеристика двигателя . . . . .	31
<b>Глава II. Цилиндры автомобильных двигателей</b> . . . . .	<b>33</b>
§ 1. Устройство цилиндра . . . . .	33
§ 2. Число и расположение цилиндров . . . . .	34
§ 3. Блок цилиндров . . . . .	35
<b>Глава III. Шатунно-поршневая группа</b> . . . . .	<b>37</b>
§ 1. Поршни . . . . .	37
§ 2. Поршневые кольца . . . . .	41
§ 3. Поршневой палец . . . . .	43
§ 4. Шатун . . . . .	44
<b>Глава IV. Коленчатый вал, маховик, картер, крепление двигателя</b> . . . . .	<b>46</b>
§ 1. Коленчатый вал . . . . .	46
§ 2. Смещение оси вращения коленчатого вала (дезаксаж) . . . . .	47
§ 3. Формы коленчатых валов . . . . .	48
§ 4. Демпфер (гаситель) крутильных колебаний . . . . .	59
§ 5. Маховик . . . . .	61
§ 6. Картер двигателя . . . . .	62
§ 7. Крепление двигателя на раме . . . . .	64
<b>Глава V. Газораспределение</b> . . . . .	<b>67</b>
§ 1. Механизм газораспределения с нижними клапанами . . . . .	67
§ 2. Механизм газораспределения с верхними клапанами . . . . .	68
§ 3. Расположение клапанов и формы камер сгорания . . . . .	70
§ 4. Детали клапанного механизма газораспределения . . . . .	71
§ 5. Фазы газораспределения . . . . .	80
§ 6. Привод к распределительному валу . . . . .	83
§ 7. Регулировка температурного зазора в клапанах . . . . .	84
§ 8. Бесклапанное газораспределение . . . . .	85

<b>Глава VI. Охлаждение . . . . .</b>	<b>87</b>
§ 1. Необходимость охлаждения . . . . .	87
§ 2. Водяное охлаждение . . . . .	88
§ 3. Элементы системы охлаждения . . . . .	92
§ 4. Уход за водяной системой охлаждения . . . . .	102
§ 5. Воздушное охлаждение . . . . .	103
<b>Глава VII. Смазка . . . . .</b>	<b>105</b>
§ 1. Трение в двигателе . . . . .	105
§ 2. Основные требования к маслам, применяемым в двигателях . . . . .	107
§ 3. Смазка автомобильных двигателей . . . . .	110
§ 4. Механизмы и детали системы смазки . . . . .	117

## Раздел II. СИСТЕМА ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

<b>Глава I. Топливо карбюраторных двигателей . . . . .</b>	<b>125</b>
§ 1. Нефть и продукты её переработки . . . . .	125
§ 2. Детонация и детонационная стойкость топлива . . . . .	126
§ 3. Качество и сорта топлива . . . . .	129
<b>Глава II. Процессы образования горючей смеси . . . . .</b>	<b>132</b>
§ 1. Принцип работы распылительного карбюратора . . . . .	132
§ 2. Движение воздуха через карбюратор и истечение топлива из жиклера . . . . .	134
§ 3. Распыливание и испарение топлива . . . . .	138
§ 4. Влияние состава горючей смеси на работу двигателя. Характеристика идеального карбюратора . . . . .	139
§ 5. Элементарный карбюратор, его недостатки и методы их устранения . . . . .	143
<b>Глава III. Методы дозировки горючей смеси в современных карбюраторах . . . . .</b>	<b>147</b>
§ 1. Требования к карбюраторам и их дозирующие устройства . . . . .	147
§ 2. Главное дозирующее устройство . . . . .	148
§ 3. Система холостого хода . . . . .	154
§ 4. Пусковые устройства . . . . .	156
§ 5. Экономайзер . . . . .	160
§ 6. Ускорительный насос . . . . .	164
<b>Глава IV. Устройство и обслуживание карбюраторов . . . . .</b>	<b>167</b>
§ 1. Типы карбюраторов . . . . .	167
§ 2. Устройство карбюраторов . . . . .	169
§ 3. Механизм управления карбюратором . . . . .	185
§ 4. Обслуживание карбюраторов . . . . .	187
<b>Глава V. Механизмы и приборы системы питания. Регуляторы числа оборотов двигателя. Наддув и нагнетатели . . . . .</b>	<b>198</b>
§ 1. Подача топлива к карбюратору . . . . .	198
§ 2. Подвод воздуха к карбюратору. Подача горючей смеси. Выпуск отработавших газов . . . . .	207
§ 3. Регуляторы числа оборотов двигателя . . . . .	216
§ 4. Наддув и нагнетатели двигателя . . . . .	220

## Раздел III. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ

<b>Глава I. Применение электрического тока в автомобиле . . . . .</b>	<b>224</b>
§ 1. Общее описание приборов и аппаратов автомобильного электрооборудования . . . . .	224
§ 2. Схемы электрооборудования современного автомобиля . . . . .	225
<b>Глава II. Источники электрического тока. Аккумуляторная батарея . . . . .</b>	<b>227</b>
§ 1. Рабочий процесс аккумуляторной батареи . . . . .	227
§ 2. Характеристика кислотных аккумуляторов . . . . .	229
§ 3. Устройство автомобильных аккумуляторных батарей . . . . .	231
§ 4. Неисправности аккумуляторной батареи . . . . .	234
§ 5. Уход за аккумуляторной батареей . . . . .	235
<b>Глава III. Источники электрического тока. Генератор (динамомашинa) . . . . .</b>	<b>238</b>
§ 1. Основы работы и устройства автомобильного генератора . . . . .	238
§ 2. Устройство автомобильных генераторов . . . . .	241

§ 3.	Реле обратного тока . . . . .	245
§ 4.	Реле-регуляторы . . . . .	249
§ 5.	Генераторы с регулировкой силы тока при помощи третьей щётки (трёхщёточные генераторы) . . . . .	262
§ 6.	Уход за генератором . . . . .	268
<b>Глава IV.</b>	<b>Зажигание в автомобильном двигателе . . . . .</b>	<b>271</b>
§ 1.	Общие положения . . . . .	271
§ 2.	Получение тока высокого напряжения . . . . .	272
§ 3.	Опережение зажигания . . . . .	278
§ 4.	Свечи зажигания . . . . .	281
§ 5.	Батарейное зажигание . . . . .	284
§ 6.	Зажигание от магнето . . . . .	301
<b>Глава V.</b>	<b>Стартер . . . . .</b>	<b>304</b>
§ 1.	Общие положения . . . . .	304
§ 2.	Общая схема и устройство стартера . . . . .	306
§ 3.	Привод от стартера и сцепляющий механизм . . . . .	307
§ 4.	Уход за стартером . . . . .	315
<b>Глава VI.</b>	<b>Дополнительное электрооборудование автомобиля и общая схема электрооборудования . . . . .</b>	<b>316</b>
§ 1.	Освещение . . . . .	316
§ 2.	Звуковые сигналы . . . . .	322
§ 3.	Вспомогательные приборы электрооборудования . . . . .	325
§ 4.	Общая схема электрооборудования . . . . .	332

#### Раздел IV. СИЛОВАЯ ПЕРЕДАЧА АВТОМОБИЛЯ

<b>Глава I.</b>	<b>Сцепление . . . . .</b>	<b>335</b>
§ 1.	Назначение и схема сцепления . . . . .	335
§ 2.	Классификация сцеплений и типовые конструкции . . . . .	336
§ 3.	Приспособления для плавного включения и чистого выключения сцепления . . . . .	343
§ 4.	Вентиляция сцепления . . . . .	346
§ 5.	Механизм управления сцеплением . . . . .	346
§ 6.	Неисправности и регулировка сцепления . . . . .	349
§ 7.	Особые типы сцепления . . . . .	351
<b>Глава II.</b>	<b>Коробка передач . . . . .</b>	<b>354</b>
§ 1.	Назначение коробки передач . . . . .	354
§ 2.	Типы коробок передач . . . . .	355
§ 3.	Коробки передач с подвижными каретками . . . . .	356
§ 4.	Коробки передач с постоянным зацеплением шестерён . . . . .	360
§ 5.	Коробки передач с ускоряющей передачей . . . . .	363
§ 6.	Механизмы, облегчающие включение передач . . . . .	364
§ 7.	Механизм управления коробкой передач . . . . .	371
§ 8.	Прогрессивные передачи . . . . .	378
§ 9.	Ступенчатые коробки передач с автоматическим и полуавтоматическим управлением . . . . .	384
§ 10.	Уход за коробкой передач . . . . .	391
§ 11.	Расположение коробки передач на автомобиле . . . . .	391
<b>Глава III.</b>	<b>Демультпликатор . . . . .</b>	<b>392</b>
§ 1.	Назначение демультпликатора . . . . .	392
§ 2.	Демультпликатор с понижающей передачей . . . . .	392
§ 3.	Демультпликатор с понижающей и ускоряющей передачами . . . . .	393
§ 4.	Демультпликатор с реверсом . . . . .	394
<b>Глава IV.</b>	<b>Раздаточная коробка . . . . .</b>	<b>395</b>
§ 1.	Назначение раздаточной коробки . . . . .	395
§ 2.	Раздаточные коробки без демультпликатора . . . . .	395
§ 3.	Раздаточные коробки с демультпликатором . . . . .	398
§ 4.	Механизм управления раздаточной коробки . . . . .	402
§ 5.	Расположение раздаточной коробки на автомобиле . . . . .	407
<b>Глава V.</b>	<b>Карданная передача . . . . .</b>	<b>408</b>
§ 1.	Назначение карданной передачи . . . . .	408
§ 2.	Жёсткий кардан . . . . .	409

§ 3.	Мягкий кардан . . . . .	412
§ 4.	Одинарная и двойная карданные передачи . . . . .	414
§ 5.	Двойной кардан . . . . .	416
§ 6.	Карданы постоянной угловой скорости . . . . .	416
§ 7.	Карданные валы . . . . .	418
<b>Глава VI. Главная передача . . . . .</b>		<b>419</b>
§ 1.	Назначение и типы главных передач . . . . .	419
§ 2.	Одинарная передача . . . . .	420
§ 3.	Двойная передача . . . . .	427
§ 4.	Сменная главная передача . . . . .	429
§ 5.	Регулировка главной передачи, смазка и уход . . . . .	430
<b>Глава VII. Дифференциал . . . . .</b>		<b>432</b>
§ 1.	Назначение и принцип действия дифференциала . . . . .	432
§ 2.	Конический дифференциал . . . . .	435
§ 3.	Цилиндрический дифференциал . . . . .	437
§ 4.	Блокировка дифференциала . . . . .	438
§ 5.	Межосевой дифференциал . . . . .	440
§ 6.	Смазка дифференциала . . . . .	442
<b>Глава VIII. Привод к ведущим колёсам . . . . .</b>		<b>442</b>
§ 1.	Полуоси . . . . .	442
§ 2.	Привод к управляемым ведущим колёсам . . . . .	446

## Раздел V. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

<b>Глава I. Рулевое управление . . . . .</b>		<b>448</b>
§ 1.	Назначение и действие рулевого управления . . . . .	448
§ 2.	Общая компоновка рулевого управления . . . . .	452
§ 3.	Рулевая передача . . . . .	454
§ 4.	Рулевой привод к управляемым колёсам . . . . .	464
§ 5.	Уход за рулевым управлением . . . . .	471
<b>Глава II. Тормозная система автомобиля . . . . .</b>		<b>473</b>
§ 1.	Общее понятие о тормозах . . . . .	473
§ 2.	Классификация и типовые устройства тормозов . . . . .	475
§ 3.	Устройство механизма тормозного привода . . . . .	488
§ 4.	Сервомеханизмы тормозных приводов . . . . .	505
§ 5.	Уход за тормозами . . . . .	516

## Раздел VI. ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

<b>Глава I. Мосты (оси) автомобиля . . . . .</b>		<b>520</b>
§ 1.	Назначение и классификация мостов . . . . .	520
§ 2.	Поддерживающие мосты автомобиля . . . . .	520
§ 3.	Ведущие мосты автомобиля . . . . .	521
§ 4.	Управляемые мосты автомобиля . . . . .	528
§ 5.	Комбинированные мосты автомобиля . . . . .	531
§ 6.	Установочные углы управляемых колёс и шкворней поворотных цапф . . . . .	533
§ 7.	Уход за мостами автомобиля . . . . .	536
<b>Глава II. Рама автомобиля . . . . .</b>		<b>537</b>
Назначение автомобильной рамы и её устройство . . . . .		537
<b>Глава III. Подвеска автомобиля . . . . .</b>		<b>544</b>
§ 1.	Классификация рессор и их типовые конструкции . . . . .	544
§ 2.	Амортизаторы, их классификация и устройство . . . . .	549
§ 3.	Стабилизаторы поперечной устойчивости . . . . .	558
§ 4.	Общее устройство подвески автомобиля . . . . .	559
<b>Глава IV. Автомобильные шины и колёса . . . . .</b>		<b>572</b>
§ 1.	Автомобильные шины . . . . .	572
§ 2.	Автомобильные колёса . . . . .	580
§ 3.	Уход за шинами и колёсами . . . . .	586

## Раздел VII. ДИЗЕЛЬНЫЕ, ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ И ГАЗОБАЛЛОННЫЕ АВТОМОБИЛИ

Глава I. Дизельные автомобили . . . . .	590
§ 1. Принцип работы и классификация двигателей Дизеля . . . . .	590
§ 2. Работа четырёхтактного двигателя Дизеля . . . . .	591
§ 3. Работа двухтактного двигателя Дизеля . . . . .	594
§ 4. Формы камеры сгорания . . . . .	594
§ 5. Особенности устройства двигателей Дизеля . . . . .	597
§ 6. Топливо и топливоподающая система . . . . .	599
§ 7. Пуск двигателя Дизеля и средства, облегчающие его пуск . . . . .	615
§ 8. Уход за двигателем Дизеля . . . . .	617
Глава II. Газогенераторные автомобили . . . . .	618
§ 1. Принцип работы газогенераторной установки и её схема . . . . .	619
§ 2. Классификация автомобильных газогенераторов . . . . .	619
§ 3. Топливо для газогенераторов . . . . .	622
§ 4. Охлаждение газа . . . . .	623
§ 5. Очистка газа . . . . .	624
§ 6. Смесители . . . . .	626
§ 7. Розжиг генератора и пуск двигателя . . . . .	628
§ 8. Особенности устройства газогенераторных автомобилей . . . . .	631
§ 9. Общие правила обслуживания газогенераторной установки . . . . .	632
Глава III. Газобаллонные автомобили . . . . .	633
§ 1. Схема газобаллонной установки . . . . .	633
§ 2. Газы и их характеристика . . . . .	636
§ 3. Агрегаты автомобильных газобаллонных установок . . . . .	637
§ 4. Основные правила обслуживания газобаллонных автомобилей . . . . .	643

## Раздел VIII. ОБЩАЯ КОМПОНОВКА СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава I. Легковые автомобили . . . . .	644
§ 1. Основные типы легковых автомобилей . . . . .	644
§ 2. Типовые компоновки шасси легковых автомобилей . . . . .	645
§ 3. Кузовы легковых автомобилей . . . . .	649
Глава II. Автобусы . . . . .	657
§ 1. Основные типы автобусов . . . . .	657
§ 2. Типовые компоновки шасси автобусов . . . . .	659
§ 3. Кузовы автобусов . . . . .	664
Глава III. Грузовые автомобили . . . . .	669
§ 1. Основные типы грузовых автомобилей . . . . .	669
§ 2. Типовые компоновки грузовых автомобилей . . . . .	671
§ 3. Компоновки шасси грузовых автомобилей . . . . .	674
§ 4. Кузовы грузовых автомобилей . . . . .	684
§ 5. Дополнительное оборудование грузовых автомобилей . . . . .	691
Глава IV. Специальные автомобили . . . . .	696
§ 1. Бронеавтомобили . . . . .	696
§ 2. Бронетранспортёры . . . . .	703
§ 3. Плавающие автомобили-амфибии . . . . .	703
§ 4. Пожарные, коммунальные и другие автомобили . . . . .	708
Глава V. Автопоезда . . . . .	711
Типы автопоездов . . . . .	711
Литература . . . . .	721

Редактор **Н. В. Пульманов**  
Техред **Т. Ф. Соколова**  
Корректор **В. Г. Матисен**

☆

Сдано в производство 5/XI 1945 г.  
Подписано в печать 15/V 1946 г.  
А-06230. Объем 45<sup>1</sup>/<sub>2</sub> печ. л.  
64 уч.-изд. л. Тираж 8000.  
Заказ 1250.

☆

3-я тип. «Красный пролетарий»  
треста «Полиграфкнига» ОГИЗа при  
Совете Министров РСФСР, Москва,  
Краснопролетарская, 16.

### ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
30	19-я сверху	$Q_2 = H_n G_m$	$Q_1 = H_n G_m$	Корр.
137	1-я »	$\Delta p^g = p_1 - p^g$	$\Delta p_e = p_0 - p_e$	Тип.
144	12-я »	$G_T, L_3$	$G_T \cdot L_0$	Авт.
153	1—2-я »	перемешивания топлива воздухом	перемешивания топлива с воздухом	Тип.
183	2-я снизу	Золотник включения воздуха 23	Золотник включения воздуха 22	Авт.
186	22-я сверху	рычаг 9	рычаг 5	Авт.
192	7-я снизу	по некоторым карбюра- торам	по некоторым карбюра- торам <sup>1</sup>	Корр.
266	6-я сверху	при включенном сопротивлении	при выключенном сопротивлении	Корр.
351	2—3-я сверху	винта 18 (фиг. 418)	винта	
385	4-я »	полного вала	полого вала	Авт.
386	1-я »	водилом 8	водилом	Тип.
408	4-я »	на заднем мосту	в заднем мосту	Корр.
500	20-я снизу	под мембраной б	над мембраной б	Тип.
599	20-я »	1, 2—0, 3	1, 2—3	Авт.
710	9-я »	краниками	кранами	Тип. Корр.

