

М



**Механизация
моторизация
рынка**

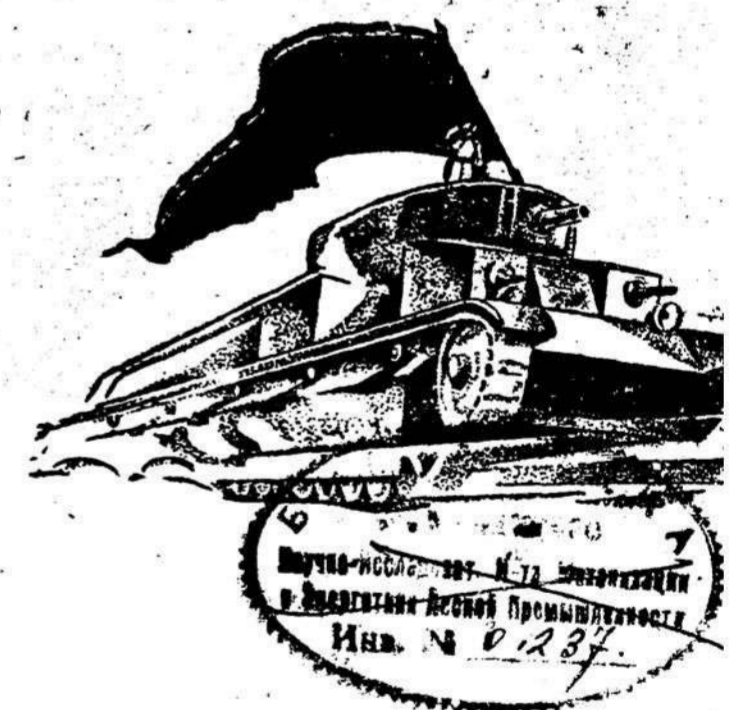
М



**Газогенераторы
в журнале
"Механизация и
моторизация
рынка"**



**Механизация
моторизация
рынка**



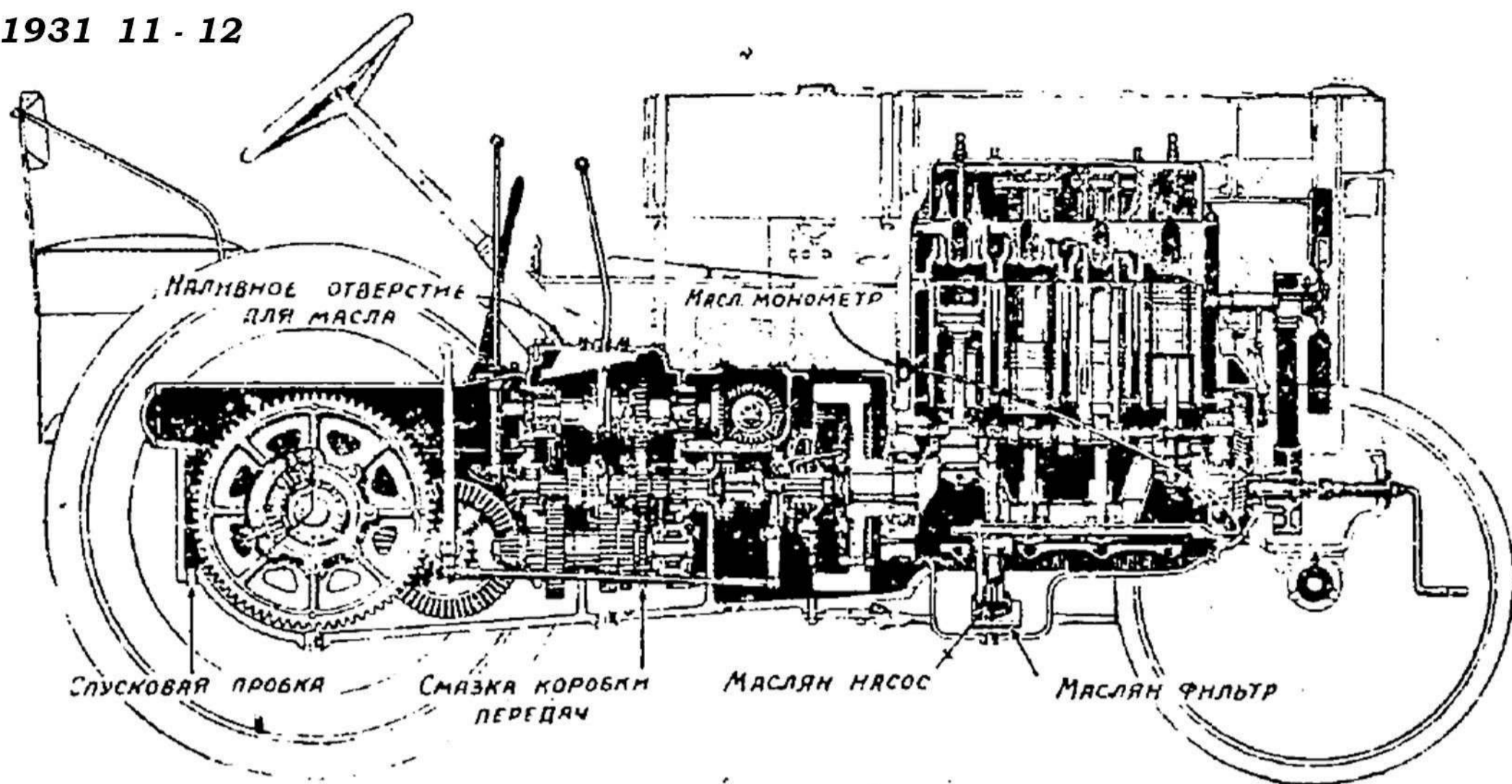
**Механизация
моторизация
рынка**

1931 - 1935

1931

1935

1931 11 - 12



Фиг. 4. Разрез трактора Интернационального о-ва с.-х. машин. Смазка.

имеющий устройство подобное автомобилю. выпускается в двух моделях, мощностью в 36 и 60 л. с., имеет пять скоростей движения впе-

ред, одну скорость заднего хода и развивает скорость до 45 км. в час.

Перев. Л. Т.

ПРОБЕГ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ ГРУЗОВИКОВ ПАККАР ПО АФРИКЕ

(По иностранным источникам).

В 1930 г. два газогенераторных грузовика французской фирмы Паккар и Левассор совершили пробег по Африке, во время которого была самым убедительным образом доказана возможность снабжения на местах древесным углем и быстрой добычи его в современных печах.

2½-тонные грузовики Паккар с бесклапан-ными газогенераторными двигателями весили в походном положении около 5 т.

Пробег начался в Декаре в июне 1930 г. Маршрут его пролегал по Сенегалу, французскому Судану, Верхнему Вольте, Камеруну, Среднему Конго и Убанги-Шари. Из Дуалы до Нундо (в Камеруне) грузовики были перевезены морем. Всего было пройдено 6 000 км.

Расход угля, полученного путем обжига дерева в автоматической печи, составлял 40 кг на 10 км на ровной или слегка пересеченной местности и 45 кг на 100 км в гористой местности. При использовании туземных углей, полученных из полутвердых сортов дерева, расход достигал 50 кг на 100 км.

Весь пробег прошел без аварий, если не считать нескольких случаев застревания машин в грязи.

Таким образом подтвердилось, что полугенераторные автомобили вполне пригодны для работы в колониях и в лесистых областях. Вопрос снабжения их горючим разрешается на месте и не требует подвоза издалека. Обслуживание автоматических обжигателей печей может быть возложено на неквалифицированных рабочих.

Ат.

СССР, обладающий огромными лесными пространствами, расположенными вдали от источников снабжения жидким топливом, не может пройти мимо этих опытов над газогенераторными автомобилями.

Необходимо на деле развития газогенераторных машин обратить самое серьезное внимание и использовать для газогенерации все возможные виды твердого топлива.

Учитывая важность этого вопроса, редакция полагает необходимым в ближайшем номере журнала поместить ряд статей по газогенераторным машинам.

Редакция.

К - В

Газогенераторный грузовик Я-3

Применение газа для автомобильных и тракторных моторов, работающих на транспорте, является в известных условиях одной из актуальнейших проблем. Однако осуществление этой проблемы и степень ее технического развития тесно связаны с наличием топливных ресурсов в данном районе или в стране. В настоящее время французская армия оснащается газогенераторными грузовиками в значительном количестве, причем эти машины французским военным министерством мыслятся для использования на транзитных тыловых путях для перебросок тяжелых грузов хозяйственного и боевого назначения.

С 1918 г. военным министерством во Франции совместно с Департаментом изобретений и изысканий производились непрерывно испытания газогенераторных грузовиков, тракторов и даже танков, выполненных различными фирмами и изобретателями. Систематическая работа в этой области привела к накоплению огромного опыта, на основе которого автомобильные заводы Франции обеспечили в настоящее время французскую армию достаточно совершенными моделями машины этого типа (Сомуа, Панар-Левассор, Рено).

В настоящее время, судя по литературным данным, французские заводы пришли к специальной конструкции газогенераторных автомашин, снабженных специальными моторами. Опыт показал, что последнее решение является наиболее правильным.

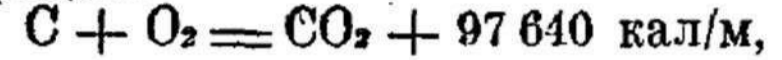
Этап развития газогенераторных автомашин, который мы переживаем сейчас в области экспериментального исследования, для Франции является уже историей с одной стороны потому, что газогенераторная проблема была у нас поставлена на разрешение позже на 6—7 лет, а с другой стороны этой проблеме не так уже много было уделено внимания.

Для получения образцов на предмет более широкого испытания их в полевых условиях необходимо перенести экспериментальную базу из лабораторий на заводы, максимально используя наш восьмилетний опыт в этой области.

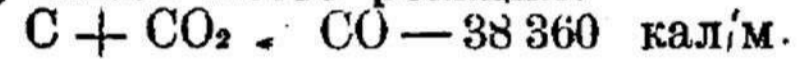
Не входя в подробное рассмотрение существующих транспортных газогенераторов в этой краткой статье, остановимся на общих термодимических обоснованиях газогенераторного процесса, на описании принятой нами конструкции газогенераторного устройства к грузовой машине «Я» и на результатах тех кратких испытаний, которые нам пришлось провести в окрестностях Ленинграда зимой и весной 1932 г.

Генераторный газ получается в особых шахтенных печах — газогенераторах. Для автомашин и тракторов газогенераторы выполняются облегченной конструкции, цилиндрической или призматической формы (см. Карпов, «Автомобильные газогенераторы»). В основной зоне горения углерода топлива в шахте газогене-

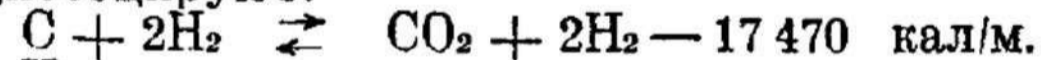
ратора идет обычная реакция соединения его с кислородом:



при этом развивается высокая температура. Углекислота (CO_2), проникая через толщину накаливаемого углерода, присоединяет частицу C и диссоциирует; при этом, так же как и в первом случае при наличии одного лишь кислорода, имеет место реакция:



Этот процесс протекает, как видно из приведенного выражения, с отнятием тепла, т. е. за счет основной реакции горения. Таким образом при наличии сухого углерода и одного кислорода без примеси иных газов продуктом генерации является чистый угарный газ, способный в свою очередь при смешивании с кислородом дать горючий материал для использования в цилиндрах мотора. В действительных условиях мы чистого кислорода не имеем, так как в воздухе присутствует азот в количестве 79% по объему и только 21% приходится на кислород. В силу этих обстоятельств абсолютно сухой газогенераторный процесс всегда сопровождается получением не только горючих, но и инертных газов в виде N (азота) и CO_2 вследствие термодимического несовершенства процесса. Однако, как бы ни был совершен газогенераторный процесс, CO при полном отсутствии влаги не горит в присутствии кислорода, а при наличии паров воды хотя и сгорает, но слишком медленно (в 30 раз медленнее водорода). Указанная причина побуждает принять меры к обогащению газа водородом. За счет избытка теплоты процесса обычно ведут реакцию разложения паров воды, которые в присутствии накаливаемого углерода диссоциируют:



При этом в качестве продукта получается углекислота, способная к дальнейшей диссоциации, и водород.

При наличии влаги в естественных топливах присутствие водорода в газе всегда обеспечено, а потому в транспортных газогенераторах не подают в процесс пара во избежание усложнения конструкции и обслуживания всей установки. Кроме перечисленных продуктов в газе всегда имеется метан — CH_4 , высшие углеводороды как продукт разложения более сложных углеводородных соединений вида C_nH_m , а также кислород вследствие несовершенства процесса. Коэффициент полезного действия при генерировании твердых горючих в нормальных условиях колеблется от 68 до 72%. На коэффициенте полезного действия газогенератора особенно резко сказывается изменение температуры реакции в шахте; по данным Ле-Шатилье при понижении температуры на выходе газа с $1000^\circ C$ до $600^\circ C$ выход CO падает с 33% до 12% по объему, а количество углекислоты возра-

стает с 0,2% до 12,8%, что приводит к значительному обеднению газа, а следовательно и горючей смеси, всасываемой в цилиндры двигателем.

В итоге сложных процессов, происходящих в шахте газогенератора, при непрерывном притоке воздуха в основную зону горения под всасывающим действием мотора получается газ примерно следующего состава по объему в процентах:

H—10—12%; CO—20—24% CH₄—1—2%;
CO₂—4—5%; N₂—62—57%.

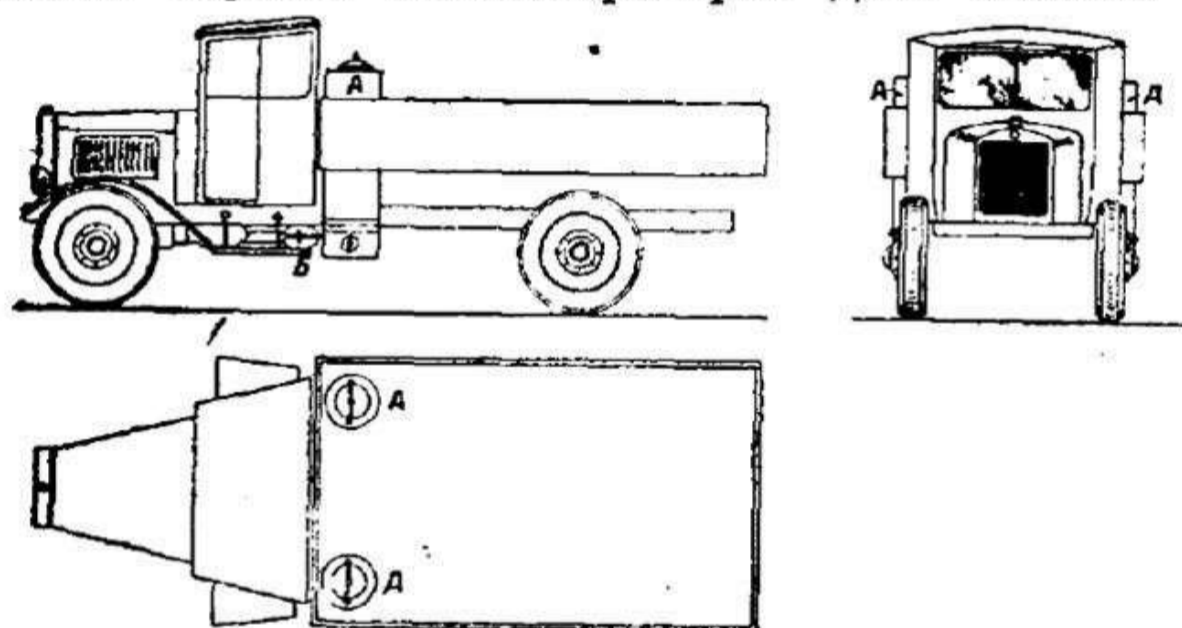
Состав газа зависит не только от температур в шахте газогенератора, но и от способа ведения процесса, рода топлива и крупности его кусков.

Полученный газ до использования его в цилиндрах двигателя очищается от пыли, смол и избытка влаги и охлаждается в особых очистительных устройствах, которые в условиях автоустановок конструируются облегченного типа.

Общий вид автомобиля Я-3 с парными газогенераторами представлен на фиг. 1, 2 и 3.

Газогенераторы «А-А» подвешены к раме автомобиля с бортов машины, для чего в кузове сделаны соответствующие прорезы.

Охладитель «Б», выполненный из трубы эллиптического сечения с ребрами, подвешен под рамой и служит не только для охлаждения, но и для очистки газа от пыли. Установка парных газогенераторов дает возмож-



Фиг. 1, 2, 3.

ность конструктору равномернее распределить мертвый груз на шасси.

На фиг. 4 изображено газогенераторное устройство в том виде, как оно должно быть выполнено при проектировании во всех деталях; опытная установка несколько отличалась от приводимой на фиг. 4, главным образом в отношении устройства охладителя, который состоял из ряда труб, сваренных в 3 осадочных коробки с герметическими дверцами.

Газогенераторы работают на древесном угле разнообразной породы при условии соблюдения нормы в отношении влажности (не более 15—20%). Топливо засыпается в шахты «а-а» и в загрузочную часть «в-в» обоих газогенераторов. Растопка ведется путем постепенной загрузки слоями при открытых люках зольников.

После того как уголь будет охвачен пламенем до фурм зоны «а-а», люки закрываются, газ просасывается при помощи вентилятора, установленного на газовой трубе, через зольники «Z-Z», очиститель-охладитель «Г» к мотору.

Вся операция растопки газогенераторов отнимает от 10 до 20 минут в зависимости от того, работала ли машина накануне или заправка производится свежим углем. В первом случае сравнительно быстрая готовность системы к пуску обусловлена тем, что газогенераторы сохраняют тепло в течение суток, следовательно необходимые условия газообразования могут быть получены гораздо скорее, чем при холодных газогенераторах и свежей загрузке топливом. После того как газ будет подан к мотору, последний пускается на бензине и переводится на газ при помощи особого устройства, описание которого в данной краткой информации не приводится.

Испытание грузовой машины, снабженной описанными газогенераторами, производилось зимой и весной 1932 г. на шоссе между Ленинградом и Левашово. Двигатель УХС-90 был приспособлен для работы на газе, для чего степень сжатия у мотора была увеличена до 6,5 и устроено приспособление для перехода с бензина на газ и обратно. Топливом служил рыночный древесный уголь (смесь) с большим содержанием влаги (до 60%). Последнее обстоятельство часто создавало непреодолимые затруднения при пуске.

Первый зимний пробег по шоссе Ленинград — Левашово без груза с пассажирами прошел вполне благополучно, несмотря на то, что автомобиль был вынужден преодолевать снежные заносы в районе Парголово — Осиновая роща (Юкки).

Весенние испытания с нагрузкой в 2,8 т на том же шоссе на пробеге в 50 км показали следующие качества машины: расход топлива — около 200 г на т/км, средняя скорость — 35 км/час и наибольшая скорость — 50 км/час. Но в то же время эти испытания убедили всех участников в том, что принятые ими меры в отношении повышения мощности мотора путем увеличения степени сжатия недостаточны. Газогенераторная машина подобного типа может рассматриваться только лишь с точки зрения возможного варианта на случай недостатка бензина или даже его полного отсутствия в районах перебросок грузов по шоссейным дорогам, ибо разгон и приемистость испытываемой машины заставляют желать лучшего по сравнению с однотипным бензиновым грузовиком.

В этом отношении элементарный подсчет указывает на то, что бензиновый мотор, переведенный на генераторный газ, теряет в мощности при благоприятных условиях до 40—50%, следовательно тот запас мощности, который необходим для всякой современной быстроходной машины, в этом случае отсутствует.

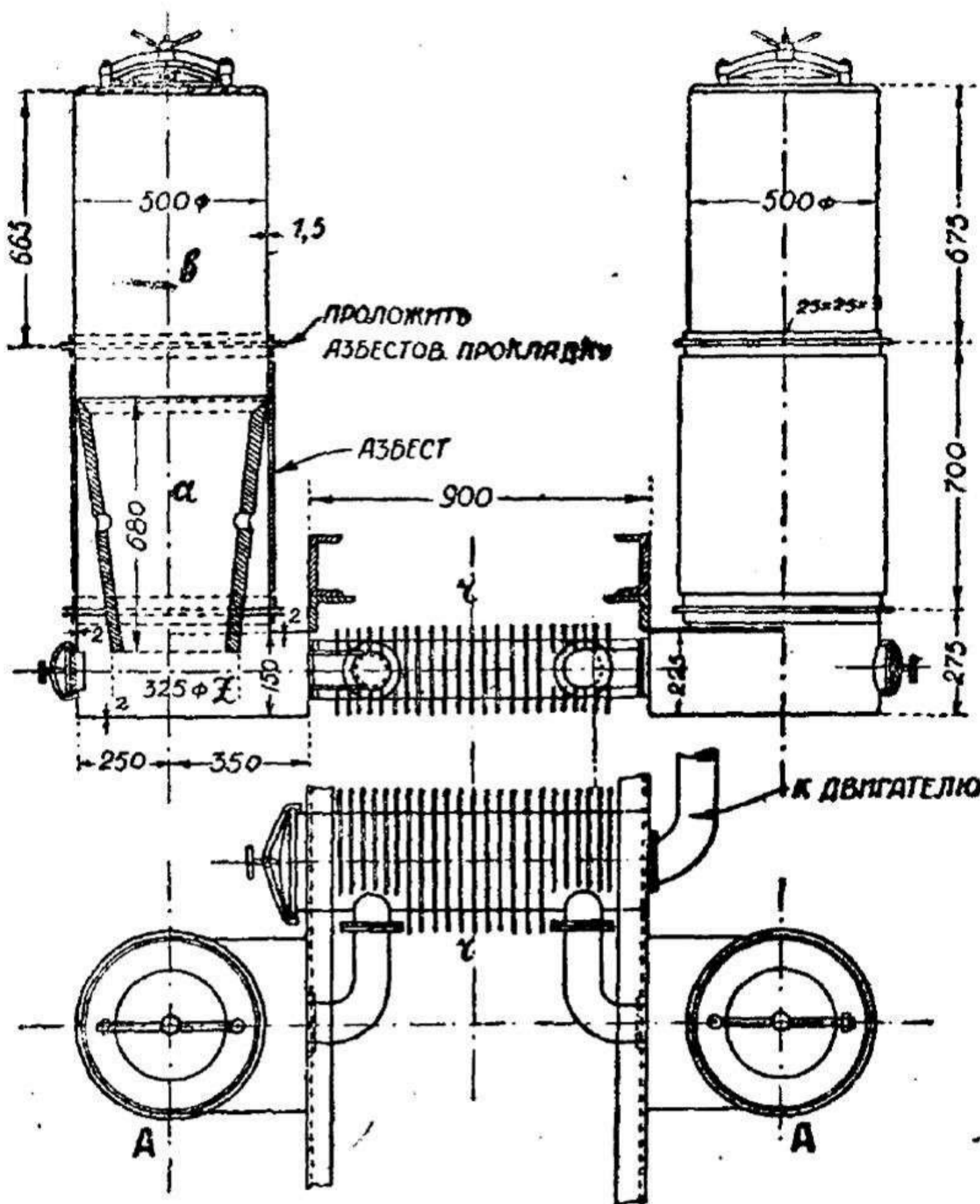
Рассмотрим бензиновую смесь.

Допустим состав бензина С—86%, Н—14% по весу. Для сгорания 1 кг необходимо воздуха:

$$L_{min} = \frac{24,4}{12 \cdot 0,21} (C + 3H) \frac{M^3}{кг} =$$

$$= \frac{24,4}{12 \cdot 0,21} (0,86 + 3 \cdot 0,14) = 12,4 \frac{M^3}{кг};$$

при теплотворной способности 1 кг бензина Н=10 400 кал.; теоретическая теплотворная

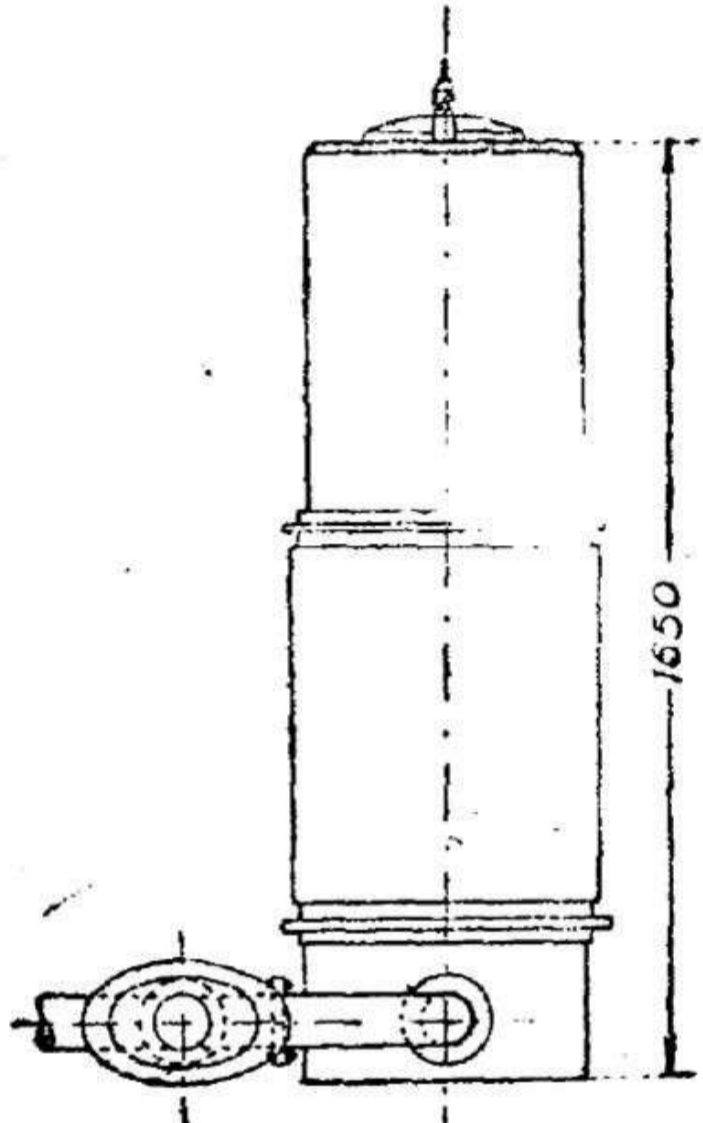


способность бензиновой смеси

$$\text{составит} = \frac{1040}{12,4} = 840 \text{ кал/м}^3$$

При коэффициентах избытка воздуха:

$Fh = 1,1$	$h = 760 \text{ кал/м}^3$
" = 1,3	" = 645 "
" = 1,48	" = 570 "



Фиг. 4.

Для газовой смеси получим следующие данные.

Примем средний состав газа по объему: H_2 —11,1%; CO —28,6%; CH_4 —2%; CO_2 —5,57%; N_2 —52,73%.

$$L_{min} = \frac{1}{0,21} \left\{ \frac{CO}{2} + \frac{H_2}{2} + \sum \left[\left(m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n \right] O_2 \right\} \frac{M^3 \text{ возд.}}{M^3 \text{ газ}}$$

$$L_{min} = \frac{0,2385}{0,21} = 1,136 \frac{M^3 \text{ возд.}}{M^3 \text{ газ}}$$

Теплотворная способность 1 м³ генераторного газа $H_2 = 1222 \text{ кал/м}^3$, а газовой смеси при

$Fh = 1 : h_1 = 1 + 1,136 = 570 \text{ кал/м}^3$,
 при
 $Fw = 1,25h_1 = 505 \text{ кал/м}^3$
 и при
 $Fh = 1,5 - h_1 = 454 \text{ кал/м}^3$

Таким образом уже из этих кратких сообщений легко можно видеть, что лишь теоретическая

газовая смесь по своей теплотворности приближается к бедной бензиновой смеси, а в этом случае потеря мощности мотором неизбежна.

В силу изложенного в условиях насущной необходимости работы на твердых сортах горючего рентабельное разрешение вопроса может быть найдено путем разработки специальной конструкции не только мотора, но и машины в целом или же применением нагнетания смеси. Опыты показали, что только этот путь даст хозяйству Союза вполне современную транспортную машину на твердом топливе, а для армии достаточно совершенные местные транспортные средства.

Последнее обстоятельство особенно важно для тыловых районов фронта, ибо автоотряды грузовых газогенераторных машин, работа по заданиям командования, будут выполнять самые разнообразные перевозки от подвозки жидкого горючего для авиаотрядов и мехсоединений до перебросок танкеток и танков включительно. Таким образом отряды газогенераторных машин, довольствуясь исключительно местными топливными ресурсами района, сохраняют для фронта тонны драгоценного жидкого горючего.

осуществлено, так как начальник вооружений армии США решил, что подобные опыты целесообразнее провести не со старой, а с новой опытной материальной частью. Ввиду этого решено сделать неуязвимыми для сви-

цевых брызг новые опытные средние танки под названием Т3Е2, находящиеся в постройке и имеющие поступить в армию. Последние танки являются дальнейшим развитием среднего танка Т-3 (Кристи).

Б. Ш.



1933 10

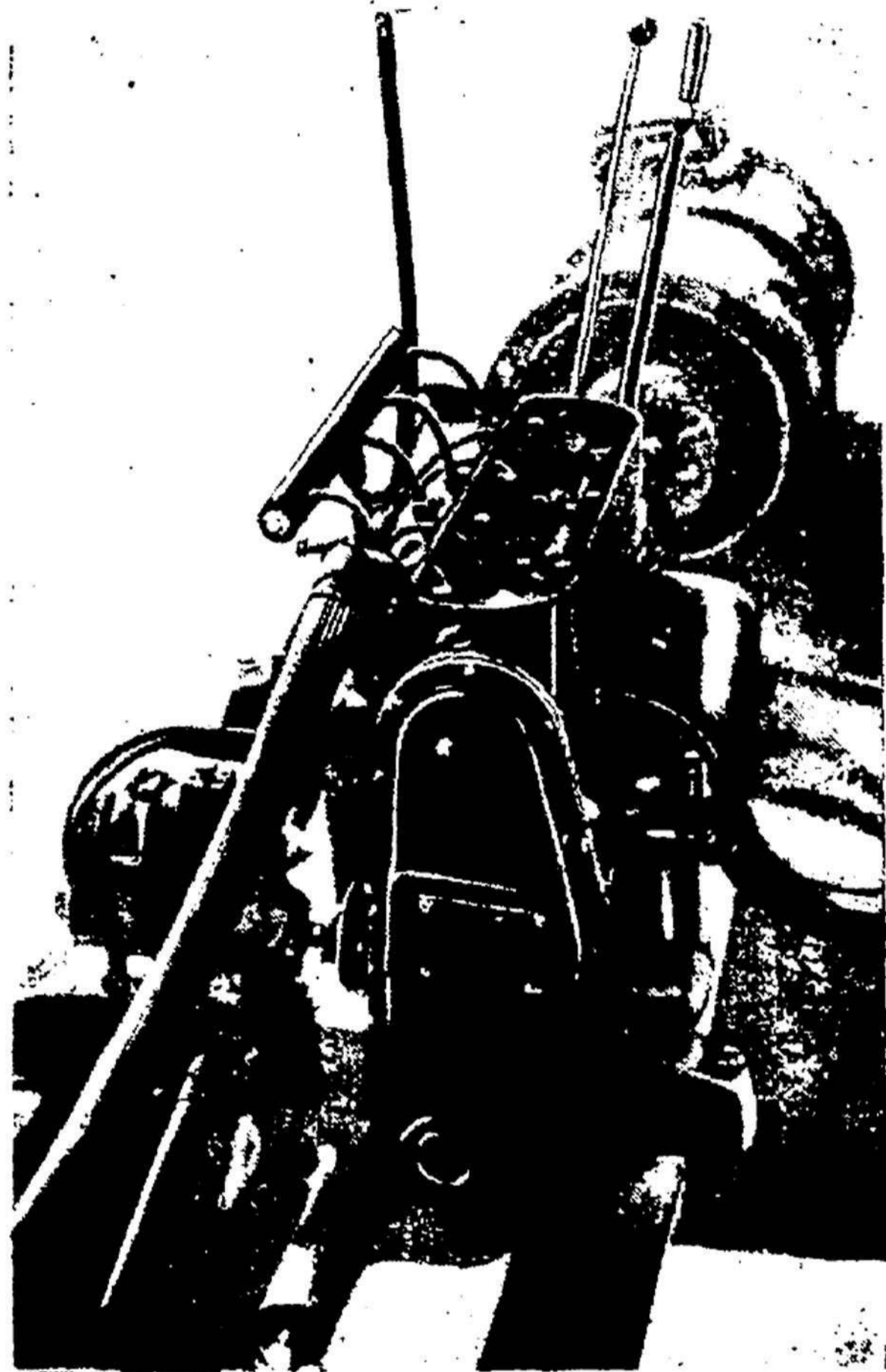
Автомобиль с водородным двигателем

Германский инженер Рудольф Эррен продолжает успешно работать над проблемой водородного двигателя. До сих пор опыты ограничивались применением водородного двигателя для стационарных установок. В настоящее же время конструктор перешел к установке водородного двигателя на грузовом автомобиле.

Первым этапом этого является переделка стандартного бензинового автомобильного двигателя в водородный. В этой части опыт уже реализован филиалом фирмы Эррен в Англии. Для переделки был взят старый образец 1-цилиндрового бензинового мотора марки «Моррис» с литражем в 1,8, мощностью в 13,9 л. с., с ходом поршня в 102 мм и диаметром цилиндров в 75 мм.

После переделки под водород двигатель имел вид, изображенный на рисунке. На этом рисунке двигатель снят во время динамометрических испытаний на стенде. Сущность переделки в основном сводится к установке дополнительных клапанов для водорода и механизма управления ими. С этой целью на двигателе «Моррис» установлены удлиненные головки цилиндров с инжекторами для водорода, впускными водородными клапанами и кулачковым валом с рокерами для управления ими. Кулачковый вал водородных клапанов вращается с половиной скоростью по отношению к коленчатому валу и приводится от последнего через цепную передачу. Имеющиеся в головке всасывающие и выпускные клапаны обычного типа оставлены вместе с их распределительным механизмом и служат: первые — для всасывания воздуха, а вторые — для выпуска отработанных газов. Таким образом в каждом цилиндре имеется 3 клапана: 1) для водорода, 2) для воздуха и 3) выпускной.

Водородные клапаны подвесного типа и имеют двойные конические гнезда, между которыми имеется полукруглый канал, в который вбрызгивается водород под острым углом с некоторым завихрением. Инжекторы для водорода открытого типа, причем каждый из них (по числу цилиндров) имеет по шариковому клапану одностороннего действия. Таким устройством достигается дополнительное предохранение в случае неплотности основных водородных клапанов и независимость каждого цилиндра от других в отношении всасывания. Во время испытания двигателя на стенде водород подавался из баллонов высокого давления через регулирующий давление клапан



Дрегера и резиновый шланг (последний виден в левой части рисунка). Зажигание в цилиндрах происходит обычным путем — от электрических свеч.

Все переоборудование бензинового двигателя под водород не представляет видимому особых затруднений и не повлечет больших затрат, в особенности в случае серийного производства.

В отношении принципа работы двигателя следует отметить, что обычная для бензинового мотора диаграмма распределения (т. е. время открытия и закрытия клапанов) не изменяется для воздушного и выпускного клапанов. Водородный же клапан открывается (во время такта сжатия) после того, как воздушный клапан закрылся.

Процесс вбрызгивания водорода продолжается при повороте коленчатого вала всего на 20° .

В результате сравнительного испытания на стенде бензинового мотора «Моррис» и того же двигателя, переделанного под водород, оказалось, что мощность водородного двигателя превосходила мощность бензинового на 15%.

При сравнении кривых мощностей двигателя при работе на водороде и на бензине установлено, что мощность при работе на водороде представляет собой совершенно прямую линию, а кривая при работе на бензине сначала дает несколько большую мощность на малых оборотах, а затем пересекает прямую водорода около точки 1900 об/мин. и в дальнейшем от нее отстает. При 2300 об/мин. прямая водорода дает 26 тормозных л. с., в то время как кривая бензина дает только 22 л. с.

К преимуществам водородного двигателя можно большой мощности следует добавить

еще то, что он работал с очень небольшим шумом и с небольшой вибрацией в противоположность бензиновому мотору. Кроме того выхлопные газы, состоящие в основном из водяных паров, бесцветны, почти невидимы и не имеют запаха, что имеет большое значение с точки зрения маскировки для боевых транспортных военных машин. Основное же значение водородного двигателя заключается в том, что он освобождает дефицитное топливо — нефть и бензин — и использует в качестве топлива обыкновенную воду. Разложение же воды электрическим током (электролиз) для получения водорода мыслится либо от динамо на самом моторе либо на стационарных электростанциях. В обоих случаях «бензиновый бак» мотора будет заменен баллоном со сжатым водородом.

Следующим этапом опытов Эррена является установка вышеописанного двигателя «Моррис» на 3-т грузовике и его испытание в дорожных условиях, что несомненно последует в ближайшее время.

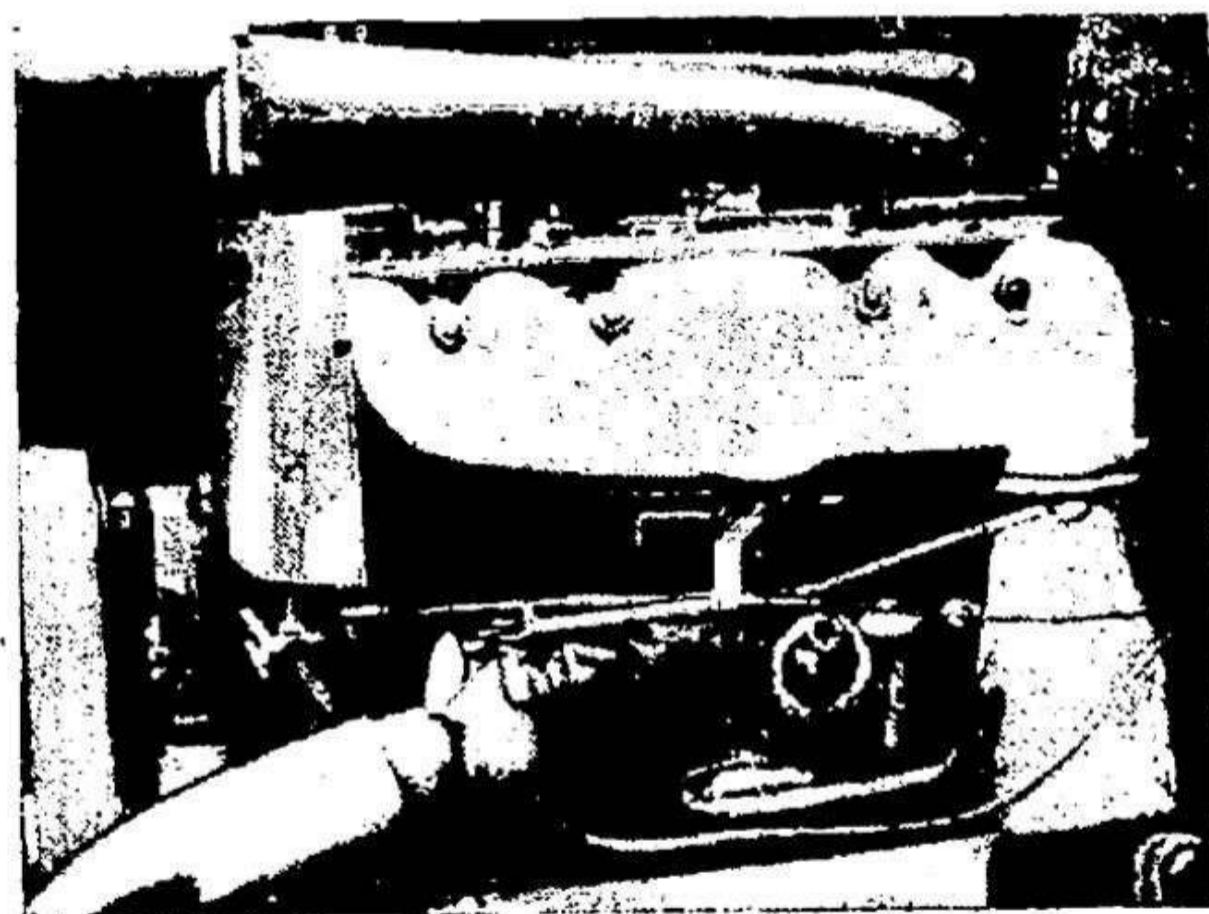
Б. III.

Двигатель, работающий на креозоте

В течение последних месяцев в Англии производились многочисленные опыты по использованию в качестве автомобильного топлива креозота. Эти опыты вызваны с одной стороны исанием новых «суррогатных» топлив, способных заменить дефицитные бензин и нефть на случай войны, а с другой стороны исанием новых видов более экономичного топлива. С точки зрения экономичности креозот имеет мало преимущества перед бензином, так как он является побочным продуктом каменноугольной смолы, который до сих пор находил очень ограниченное техническое применение, являясь почти отбросом. Опыты по использованию креозота в качестве моторного топлива начались с приспособления под него тракторного двигателя марки «Интернационал-Харвестер» мощностью 30 л. с., изображенного на рисунке.

Переделка двигателя оказалась очень незначительной: потребовался только добавочный карбюратор для креозота и устройство для подогрева всасывающей трубы.

С этой целью вместо обычного карбюратора к всасывающей трубе прикрепляется добавочная всасывающая Т-образная труба, на ответвлениях которой находится по одному карбюратору: один бензиновый — для запуска мотора, а другой для креозота — для постоянной работы. Наличие бензинового карбюратора наряду с карбюратором для креозота необходимо не только для запуска двигателя, но и для работы на холостом ходу, так как работа на креозоте возможна лишь при режиме работы мотора в 400 об/мин. и выше, что объясняется большим удельным весом креозота (свыше $0,95 \text{ см}^3$). Подогрев вса-



сывающей трубы и карбюратора для креозота производится от выхлопной трубы мотора.

Карбюратор для креозота был построен известной фирмой «Соллекс». Он отличается от бензинового только своими большими размерами и простотой конструкции: он состоит из поплавковой камеры и сместительной с одним главным жиклером больших размеров. Бак для горючего трактора состоит из двух отделений: меньшее — для бензина и большее — для креозота. Каждое отделение бака соединено трубопроводом с соответствующим карбюратором.

Таким образом запуск двигателя производится на бензине, а после прогрева мотора он переводится на работу на креозоте. На малых оборотах начинает опять работать бен-

винный карбюратор. Дроссельные заслонки для бензина и креозота устроены так, что при открытии одной из них другая автоматически прикрывается. Этому способствует добавочная заслонка, помещающаяся в бензиновой трубке всасывающей трубы. Данная заслонка полностью закрывается при работе мотора на креозоте, но открыта при работе на бензине.

В результате испытаний креозотного двигателя установлено, что износ цилиндров, поршней и клапанов оказался **меньшим**, чем в таких же условиях работы у бензинового двигателя.

Результаты в отношении экономичности характеризуются нижеуказанной таблицей.

Таким образом благодаря применению креозота на пробеге в 575 миль (около 926 км) сэкономлено 5 фунтов стерлингов и 16 шиллингов, что составляет около 60 рублей золотом. Эта экономия могла бы быть еще больше, если бы водитель трактора имел больше практики в своевременном переходе с бензина на креозот после прогрева мотора. Кроме того можно было бы применить жиклеры для креозотного карбюратора несколько меньшего сечения.

Дальнейшие опыты по применению креозотных моторов в Англии пошли по линии перевода на новое топливо около 40 шт. автобусов. Наблюдения за экономичностью дали следующие результаты: в то время как автобус проходил на 1 л бензина 2,84 км, на 1 л креозота он проходит 4,26 км.

К недостаткам креозота как топлива следует отнести помимо того, что двигатель не

	Креозотный двигатель, работающий на креозоте и бензине	Бензиновый двигатель
Пробег трактора	575 миль	575 миль
Расход креозота	126 галлонов	0
Расход бензина	42	20,4 галлона
Число пройденных миль на один галлон топлива	3,9 миль	2,8 миль
Расход смазки	4 галлона	4 галлона
Стоимость г. рюче-смазочных матери- л. на весь пробег	6 фун. ст. и 2 шил.	11 фун. ст. и 18 шил.

может быть запущен и работать на креозоте на малых оборотах, еще и то, что химический состав креозота и его кислотность далеко не одинаковы и зависят от характера и методов производства. Отсюда креозот, полученный одной фирмой, будет отличаться по своим свойствам от креозота другого происхождения. С другой стороны основное преимущество креозота — его большая экономичность — настолько велико, что появление тракторов и автомобилей, работающих на креозоте, может иметь существенное значение для тылового армейского автотракторного транспорта.

Новый колесно-гусеничный средний танк "Т3Е2"

В американской печати промелькнуло сообщение о том, что военное ведомство строит новые танки по типу «Кристи» под названием «Средний танк Т3Е2».

Повидимому новые танки являются дальнейшим усовершенствованием и развитием широко известного танка «Кристи», принятого в армии США под названием «Средний

танк Т3». Таким образом последний повидимому по аналогии должен получить название «Т3Е1», т. е. первый образец танка «Т3». Учитывая, что основными недостатками старого «Кристи» являлись слабость вооружения и малые размеры боевого отделения, следует полагать, что новый танк «Т3Е2» будет иметь более мощное вооружение и будет обладать большей боевой эффективностью.

Карпов

Газогенераторный автомобиль Форд

Исключительно широкий размах развития автомобиллизма и авиации наряду с дизеле-строением поставил страны Западной Европы перед возможным кризисом в жидких горючих. Франция в силу отсутствия в стране своих нефтяных ресурсов первая пошла по пути экономии бензина и нефти, снабдив свой автотранспорт газогенераторами. Германия избрала иной путь — путь получения жидких горючих по методу Бергнуса из углей, а также из газов.

Исключительное положение Франции, большой автотранспорт, огромный воздушный флот при отсутствии своей нефти побудили ее бросить значительные технические силы на разрешение газогенераторной проблемы.

Наша страна, несмотря на богатейшие нефтяные ресурсы, должна в ближайшее время обеспечить свое автохозяйство топливом на разнообразнейших фронтах обобществленного сектора. Но все же необходимо отметить, что особые требования, предъявляемые к автомобильному двигателю, даже Францию с ее прекрасными путями сообщения удержали от полного отказа от жидкого горючего.

Газогенераторные машины, удостоенные премии французского военного министерства, приспособлены так, что могут работать на газу, смеси бензина с газом и на бензине.

При испытании газогенераторного автомобиля Форд-АА нам пришлось выбирать одну из двух систем: газогенератор на дровах или на древесном угле и карбоните.

Оценивая каждую из этих категорий в отношении удобств эксплуатации в боевой обстановке, пришлось отказаться от газогенератора на дровах, ибо дрова нужно готовить определенной влажности, 10—18%, в кубиках размером 4—5 куб. см, что не всегда позволяет обстановка. Кроме того сложность очистки газа (смолоотделители) и возможный занос смолы в двигатель могут породить длительные остановки и создать массу хлопот.

Рациональное использование древесины, брикетирование древесноугольной пыли (карболит) могут быть достаточно хорошо налажены в тыловых районах фронта. На участках, близких к фронтовой полосе, выжигание угля в особых передвижных ретортах может быть организовано средствами самих моторизованных частей и затруднений не представит.

Последнее значительно проще и независимее от климатических условий и времени года, нежели заготовка дров указанного формата и влажности.

В силу высказанных соображений нами был принят к проектированию газогенератор на древесном угле или карбоните с обратным процессом без решетки и сухим очистителем.

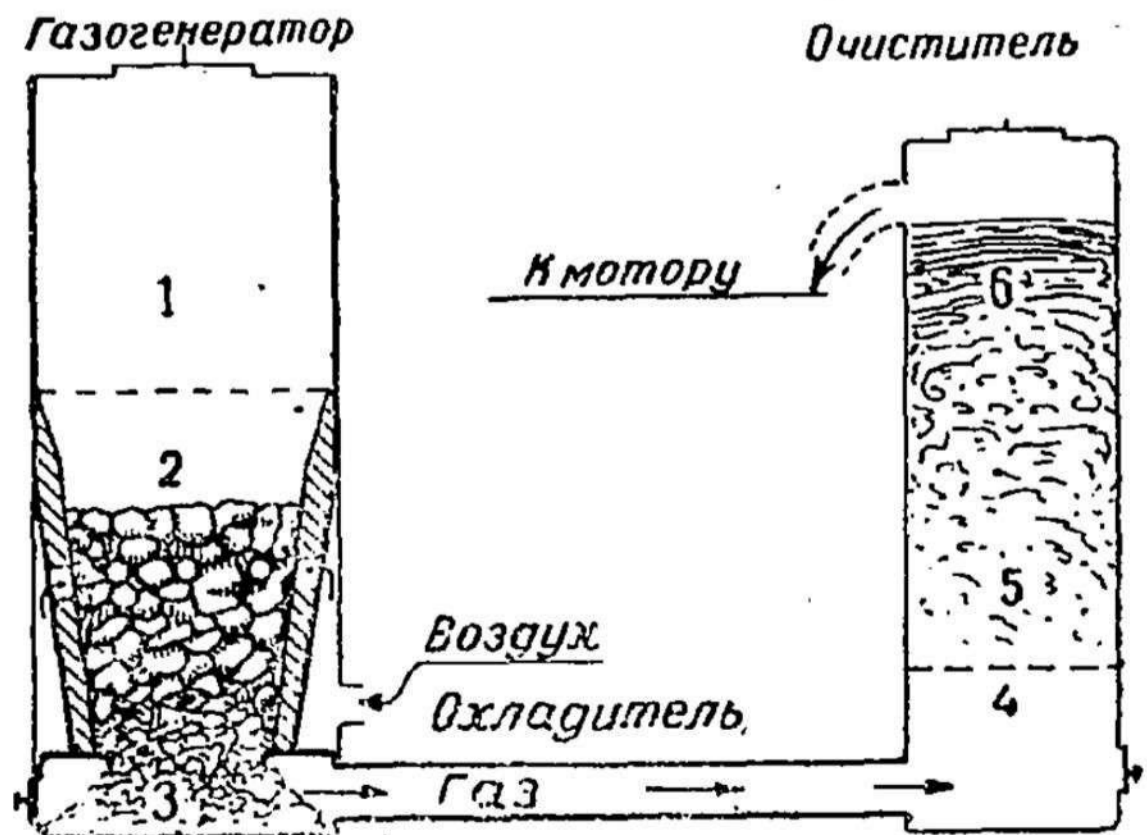
Схема газогенератора, очистителя и охлаждения представлена на фиг. 1. Степень сжатия двигателя повышена до 6 при помощи вкладышей в головке.

Необходимо отметить, что приведенная на фиг. 1 конструкция выработана в результате ряда опытов и в стадии развития работы приняла приводимую форму после многих изменений.

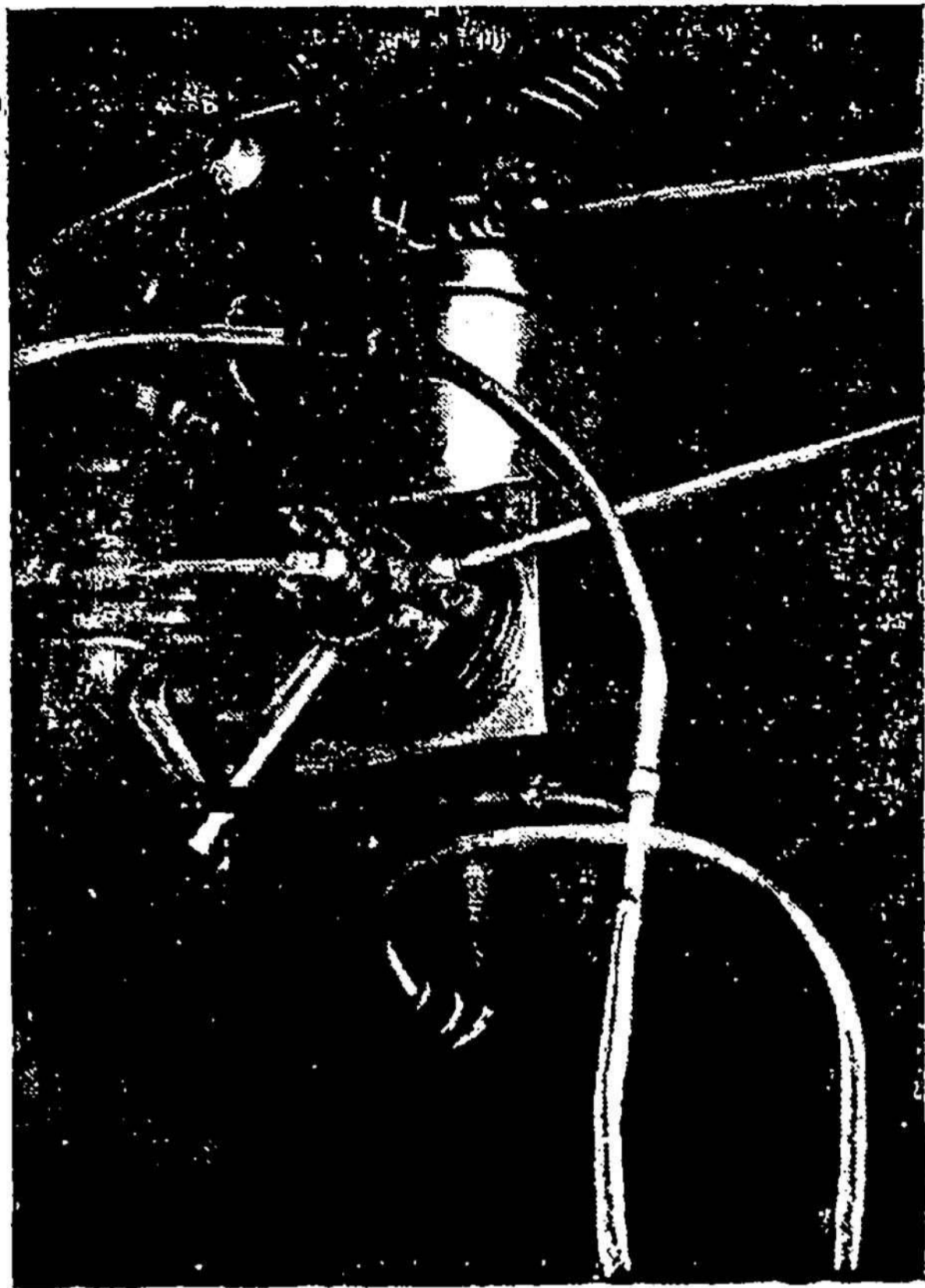
Не вдаваясь в подробности всех изысканий, а также неудач, которые сопровождали экспериментальную часть исследования, так как это заняло бы слишком много места в настоящей краткой информации, остановимся лишь на заключительной части, позволившей с известной уверенностью в успехе дела приступить к окончательному проектированию газогенератора для грузовика Форд-АА 1½-т, а также подвести некоторые итоги в отношении эксплуатационных свойств этой машины и возможностей ее использования в обстановке войны.

Завершением исследовательской работы с газогенераторным грузовиком Форд-АА был пробег, организованный по маршруту Ленинград — Красногвардейск — Луга — Феофилова Пустынь и обратно на расстояние около 418 км. Однако этот пробег потребовал предварительной подготовки, т. е. целого ряда испытаний для выяснения нормальных условий работы газогенератора и выяснения коррективов в отношении регулировки системы.

После установки газогенератора на грузовик и нескольких проб выяснилась неудачная компоновка сместителя: подача воздуха с одной стороны оказалась неудовлетворительной, а отверстие переходного крана недостаточным. Незначительное прилипание пыли к газовому дросселю резко сказывалось на уменьшении мощности мотора. Измененная



Фиг. 1. 1 — шахта, 2 — топливник, 3 — зольник, 4 — решетка, 5 — стальная стружка, 6 — матерчатые концы.



Фиг. 2.

конструкция в отношении подачи воздуха (12 струй) и с увеличенным отверстием крана представлена на фиг. 2. В то же время газогенератор был реконструирован на обратный процесс. Перечисленные мероприятия весьма благоприятно повлияли на работу газогенераторной установки в целом. Двигатель стал работать отчетливее, автомобиль принял значительный полезный груз и на пробном пробеге повысил скорость с 38—40 км/час до 50 км/час.

До постановки окончательного испытания автомобиль прошел на газу около 1500 км, и за это время многие мелочи были устранены и изжиты многие дефекты, которые обнаруживались часто с большим трудом, требуя неустанного и внимательного наблюдения.

Из частных пробегов наибольший интерес представляют только два, когда замерялся расход топлива. Остальные пробеги особого интереса не представляют, так как они имели назначение выяснить различные недочеты, как-то: причины перебоев зажигания в моторе, засорения фильтров, влияние пыли, сорта горючего и т. п. В этих пробегах выяснился состав футеровки, причины ее оплывания. Но далеко не всегда результаты наблюдений были ясны и определены. Во всяком случае обратный процесс устранил многое из этих недочетов и самое существенное было изжито вместе с переходом к конструкции типа, указанного на фиг. 1.

Пробег по маршруту Ленинград — Сиверская — Ленинград с грузом 6 человек пас-

сажиров) дал следующие результаты:

топливо — древесный уголь, смесь (больше хвоя);
 расстояние 154 км;
 расход угля 57,7 кг;
 расход угля на 1 т/км 335 г.

Пробег по маршруту Ленинград — Выра — Ленинград:

груз — камень и пассажиры 1400 кг;
 топливо — древесный уголь, смесь (больше хвоя) с примесью каменного угля;
 расстояние 155 км;
 расход угля 65 кг;
 расход угля на 1 т/км 300 г.

В обоих случаях автомобиль работал вполне удовлетворительно, покрыв расстояние до Выры и Сиверской в 3 часа, а обратно в 2½ часа, развивая нормально по хорошей дороге скорость до 40 км/час.

Последнее испытание уже дало основание к организации указанного большого пробега совместно с бензиновой машинной.

Результаты этого пробега с учетом остановок на этапах и за вычетом расхода топлива на буксование, а также остатка в конце пробега видны из следующего:

1. Газогенераторный Форд-АА 1½-т:

Расстояние 200 км
 Средний груз 1300 кг
 Топливо — древесный уголь
 хвойной породы 87 кг
 Расход угля на 1 т/км 320 г
 Средняя скорость пробега 26 км/час
 Наибольшая скорость 50—52 км/час

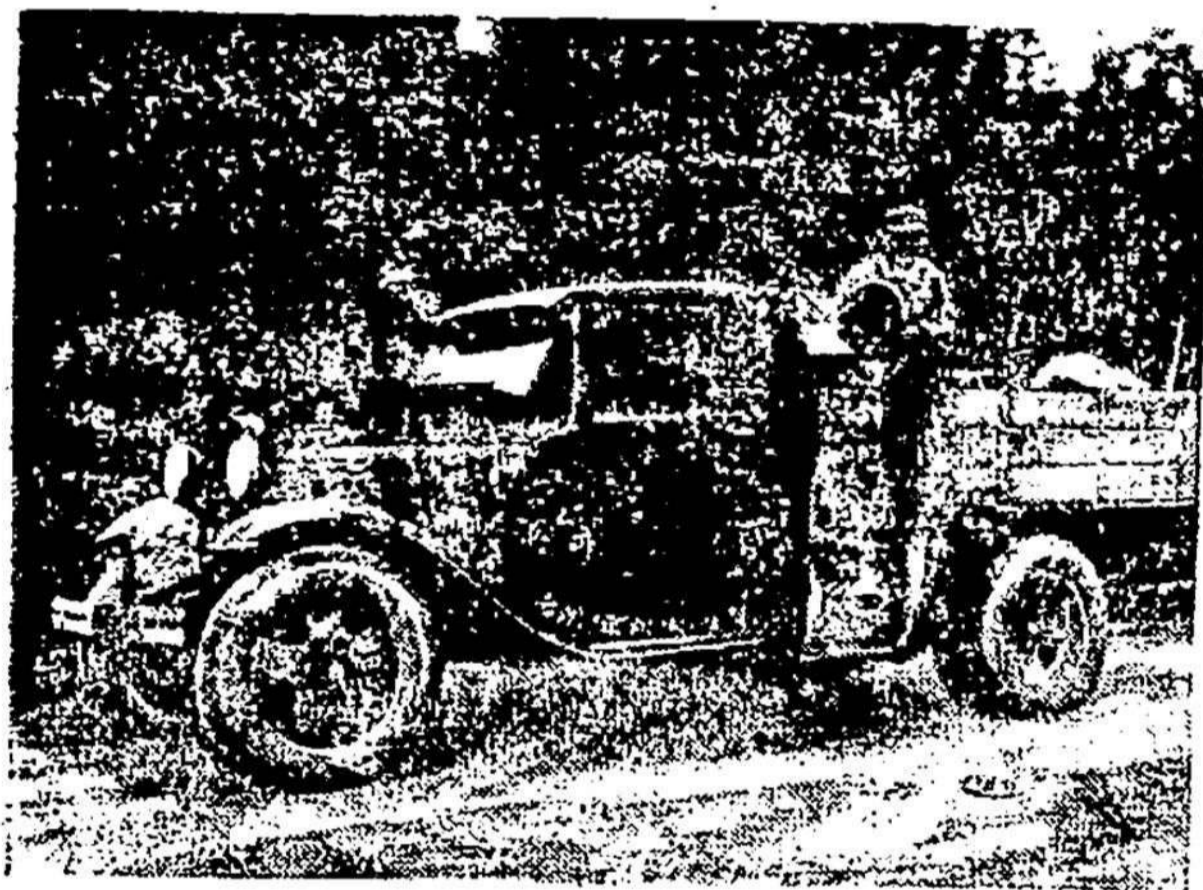


Фиг. 3.

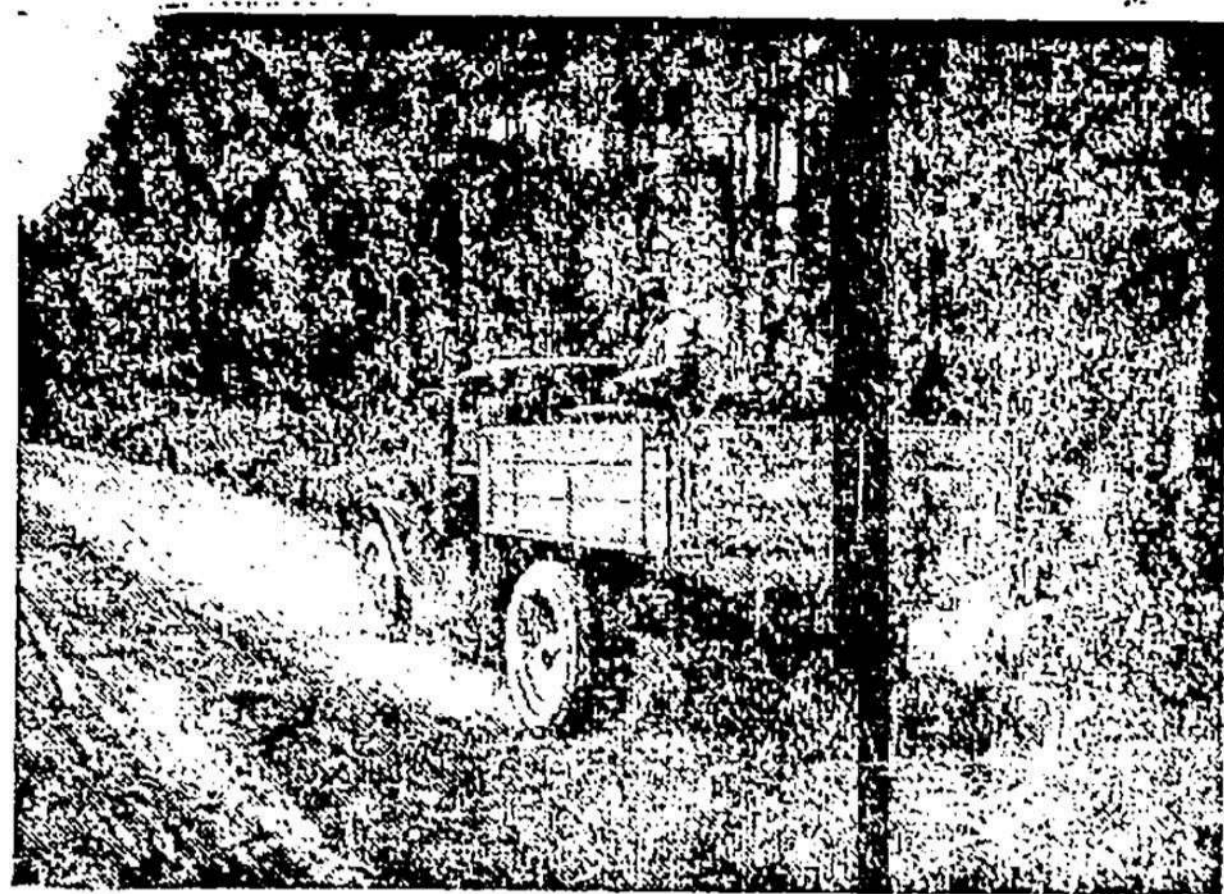
2. Бензиновый Форд-АА 1½-т:
 Расстояние 209 км
 Топливо — бензин второго сорта . . 50,58 кг
 Расход бензина на 1 т/км 101,5 г
 Средняя скорость пробега 30,5 км/час
 Наибольшая скорость 70 км/час
 На ровной дороге 45—50 км/час
 Обратный путь обе машины шли без груза.

Газогенераторная машина часть пробега назад — около 100 км — прошла на газу, а остальное расстояние — на бензине. Уголь на обратный путь был закуплен на этапе в смолокурне—низкого качества, смокнестый, легкий, из отбросов, но тем не менее автомобиль до Луги прошел без остановок, покрыв расстояние в 60 км со средней скоростью 35 км/час. После Луги обнаружился завал газогенератора горячим углем, из которого никакими усилиями не удавалось получить газа. Газогенератор был очищен, и на свежей порции этого топлива пройдено еще 40 км, после чего автомобиль перешел на бензин, что заняло около 20 минут (степень сжатия была снижена до нормы).

На фиг. 4 и 5 представлен опытный грузовик в пробеге 23 июня 1931 г.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Подводя итог по испытанию газогенераторного автомобиля Форд-АА 1½-т, необходимо отметить следующее:

1. Газогенераторный автомобиль обнаружил удовлетворительную работоспособность в условиях шоссе и шоссированных дорог в различную погоду в летнее время. Зимой испытания хотя и проводились, но недостаточно.

2. Расход угля на 1 т/км нормальный.

3. Грузоподъемность весьма удовлетворительная при достаточной средней скорости пробега.

4. Радиус действия машины — 150 км.

5. Загрузка топливом производится на ходу через 35 км и особых навыков не требует.

6. Газогенератор может питаться углем различного качества при условии содержания влаги не более 25%.

7. Переход автомобиля на бензин осуществляется легко в любое время (20 минут).

8. Мертвый вес системы увеличен примерно на 180 кг.

Перечисленные пункты, а также результаты пробега в целом вполне подтвердили выгоду применения газогенераторного автомобиля.

Да здравствует ленинская национальная политика!
Да здравствует несокрушимое единство и братство
трудящихся всех национальностей СССР!

Б. Вязовых

Настоящее и будущее двигателей

Истощение мировых нефтяных ресурсов, наличие ряда стран без собственных источников жидкого топлива, рост автотракторного парка, ежегодно потребляющего миллионы тонн нефти и ее перегонки, могущих найти себе применение в химической промышленности для получения различных ценных продуктов военного и хозяйственного значения, заставляют разрабатывать и изыскивать способы использования в двигателях разнообразных топлив, значительно снижающих стоимость эксплуатации механического транспорта.

В настоящее время для разрешения упомянутых вопросов энергетическая техника располагает целым рядом двигателей, частично или полностью разрешающих остроту топливной проблемы.

В основном все появившиеся конструкции двигателей, идущих на смену двигателю внутреннего сгорания, работающему на светлых топливах (бензин, бензол, керосин, спирт и т. д.), можно разделить на четыре группы:

1) дизель, работающий на тяжелых сортах топлива;

2) паровая машина, работающая на самых различных сортах топлива, у которой рабочим телом являются пары различных жидкостей (воды, ртути и т. д.);

3) газогенераторная установка, работающая на газах, вырабатываемых из твердых топлив, и

4) водородный двигатель, работающий на гремучем газе.

Задачей настоящей статьи мы ставим рассмотрение перечисленных двигателей с прогнозом возможностей эксплуатации их в будущем.

Дизель

Известно, что сущность идеи двигателя внутреннего сгорания заключается в том, что топливо в виде мелкораспыленной струи в жидком (бензин, керосин, нефть) или газообразном (доменный, светильный и другие газы) виде впрыскивается в воздух или в смеси уже с воздухом в цилиндр, где под большим давлением оно сжимается, самовоспламеняется и сгорает, превращая свою тепловую энергию в механическую.

Характерной чертой в развитии двигателей первой четверти XX столетия является широкое внедрение во все военные и хозяйственные отрасли двигателя внутреннего сгорания со светлыми топливами. Стационарные установки, морские суда, самолеты, дирижабли, автомобили, тракторы, танки, мотоциклы, глиссеры, аэросани и т. п. потребляли огромное количество бензина. Особенно большое распространение бензиновый двигатель получил во всех видах механического транспорта.

Типы, размеры и мощность их отличаются чрезвычайной пестротой. В основном их мощность колеблется от 0,25 л. с. до 25 000 л. с., с числом оборотов порядка 100—6 000 в минуту.

Изобретение Рудольфа Дизеля, практически разработавшего метод сжигания тяжелых сортов топлива без электрического запала, путем постепенного ввода в цилиндры смеси нефти с чистым воздухом и их сжатия, открыло новую страницу в технике энергетики.

Дизель начинает получать самое широкое распространение, постепенно вытесняя бензиновые моторы. Появление легких быстроходных бескомпрессорных дизелей, значительно снизивших его сложность, вес, габарит и повысивших мощность дизеля, разрешило возможность их использования не только в автотракторном деле, но и в авиации. Сейчас насчитываются многие десятки марок автоавиадизелей. Даже в морском флоте дизельный тоннаж с 4,2 млн. т в 1927 г. достиг в 1931 г. 9,5 млн. т.

Слабые антидетонационные свойства бензина, не позволяющие получение высоких степеней сжатия, — серьезный порок бензиновых двигателей. При ходе поршня вниз в цилиндр засасывается смесь воздуха и бензина. В дизеле же при ходе поршня вниз цилиндр заполняется чистым воздухом, который при подеме поршня сжимается до 25—30 атмосфер. Так как в это время в цилиндре находится только воздух, взрыва, несмотря на высокую температуру, быть конечно не может. Другое дело в цилиндре, наполненном смесью бензина и воздуха. Сильное сжатие ведет к опасному, преждевременному самовоспламенению смеси. Поэтому, несмотря на всю выгоду увеличения сжатия, оно не превышает 5—6 атмосфер.

Прибавление к бензину антидетонаторов позволяет увеличить степень сжатия лишь на незначительную величину. В основном степень сжатия в бензиновых моторах не превосходит 7,3, тогда как у дизелей она достигает 17. Трудность впрыскивания нефти в сильно сжатый воздух вынуждает прибегать к насосам, вводящим топливо под давлением, в 2—3 раза превосходящим давление внутри цилиндра. Этим достигается хорошее перемешивание молекул нефти с воздухом для обеспечения полного и быстрого сгорания.

Если в бензиновом двигателе давление вспышки достигает 40—50 кг/см², а избыток воздуха достигает 0,8—0,11, то для дизеля эти цифры соответственно будут 80—90 кг/см² и 1,3—1,5. В результате таких больших давлений удельный вес дизеля значительно превосходит удельный вес бензиновых двигателей, что явилось основным тормозом

в деле развития дизельного авиаавтотракторного парка. Так если бензиновые моторы имеют удельный вес порядка 0,3—0,6 кг на 1 л. с., то дизели далеки еще от этой цифры. Лучший авиационный дизель германской фирмы Юнкерс «ЮМО-5» имеет удельный вес 0,9 кг на 1 л. с. У некоторых дизелей удельный вес на 1 л. с. достигает 15 и больше кг. Малолитражные дизельмоторы фирм Паккард и Дибль имеют от 1,1 до 1,3 кг на 1 л. с. По некоторым сведениям в Германии сконструирован двухтактный мотор, у которого удельный вес на 1 л. с. достигает 0,5 кг. Это вполне вероятно, тем более что применение двойного действия в малолитражных автомобильных дизелях позволило в среднем уменьшить вес мотора более чем на 50% за счет 2 цилиндров, поршней, шатунов и т. д.

Требование многооборотности, колеблющейся у современных дизелей от 1000 до 2000 в минуту, находится в прямой зависимости от промежутка времени, отведенного на впрыск и сжигание. Так уже при 1200 об/мин. в цилиндре происходит 600 вспышек топлива, т. е. 10 раз в секунду.

В настоящее время существует два основных способа для обеспечения быстроты сгорания топлива в цилиндрах, а следовательно и для разрешения вопроса автодизеля. Первый способ заключается в непосредственном струйном впрыске топлива в камеру сгорания через форсунку под давлением 250—400 атмосфер (рис. 1). В целях получения быстрого распространения нефти по всему объему камеры сгорания конструкторы улучшают ее форму, устраивают поршневые выступы, сужения в цилиндре, улучшают характер распыления (число, сила, скорость, направление струи) изменениями форсунки.

Дизели с непосредственным распылением имеют целый ряд свойственных им недостат-

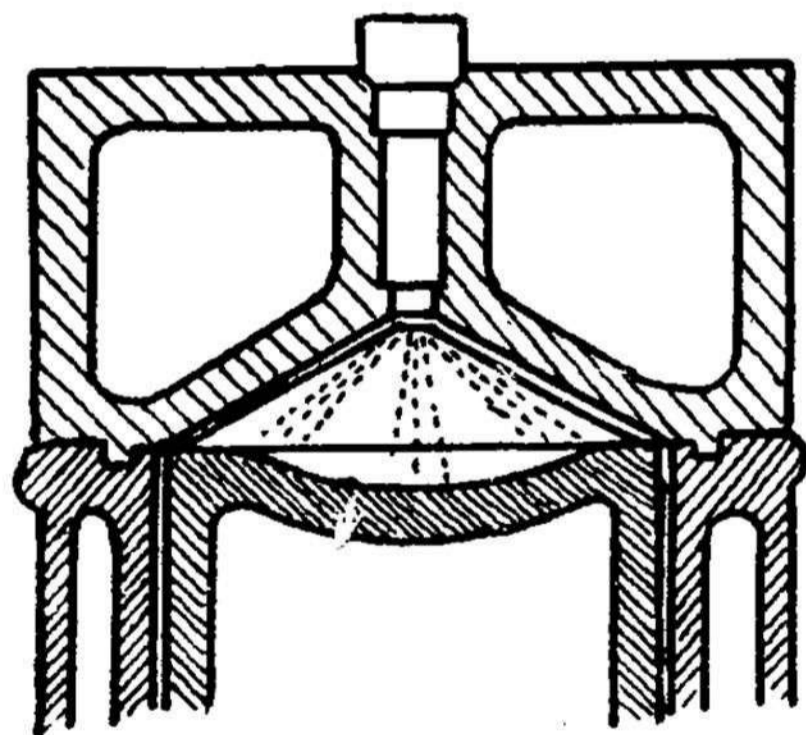


Рис. 1.

ков. Наличие капризных форсунок, засорение их отверстий, необходимость тщательной фильтрации топлива, трудность использования густых топлив, взрывной процесс горения, слишком большое давление, угрожающее целостности насосов, трубопроводов и т. д., вызывают некоторую предосторожность к моторам этого типа.

Более удачную конструкцию Дизель получил при устройстве так называемой предкамеры (форкамеры), представляющей собой небольшую дополнительную камеру, соединенную одним или несколькими отверстиями

с цилиндром. Топливо под давлением 30—80 атмосфер вгоняется в предкамеру, где в конце сжатия (30—40 атмосфер) под влиянием высокой температуры (800—900° С) оно воспламеняется и силой взрыва выбрасывается в цилиндр, где и догорает.

Недавно в Германии запатентован автодизель с предкамерой, расположенной смещенно относительно оси цилиндра (рис. 2). На ось предкамеры расположена форсунка, через ко-

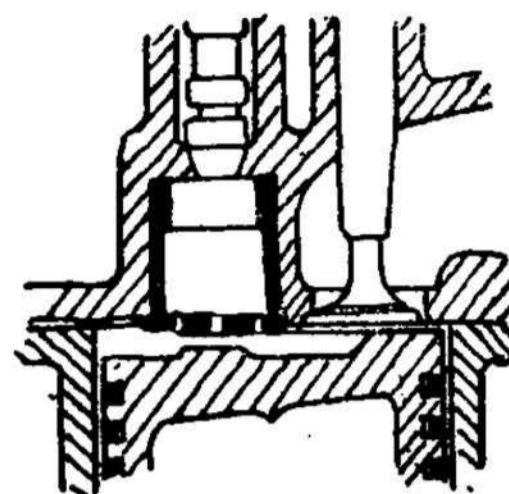


Рис. 2.

торую струя топлива направляется вблизи верхней мертвой точки против потока воздуха, сжатого до 30 атмосфер и поступающего в предкамеру. Вследствие неполного сгорания (6—7% от количества топлива) происходит повышение давления, которое отбрасывает богатую горючим смесь к отражающей поверхности, охватывающей приподнятый край днища поршня, через отверстия предкамеры. Этим достигается радиальное распределение смеси по всем направлениям. Внутреннее смешение заканчивается впускаемым в (а) остатком воздуха, что дает возможность принять участие в процессе сгорания отдельным частицам воздуха. Благодаря самоподогреванию воздуха, осуществляемому повышением его собственного давления путем искусственного образования вакуума, допускается запуск мотора при самой низкой атмосферной температуре. С этой целью всасывающие клапаны регулируются таким образом, что они слегка приоткрываются только при приближении к нижней мертвой точке, вследствие чего в цилиндре образуется довольно значительное разрежение.

Особенностью этого двигателя является конструкция пружинного топливного насоса (рис. 3). Кулачок поднимает толкатель, вследствие чего происходит засасывание топлива поршнем насоса и одновременно сжимается впускная пружина. Как только кулачок выходит из-под толкателя, пружина разжимается и толкает вверх поршень, который гонит горючее к соплу форсунки.

Данные описанного дизеля следующие: 6 цилиндров диаметром 105 мм с ходом поршня в 140 мм. Мощность при 1650 об/мин. — 72 л. с.

Несмотря на некоторые недостатки дизеля с предкамерой, он несравненно превзошел дизели с непосредственным впрыском. Независимость от сортов жидкого топлива благодаря большому отверстию сопла, хорошее его распыление, низкие давления — его основные преимущества.

Помимо всего вышеуказанного заменой бензинового двигателя дизелем достигается:

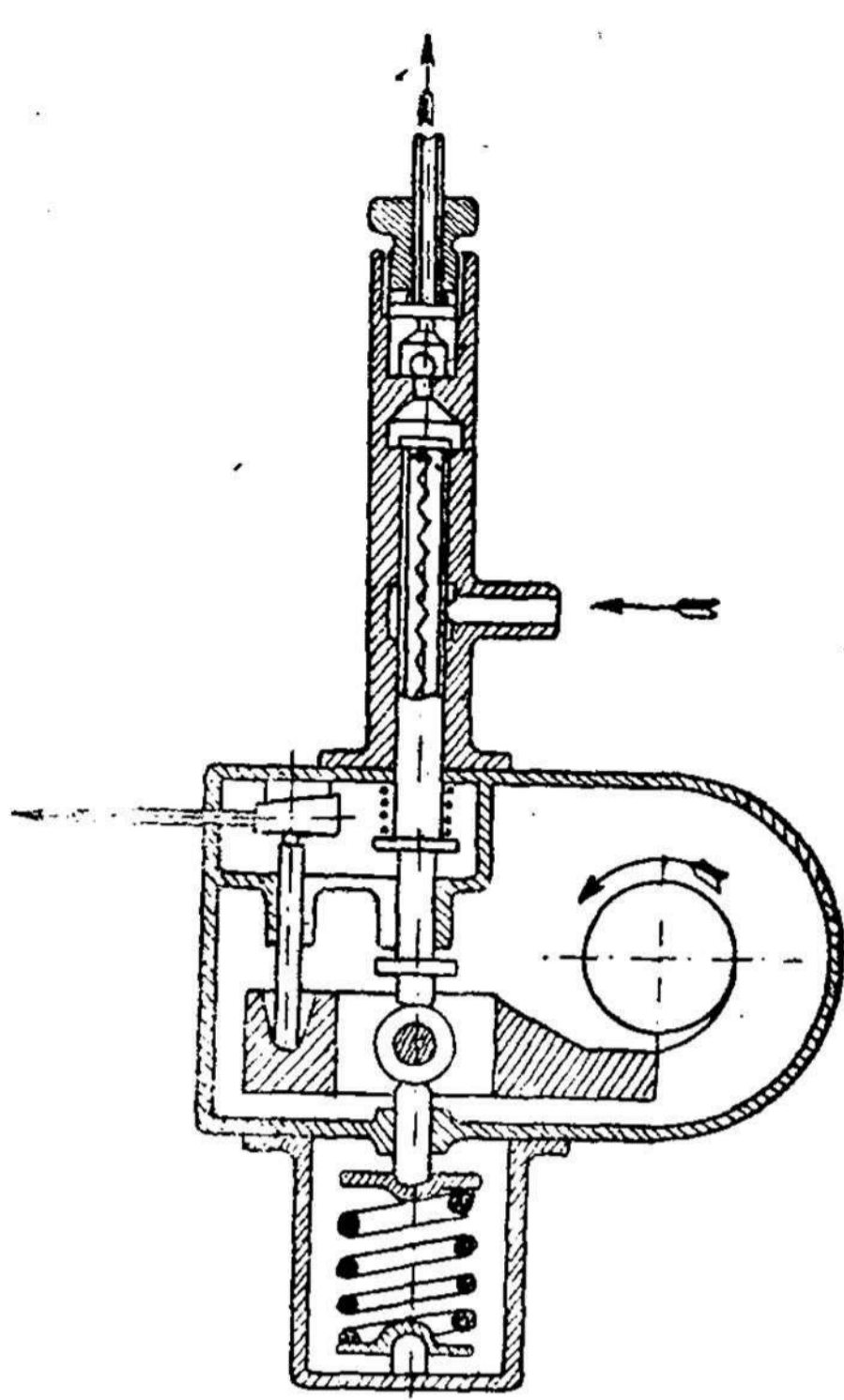


Рис. 3.

- 1) использование более дешевых сортов топлива;
- 2) меньший расход топлива (на 30—40%);
- 3) применение топлив с большим удельным весом;
- 4) пожарная безопасность (температура воспламенения бензина — около 20°, нефти — около 60°);
- 5) отсутствие карбюратора, магнето и проводки.

Развитие дизелей идет по линии уменьшения их удельного веса, габарита, улучшения пуска и увеличения надежности в работе. Наконец дальнейшим шагом прогресса дизелей является придание им топливной универсальности. Возможность сжигания мазута, смол, а в особенности угольной пыли имеет громадное значение.

В настоящее время основными трудностями в дизеле, работающем на пылевидном, уже являются:

- 1) необходимость предварительного приготовления угольной пыли;
- 2) сложность системы подачи угольной пыли;
- 3) большие затруднения по впрыскиванию угольной пыли в сжатый воздух в определенных автоматически регулируемых порциях;
- 4) сложность камеры сгорания для обеспечения быстрого и полного сгорания топлива;
- 5) трудность автоматической очистки цилиндров от золы.

Разрешение всех этих вопросов для дешевого, легкого и быстроходного двигателя — почетная задача конструкторов.

Паровые двигатели

Современные достижения паротехники совершенно по-новому ставят проблему эконо-

мичного двигателя. Дизель не разрешает окончательную топливную проблему, а лишь понижает ее остроту ввиду его работы на нефти. Другое дело паровая установка с большой топливной универсальностью. Возможность сжигания различного угля, торфа, древесины и т. д. в сильной степени понижает стоимость эксплуатации парового двигателя.

Основной причиной, препятствовавшей до сих пор применению такого двигателя в авиационном деле, являлось отсутствие котлов высокого давления. Кроме того громоздкость, большой удельный вес, продолжительность пуска, необходимость в периодической чистке котла, трудность обслуживания также явились серьезными тормозами его распространения. В настоящее время проблема парового двигателя для автомобиля, трактора и самолета практически разрешена. Опуская описание самолетных паровых установок, остановимся на устройстве германской автомобильной котельной установки Дабль и на ее преимуществах перед двигателем внутреннего сгорания.

Паровой котел Дабль (рис. 4) благодаря змеевику имеет значительные преимущества перед другими типами котлов (например перед паротрубным). Змеевик (1), составленный из стальных труб, рассчитан на давление в 100 атмосфер. Камера сгорания (2) помещена в верхней части котла, вследствие чего горячие газы направляются сверху вниз, омывают змеевик, уходя в трубу. Помпа (3) питает котел водой в количестве, точно отвечающем расходу пара установкой. Это обстоятельство предъявляет в свою очередь требование к регулированию, что однако компен-

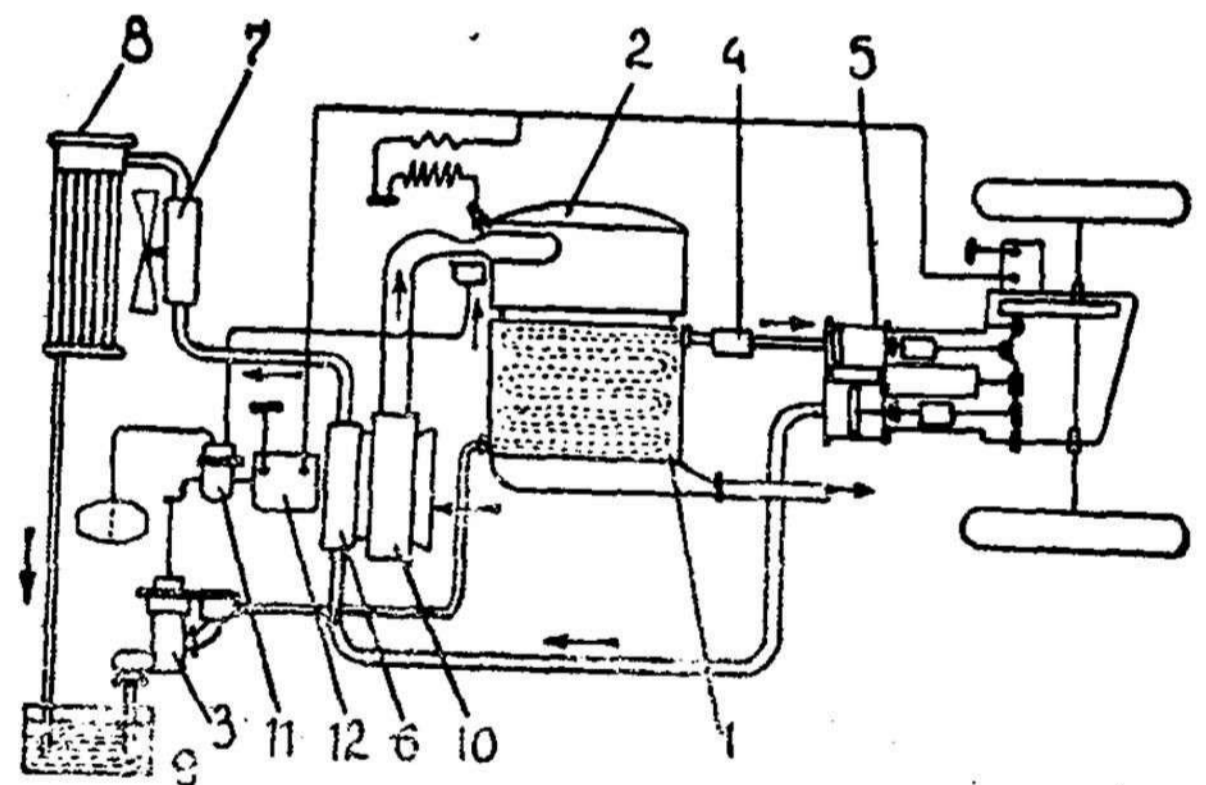


Рис. 4.

сируется устранением возможных взрывов при наличии водяного пространства и достаточно быстрой (2—3 минуты) готовностью к действию. Образование накипи на стенках змеевика предупреждается циркуляцией дистиллированной воды, а экономия воды — возвратом конденсатора. Перегретый пар проходит через дроссельный клапан (4). Паровая машина (5) с золотниковым парораспределителем при 1000 об/мин. развивает мощность в 100 л. с. Отработанный пар, пройдя турбины (6 и 7), попадает в конденсатор (8), откуда в виде жидкости попадает в резервуар (9), откуда с помощью помпы снова подается в котел. Турбина (6) приводит в действие воздуходувку (10), помпу для подачи горю-

чего (11), питательную помпу и электромотор (12). Использование отработанного пара в турбинах значительно повышает коэффициент полезного действия двигателя и снижает стоимость его эксплуатации. Однако использование в качестве топлива нефти свидетельствует о значительном недостатке двигателя Дабль. По утверждению конструктора перевод установки с жидкого на твердые сорта топлива не составит больших затруднений и требует лишь незначительных изменений точки. Распыление нефти в двигателе Дабль осуществляется воздуходувкой, а зажигание — от магнето.

Известно, что автоматическая регулировка режима котла имеет исключительно важное значение с точки зрения получения определенной температуры перегрева и сухости пара. Высокая температура, разлагая смазку, приводит к преждевременному износу поршней, а низкая температура вызывает усиленный расход пара. Очень большая влажность пара образует сильную начальную конденсацию, опасную для цилиндров.

В установке системы Дабль регулирование температуры пара и предохранение котла от чрезмерного повышения давления осуществляются следующим образом (рис. 5). Пар из парового пространства котла через штуцер действует на пластинку предохранителя (1), снабженной тарированной пружиной, и на выключатель тока (2), проходящего от батареи (3) к воздуходувному мотору (4) и к прерывателю (5) бобины зажигания. При повышении давления в котле выключатель под действием штока мембраны (1) раз'единяет магистраль от батареи, отчего воздуходувный мотор и свеча остаются без тока, а подача пара к турбине (6) прекращается вследствие автоматического открытия крана (7). Это обстоятельство приводит к прекращению работы питательной помпы (8) и к восстановлению нормального режима работы парового котла благодаря падению в нем давления и замыкания тока выключателем.

Для поддержания температуры пара на определенном требуемом уровне в перегретый пар автоматически вбрызгивается вода, количество которой регулируется автоматическим клапаном (9), снабженным электромагнитным устройством (10). Последнее при удлинении термостата, помещенного в паровом пространстве котла, при повышении температуры через контакт (11) поднимает клапан (12), через который питательная помпа гонит воду по трубе (3) в паровое пространство, вызывая понижение температуры пара.

На случай отказа системы увлажнения пара в паровой установке имеется специальное приспособление для остановки работы котла.

Выступающий при повышении температуры пара конец термостата образует замыкание контакта (14), отчего ток от батареи направляется к электромагниту (15), воздействуя на дроссельную заслонку (16) в воздухопроводе воздуходувки. Создаваемое перекрытие заслонки прекращает толку котла.

Не утверждая, что развитие автотракторных паровых установок пойдет именно по схеме двигателя Дабль, отметим следующие контуры, намечающиеся за последнее время для ре-

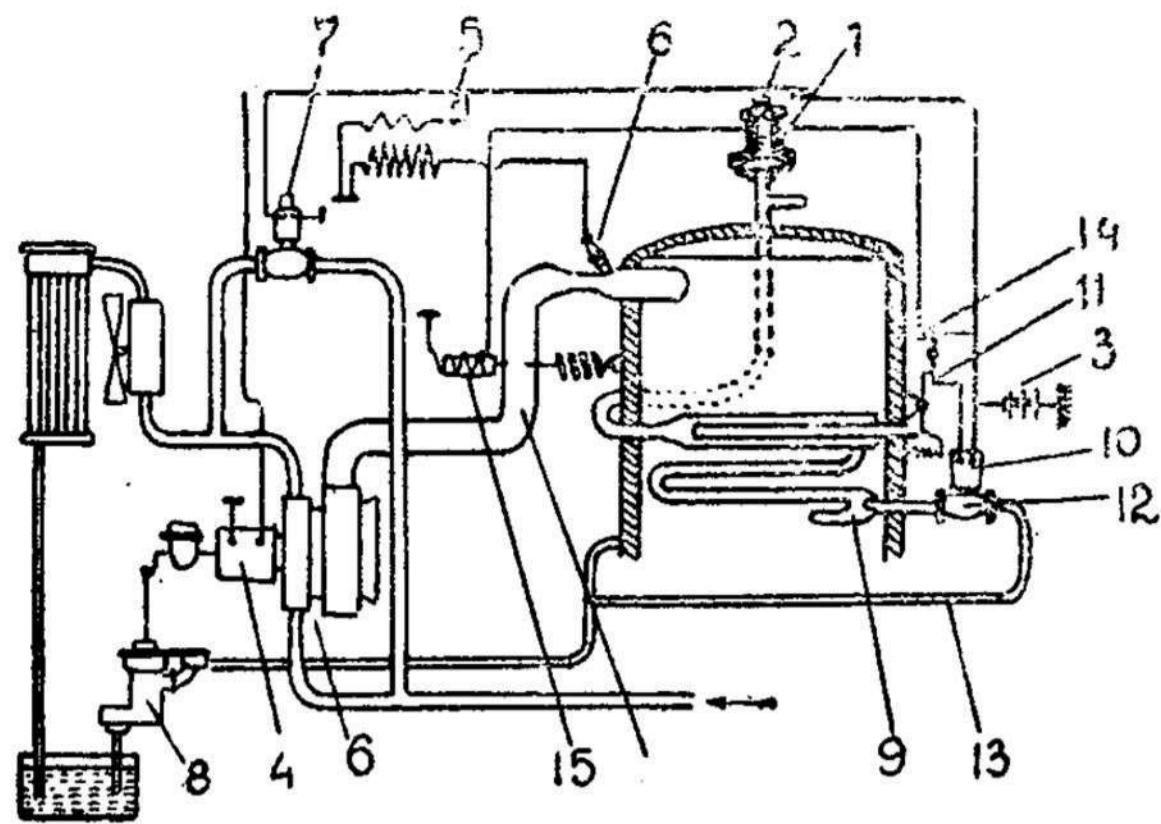


Рис. 5.

шения этого вопроса. В целях достаточной экономичности установки она должна быть компаунд или тандем-компаунд с многократным расширением пара. Регулирование режима парового котла (температура и сухость пара, подача воды в котел порциями) — автоматическое при обязательном использовании отработанного пара для приведения в действие вспомогательных устройств. Котел — высокого давления с перегревом пара с возможно меньшим водяным пространством.

Основными преимуществами парового двигателя перед двигателем внутреннего сгорания являются:

- 1) возможность использования энергии согласно потребности;
- 2) наличие значительно больших усилий при запуске и изменении режима под нагрузкой;
- 3) отсутствие явления перегрева;
- 4) простота и надежность в работе;
- 5) благодаря тому, что при увеличении сопротивления движению автоматически достигается увеличение движущей силы на ведущих колесах, отпадает необходимость в промежуточных механизмах трансмиссии, за исключением дифференциала;
- 6) отсутствие приспособлений для заднего хода и наличие коробки только на 2 передачи; передача на задний ход осуществляется значительно легче и плавнее.

Достигнутые успехи в области техники котлов высокого давления разрешают таким образом проблему паровой повозки в новом конструктивном оформлении.

Упомянем о турбинах. Устройство паровых турбин не встречает больших затруднений, ибо низкая температура пара (порядка 150—170° С) не оказывает вредного влияния на металлические лопатки колеса. Другое дело газовые турбины. Высокая температура сгорания газов, достигающая 2000° С, выходя из сопла и ударяя в лопатки даже из жаростойких сталей, быстро разрушает последние. Методы искусственного охлаждения лопаток как правило вели к большому усложнению конструкции. В настоящее время существует несколько способов для устранения этого вредного явления. Так Гольцвард, понижая температуру сгорания избыточным воздухом и доведя давление в сопле до 0,1 атмосферы,

снизил температуру струи, вращающей лопатки, до 450—470° С. Другой конструктор разрешил этот вопрос другим путем. Он сконструировал турбину без лопаток. Его установка состоит из 2 цилиндров, вставленных один в другой; внутренний цилиндр укреплен неподвижно, тогда как наружный рассчитан на вращение. На соприкасающихся поверхностях цилиндра выточены спиральные каналы с постепенно возрастающим сечением. Вращением наружного цилиндра достигается пересечение под прямым углом осей обоих цилиндров. Газы, проходя вдоль канала, с началом уменьшения его сечения давят на стенки верхнего канала, вращая тем самым верхний цилиндр. При опытных испытаниях описанная турбина при 5 250 об/мин. дала мощность в 30 л. с.

Вторым существенным недостатком газовых турбин является ничтожно малый коэффициент полезного их действия. В отличие от поршневых двигателей газовая турбина требует компрессорного нагнетателя в камеру сгорания рабочей смеси и одновременно ее сжатия до 8—10 атмосфер. Отсутствие компенсации затраченной компрессором работы на сжатие повышает непроизводительную трату тепловой энергии. Усилия по поднятию коэффициента полезного действия турбин в настоящее время достигли значительных результатов, достигая у некоторых конструкций 30%.

**

Известно, что продукты сгорания топлива, или отработанный пар, либо выпускаются на воздух либо конденсируются, унося с собой огромное количество тепла.

Идея использовать в процессе работы это тепло, не выпуская его наружу, существует давно. Однако сколько-нибудь значительных достижений до сих пор не было. И только недавно инженер Меллон разработал двигатель с жидким рабочим телом, заключенным в герметический резервуар, у которого периодически повышением температуры достигалось расширение (работа) жидкости без изменения ее физического состояния. В качестве рабочей жидкости могут быть использованы в этом двигателе вода, масло, ртуть и т. д.

На рис. 6 изображена схема устройства машины Меллона. Металлическая трубка (1) вставлена одним своим концом в печь (2) с температурой 800—900° С, а другим — в холодильник (3). Внутри трубки (1) помещена вторая трубка (4) с отверстиями, снабженными клапанами. Под действием эксцентрика (5) внутренняя трубка (4), двигаясь вправо, гонит через верхние клапаны ртуть (6) от холодильника к печи. Заключенный между трубками тонкий слой ртути при крайнем правом положении внутренней трубки быстро нагревается, повышая местное давление до 800 атмосфер, приводя тем самым в действие поршень (7) двигателя. Эксцентрик, оттянув влево внутреннюю трубку, гонит отработанную охлажденную жидкость к печи. В результате давление в цилиндре падает к концу хода (левое положение внутренней трубки) до 336 кг на 1 кв. см, тогда как при исходном (правое положение) оно достигает 835 кг на

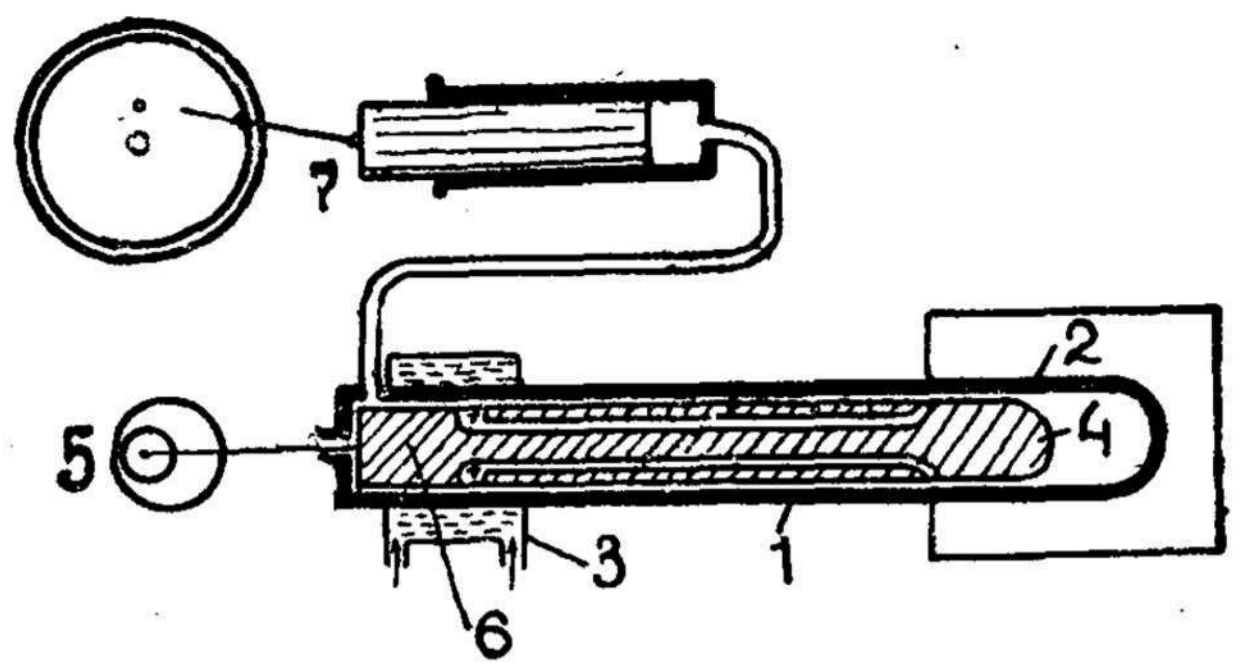


Рис. 6.

1 кв. см. Длина хода поршня весьма ограничена, однако вследствие большого давления по своей мощности он превосходит все известные длинноходные поршни низких давлений. Последний стационарный двигатель Меллона, состоящий из 20 описанных трубок, работающих на 2 цилиндра с коэффициентом полезного действия 27% при 250 об/мин., развивает мощность в 100 л. с. Удельный вес установки — 150 кг на 1 л. с. Потребление жидкости равно нулю. Расход топлива на 30% меньше, чем у обыкновенных паровых турбин. По мнению Меллона дальнейшего поднятия мощности двигателя можно достигнуть увеличением числа металлических трубок и цилиндров. Несомненно, что это изобретение имеет большую будущность при условии его дальнейшего усовершенствования. Устранение всех его больших недостатков, присущих всякому новому изобретению, позволит найти ему применение не только в качестве стационарной установки.

Газогенераторы

Прогресс двигателестроения идет все время по пути применения низкосортных дешевых топлив. От бензиновой, керосиновой и нефтяной карбюрации как от неоправдываемой ничем роскоши отказываются. Изыскание новых, дешевых сортов топлива и возможности их сжигания в моторных установках велось еще до империалистической войны 1914—1918 гг., не давая сколько-нибудь значимых результатов для автотранспорта. Инженерные опыты с газогенераторными двигателями возродились лишь после окончания войны.

Газогенераторный процесс заключается в сжигании твердых топлив: каменного угля, древесного угля, кокса, дров, торфа, брикетов от опилок, соломы и т. д. Топливная универсальность газогенераторов чрезвычайно обширна. Сжигаемое топливо в печи-генераторе при неполном доступе воздуха образует генераторные газы, которые, предварительно охлажденные и профильтрованные, используются в качестве топлива.

Основными трудностями для получения этого прогресса непосредственно на автомобиле или тракторе являлись до сих пор сложность и громоздкость охлаждающей и очистительной систем, вследствие чего габарит и вес генераторной установки значительно превосходили размеры и вес обыкновенного двигателя внутреннего сгорания. Непременным условием для разрешения проблемы

газогенераторного автомобиля является возможность постоянного перехода с одного вида топлива на другой.

Приспособление бензинового двигателя с низкой степенью сжатия на газовое топливо вело к значительной потере его номинальной мощности. Повышение мощности за счет повышения степени сжатия обыкновенно наталкивалось на конструктивные особенности бензинового мотора, ограничивавшего повышение степени сжатия не свыше определенной величины.

В настоящее время газогенераторные автомобили и тракторы практически доказали свою пригодность и экономичность в эксплуатации. Широкою экспериментальную работу с газогенераторными установками провели многие французские и германские фирмы. Однако достаточного распространения газогенераторные автомобили и тракторы за рубежом еще не получили вследствие упорного сопротивления их развитию со стороны владельцев нефтяных компаний, для которых переход механического транспорта на човые сорта топлива является чрезвычайно невыгодным делом. Только в СССР, где не существует капиталистического развития, имеющиеся прекрасные опыты с газогенераторами безусловно дадут новые пути и перспективы автотракторному делу. Успешный пробег в конце лета 1933 г. газогенераторного автомобиля «Форд АА» конструкции профессора Наумова является пробным камнем для серийного производства автомобилей этого типа.

Рассмотрим основные части газогенератора. Генератор представляет собой цилиндрической формы металлическую печь диаметром до 50 см. Во внешний цилиндр генератора вставлен внутренний цилиндр с огнеупорной облицовкой, где происходит процесс горения и генерации. Генератор имеет несколько завинчивающихся крышек и закрывающихся отверстий для закладки топлива, проверки его наличия, очистки и для доступа воздуха, необходимого для генерации. Генератор в целях удобства и простоты обслуживания монтируется обыкновенно сбоку мотора рядом с водителем. Наполнив нижнюю часть генератора топливом и герметически закрыв верхнюю крышку, поджигают через нижнее отверстие цилиндра топливо, приводя одновременно в действие ручной вентилятор, создавая требуемую тягу для засасывания газа в карбюратор. Через 3—5 минут мотор, начиная работу, всасывает газ самостоятельно. При остановке мотора на 6—8 часов для его запуска требуется новое зажигание. При необходимости получения быстрого запуска последний осуществляется с помощью бензина с последующим переключением двигателя на газ.

По немецким источникам закладка топлива в генератор осуществляется в течение 2 минут. В зависимости от характера сжигаемого топлива генераторный процесс бывает либо прямой либо обратный. Для прямого процесса применяются сухие сорта топлив, предварительно очищенных от смол (уголь и др.); для обратного процесса используются влажные смолистые топлива (дрова, торф и др.). Прямой процесс имеет преимущество в том отношении, что устраняет необходимость

в специальном очистительном устройстве, в значительной степени усложняющем и удорожающем газогенераторную установку. Однако это происходит за счет потери топливной универсальности. Генератор с обратным процессом, т. е. при обязательном наличии очистителя, позволяет использовать самые разнообразные сорта топлива, что имеет исключительное значение для военного автотракторного парка.

Из генератора газ отводится в холодильник, откуда охлажденный газ, пройдя очиститель с целым рядом смолзадерживающих веществ, поступает в карбюратор через всасывающий трубопровод.

В зависимости от топлива генераторный газ бывает или бедным при недостатке водорода в нем или обогащенным при большом содержании в нем водорода. Дерево разлагается наиболее легко и вследствие большого процента содержащей в себе влаги (у свежесрубленных деревьев 40—50%) дает значительное количество водорода. Возможность постоянного обеспечения газогенераторов древесным топливом почти в любой обстановке исключительно за счет местных ресурсов играет чрезвычайно большую роль. Однако большая влажность древесины является отрицательным моментом при генерации, так как вследствие значительного поглощения теплоты на испарение воды понижается температура процесса и ухудшается качество генерируемого газа. Поэтому требуются измельчение и подсушка дерева. Для древесины с влажностью более 15% применяется смешение ее с углем.

Сопоставляя ценность древесины и угля при использовании их в качестве топлив, нетрудно заметить, что угольное топливо имеет значительно больше преимуществ перед дровами. Так уголь теплотворнее дерева и не требует очистительных устройств в схеме газогенератора. За последнее время отчетливо намечается стандартизация топлива для газогенераторов в виде прессованной древесно-угольной мелочи (карбонит), которая обладает не только свойствами древесного угля, но и определенным химическим составом, влажностью и плотностью, что значительно упрощает условия обслуживания газогенераторных повозок, а главное постоянно обеспечивает хороший газогенераторный процесс. Однако широкое использование древесного топлива в газогенераторных установках оправдывается следующими соображениями: при обжиге 1 т дров получается около 200 кг угля; 1 т угля обладает теплотворностью в 7 500 б. калорий, а 1 т дров — 4 000 б. калорий. Таким образом для получения 7 500 калорий от угля требуется израсходование 5 т дров, тогда как 5 т дров при сжигании дадут 20 000 б. калорий. Кроме того, принимая во внимание стоимость обжига дерева, становится очевидным, что непосредственное сжигание древесины в генераторе позволяет получить наиболее дешевый газ.

Теплотворность получаемого древесного газа примерно на $\frac{1}{2}$ меньше теплотворности сгораемого бензина. Но так как древесный газ является слабо детонирующим топливом, то мощность двигателя можно увеличить повы-

шенем степени сжатия, удлинением хода поршня. Это позволит не только повысить силу термического эффекта, но и устранить явления обеднения смеси в камере сгорания.

В настоящее время газогенераторные поковки привлекают к себе всеобщее внимание. Им принадлежит большое будущее, тем более что газогенераторы на 80—90% уменьшают стоимость их эксплуатации по сравнению с двигателями, работающими на светлых сортах топлива.

Водородный двигатель

За последнее время энергетическая техника обогатилась новым двигателем, работающим на водороде. Безусловно появление этого двигателя вначале в качестве стационарного, а затем автомобильного мотора исключительно по своему значению.

Вполне вероятно, что водородный двигатель произведет целую революцию в области моторостроения. Известно, что химическая формула воды H_2O , т. е. состав каждой молекулы 2 части водорода и 1 часть кислорода. Водород горит, кислород не горит, но его присутствие обязательно для поддержания горения. Разложение воды на ее составные части сопровождается образованием так называемого гремучего газа. Сгорание гремучего газа вызывает взрыв большой разрушительной силы, в результате которого образуется вода.

Для разрыва молекул воды требуется затрата энергии не ниже той, которая образуется при их соединении, т. е. при взрыве гремучего газа. В отличие от гремучего газа, сгорающего с громким звуком, электролиз воды совершается совершенно бесшумно. Энергия, образующаяся от сжигания водорода в моторе, не достигает и половины той энергии, которая требуется для расщепления воды на водород и кислород, поэтому «перпетуум мобиле» не получается.

Основной трудностью при создании водородного двигателя было до сих пор то, что сго-

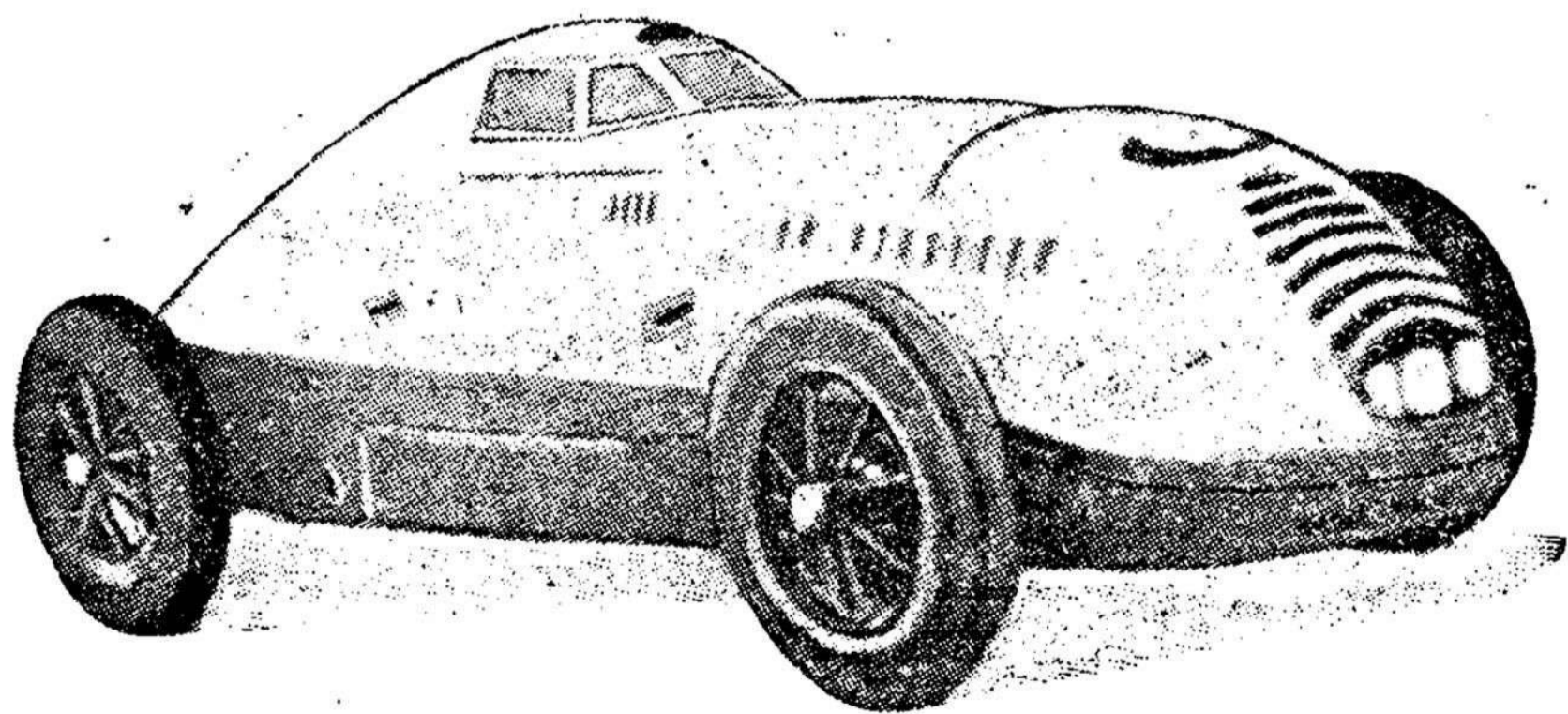
рание водорода с кислородом происходило частично бурно, отчего разрушалась камера сгорания. Для устранения этого явления немецкий инженер Эррен смешивал предварительно водород до его поступления в камеру сгорания с атмосферным азотом, чем значительно умерил разрушительный термический эффект.

Экспериментальные работы Ленинградского института химической физики с воздушно-водородными смесями показали слабую способность водорода к самовоспламенению и детонации. Это обстоятельство позволяет значительно повысить степень сжатия в водородном двигателе для получения высокого коэффициента полезного действия. Кроме того возможность получения максимально предельного к. п. д. в водородных двигателях обуславливается быстрым и полным сгоранием водорода в цилиндре, несмотря ни на какие большие в нем избытки воздуха. Большая скорость распространения горения водорода в беднейших смесях (избыток воздуха) имеет большое значение для конструирования моторов с большой оборотностью.

По утверждению Эррена обыкновенный бензиновый мотор в результате некоторых переделок цилиндров сравнительно быстро может быть приспособлен для использования в нем в качестве топлива водорода. Кроме того применение водорода в смеси с нефтью в дизелях значительно снижает стоимость их эксплуатации. Производившиеся опыты с мотором, работающим на спирто-водородной смеси, показали прекрасную его рентабельность в смысле получения высокого к. п. д.

Водородный двигатель с неисчерпаемыми источниками топлива, с ничтожно малой стоимостью эксплуатации — идеальный мотор будущего.

Ведущиеся попытки консервации водорода в случае успеха разрешат проблему легкого малогабаритного водородного двигателя для автомобиля и трактора.



Гоночный автомобиль Гочкис, поставивший новый интернациональный рекорд (Франция).

Ю. Степанов и И. Карачан

Пробег газогенераторных автомобилей Москва—Ленинград—Москва¹

Для подведения итогов по развитию конструкций автомобильных газогенераторов у нас в Союзе, а также выяснения технических возможностей их эксплуатации ЦС Союза Общества Автодор СССР при поддержке ряда государственных организаций был организован и проведен в конце ноября 1934 г. пробег газогенераторных автомобилей по маршруту Москва — Ленинград — Москва.

Исходя из готовности отдельных конструкций для участия в эксплуатационных пробеговых испытаниях, организационный комитет допустил к участию в пробеге следующие машины:

1. От Военной академии механизации и моторизации РККА имени т. Сталина — пяти-тонный автомобиль Я-5 с газогенератором конструкции В. П. Карпова, работающим на древесном угле (пробеговый № 1).

2. От Главзолото и ЦНИИМЭ — Наркомлеса — два трехтонных автомобиля ЗИС-5 с газогенераторными установками конструкции С. И. Декаленкова, работающими на древесных чурках (пробеговые № 2 и 3).

3. От Газогенераторстроя и Реконтранса МСПО — трехтонный автомобиль ЗИС-5 с газогенератором конструкции А. А. Введенского, работающим на древесных чурках (пробеговый № 4).

4. От Автомобильного совета ЦС Автодора — полутонный автомобиль ГАЗ-АА с газогенератором «Автодор 2» конструкции И. С. Мезина, работающим на древесных чурках (пробеговый № 5).

5. От ЦНИИМЭ — Наркомлеса — полутонный автомобиль ГАЗ-АА с газогенератором конструкции С. И. Декаленкова, работающим на древесных чурках (пробеговый № 6).

6. Полутонный автомобиль ГАЗ-АА профессора Ленинградского электротехнического института В. С. Наумова с газогенератором его конструкции, работающим на древесном угле (пробеговый № 7).

Для возможности сравнительной оценки и суждения о технических показателях газогенераторных автомобилей в число испытуемых машин были включены также эталонные бензиновые.

Техническая задача пробега заключалась в получении по каждой машине следующих основных показателей:

- 1) эксплуатационная грузоподъемность;
- 2) расход твердого и жидкого топлива на 100 км пути и на 100 тонно-километров полезной и полной нагрузки;
- 3) средние скорости движения;
- 4) простои и остановки по вине газогенераторных установок;

5) время, потребное на подготовительные и пусковые операции;

6) дальность действия на одной загрузке.

Ниже приводится описание отдельных газогенераторных установок, участвовавших в пробеге в порядке их номеров.

№ 1. Газогенераторная установка В. П. Карпова на пятитонном грузовике Я-5

Схема установки показана на рис. 1.

Установку составляют следующие основные части:

1. **Два газогенератора**, работающие на древесном угле по опрокинутому процессу газификации с подачей воздуха фурмами по периферии топливника, футерованного огнеупорной глиной. Генераторы работают влажным процессом, но без присадки воды или пара, пользуясь исключительно влажностью угля.

Бункер генератора имеет сверху загрузочный люк с чугунной крышкой, плотно закрываемый при помощи накладной скобы и зажимного винта. Снизу бункер крепится к газосборнику. Топливник вставлен в газосборник, причем между их стенками образуется кольцевое пространство — воздушная рубашка, проходя которую всасываемый наружный воздух подогревается за счет тепла, излучаемого топливником. Затем воздух поступает в камеру сгорания через десять фурм.

Продукты горения проходят через раскаленные слои угля, восстанавливаются, образуя горючий газ, и отсасываются снизу шахты газогенератора. В процессе газообразования участвует и вода (влажность угля), которая вместе с топливом опускается вниз.

2. **Коллектор**, соединяющий снизу оба газогенератора. Коллектор представляет длинную трубу эллиптического сечения с тонкими наружными ребрами по всей длине. Коллектор служит предварительным охладителем газа.

3. **Сухой поверхностный очиститель горячего газа**. Смесь газов двух генераторов, пройдя коллектор, направляется через патрубок, расположенный по середине коллектора в очиститель, наполненный железной стружкой, на поверхности которой оседают частички пыли и золы (поверхностная очистка).

4. **Газоохладитель**. Из очистителя газ попадает в газоохладитель. С внешней стороны охладитель мало отличается от нормального радиатора автомобиля. Охладитель состоит из двух секций медных трубок, заделанных сверху и снизу в трубные плиты. Снизу к плитам примыкают грязевики с лючками для чистки, а сверху обе секции соединены общим коллектором. Последний сверху при помощи планки скреплен с радиатором двигателя, перед которым охладитель монти-

¹ Составлено по материалам технического отчета.

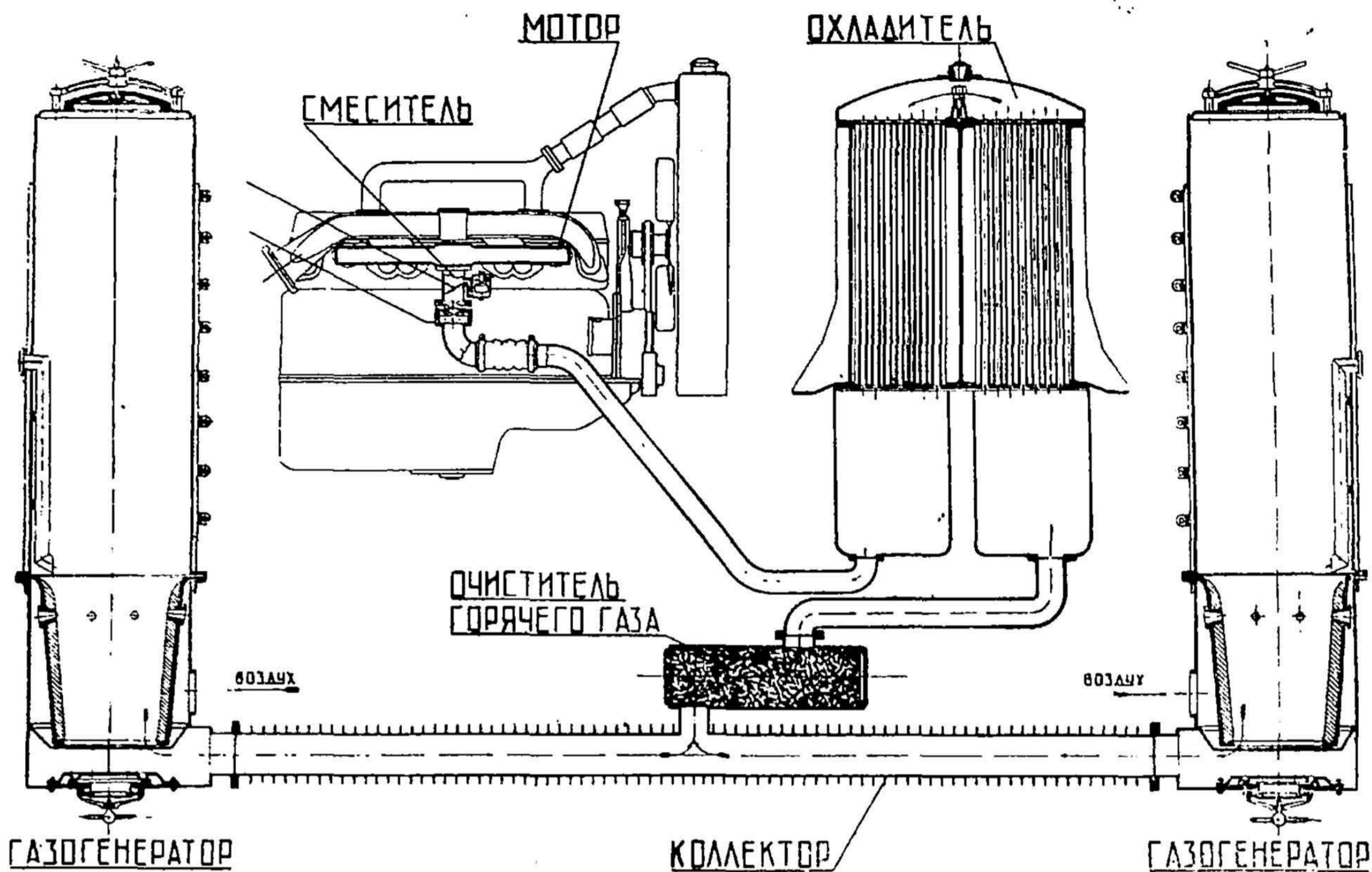


Рис. 1. Схема газогенераторной установки конструкции В. П. Карпова для пятитонного грузовика Я-5 (пробеговой № 1).

руется. Грязевики соединены трубами — один с очистителем, а другой со смесителем. Таким образом секции охладителя работают последовательно.

5. **Смеситель** работает по принципу струйчатого смешения с переключающимися потоками газа и воздуха. Смеситель имеет габариты нормального карбюратора.

Смешивание газа с воздухом происходит в смесительной камере, в стенках которой имеется два ряда отверстий, расположенных в шахматном порядке. В отверстия вварены трубки, проходящие внутрь камеры; через трубки поступает в камеру воздух. Камера окружена подвижным кольцом с отверстиями. Вращая кольцо помощью поводка и тяги, выведенных к рулевой колонке, можно больше или меньше перекрывать воздушные отверстия, регулируя этим приток воздуха.

Снизу камера смешения переходит в колено, которое помощью гибкого шланга соединено с охладителем. Через колено в камеру смешения поступает газ, который, пересекая струи воздуха, хорошо смешивается с последним.

6. **Двигатель грузовика.** Для уменьшения потери мощности при переходе на газ нормальный двигатель грузовика имеет повышенную до 8,2 степень сжатия.

7. **Монтаж установки.** Газогенераторы помещены с двух боков кабинки на особой раме. Кабинка имеет боковые вырезы и суженное сиденье, на котором однако могут свободно поместиться два человека и с некоторым неудобством три.

Охладитель газа, имеющий изящную форму, помещен перед радиатором и крепится на

амортизированных опорах.

Рабочая площадь грузовой платформы остается без изменений.

№ 2 и 3. Газогенераторные установки «Пионер-Д-8» конструкции С. И. Декаленкова на трехтонных грузовиках ЗИС-5

Обе установки по конструкции аналогичны и отличаются в монтажной схеме.

Каждую установку составляют следующие основные части:

1. **Газогенератор** опрокинутого процесса газификации, цельнометаллической конструкции со щелевой подачей воздуха по периферии топливника. Топливом служат воздушно-сухие древесные чурки различных видов древесины размерами примерно в кулак. Топливо засыпается в бункер через верхний загрузочный люк, прикрытый плоской крышкой, которая открывается отодвиганием в сторону.

Воздух поступает в воздушную рубашку и через щель по всей окружности топливника всасывается в последний. Топливник — чугунный — специальной формы. К верхней части его приклепан стальной конус с отверстиями для задержки крупных частей несгоревшего топлива, попадающих в отсасываемый газ (грубый очиститель).

Шахта газогенератора замыкается снизу зольником с колосниковой решеткой. Для чистки зольник имеет сбоку лючок, плотно закрываемый крышкой. Колосниковая решетка имеет форму корзинки, подвижной на двух пальцах, вокруг которых она может качаться, что значительно облегчает чистку зольника.

2. **Первый очиститель охладителя газа** поверхностного типа состоит из трех цилиндров, из которых два первые соединены параллельно, а третий последовательно с двумя первыми. В цилиндры вставлены металлические щетки из тонкой стальной проволоки, образующей очищающую поверхность. Очиститель служит одновременно и охладителем, причем охлаждение газа производится наружным воздухом, смывающим стенки цилиндров.

3. **Второй очиститель** состоит из одного цилиндра и работает на том же принципе, как и первый. Цилиндры очистителей плотно закрыты с обоих торцов крышками помощью гаек, навинчиваемых на концы труб, помещенных внутри цилиндров. На этих трубках собраны кольцевые щетки очистителей. Трубы открыты с обеих сторон и циркулирующий в них воздух способствует лучшему охлаждению газа.

4. **Смеситель** имеет вид нормального газового тройника. В расточенную часть одного колена тройника вставлен пустотелый золотник (стакан) с глухим дном. Снизу и сбоку золотник имеет отверстия для пропуска газовой смеси и газа, а сверху шесть отверстий для всасывания воздуха. В стенках расточенной части тройника имеется также ряд отверстий, через которые в расточенную часть (камера смешения) поступает воздух. Вращением золотника, что производится штангой, выведенной в кабину водителя, можно перекрывать воздушные отверстия и регулировать качество смеси.

5. **Двигатель** нормальной модели ЗИС-5, причем одна машина имела двигатель с повышенной до 6,5 степенью сжатия.

Первоначальный розжиг газогенератора производится двигателем, работающим на бензине с подсосом продуктов горения из газогенераторной системы.

6. **Монтаж установок.** Установки на машинах № 2 и 3 различаются в монтажной схеме: в машине № 2 газогенератор поставлен с левой стороны шасси, позади кабинки водителя, для чего в кузове вырезан угол 800 × 600 мм.

Первый очиститель подвешен сзади под кузовом на месте снятого запасного колеса, а второй очиститель помещен на правой подножке грузовика.

В машине № 3 газогенератор крепится к раме шасси с левой стороны, а второй очиститель помещен под кабинкой водителя между подножкой и рамой.

№ 4. Газогенераторная установка В-4 конструкции инж. А. А. Введенского на трехтонном грузовике ЗИС-5

Установку составляют следующие основные части:

1. **Газогенератор** опрокинутого процесса газификации с предварительным отбором части влаги топлива и со щелевой подачей воздуха в обмурованный шамотом топливник. Газогенератор работает на древесных чурках размерами 40 × 40 × 50 мм, влажностью до 20—25%.

Бункер генератора снабжен внутри в верхней части внутренним кожухом с отверстиями. Пары воды и продукты сухой перегонки при работе генератора поднимаются вверх, проходят через отверстия внутреннего кожуха и конденсируются на внутренней поверхности наружного кожуха бункера, охлаждаемого встречным воздухом. Собравшийся конденсат отводится по трубке в гидравлик, откуда по мере накопления автоматически выливается.

Всасываемый снаружи воздух подогревается в рубашке между двойными стенками нижней части бункера и через щель входит в

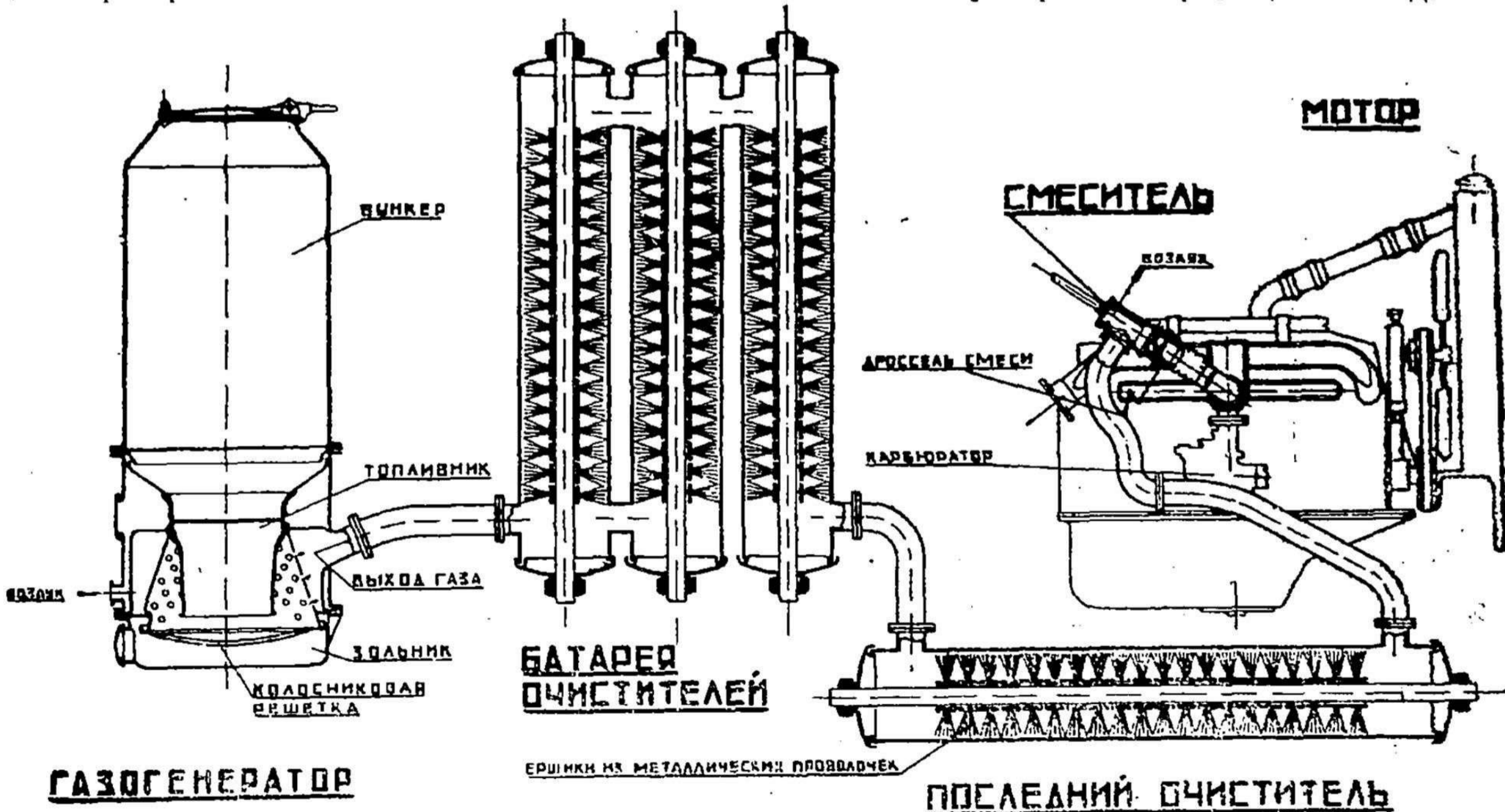


Рис. 2. Схема газогенераторной установки «Пионер Д-8» системы Декаленноза для трехтонного грузовика ЗИС-5 (пробеговый № 2 и 3).

топливник. Пройдя устье топливника и при-
мыкающую к нему колосниковую решетку,
газ всасывается в кольцевое пространство
между топливником и наружным кожухом
шахты и отсюда выходит из газогенератора.

2. Два плоскотрубчатых поверхностных га-
зоохладителя. Нижние коробки охладителей,
пыльные камеры, выполняют одновременно и
роль очистителей, работающих по принципу
инерционной очистки. Входящий в пыльные
камеры газ вследствие резкого понижения
скорости и поворота вверх теряет крупные
примеси, оседающие на дно камеры (грубая
очистка). Каждый охладитель разделен на две
секции, соединенные сверху коллекторами.
Оба охладителя работают параллельно. Газ
из пыльных камер направляется вверх по
трубкам первых секций и, пройдя коллекто-
ры, опускается вниз по вторым секциям. В
результате понижения температуры газа до
50—60° происходит обильная конденса-
ция водяных паров. Конденсат по мере накопле-
ния стекает из пыльных камер в специаль-
ный резервуар, откуда время от времени он
выпускается наружу.

3. Инерционно-поверхностный очиститель
газа, куда последний поступает из охлади-
телей, представляет в первой части циклон,
в который газ вводится тангенциально и, по-
лучая вращательное движение, отбрасывает
к наружной стенке циклона примеси.

Вращаясь в камере циклона, газ опускает-
ся вниз и через кольцевую щель со ско-
ростью около 20 м/сек. вступает на лопа-
тки крыльчатки, отбрасывающей струи газа вниз
под углом в 45° на поверхность налитых в
нижнюю часть (пылесборник) масла и воды.
Ударившись о поверхность жидкости, струи
газа образуют подобие смерча, захватываю-
щего капли масла и воды, и вместе с ними

поднимаются в пространство, заполненное
металлическим волосом (поверхностная очист-
ка в дополнение к инерционной), по мере на-
копления капли жидкости с частицами пыли
стекают вниз (самоочистка очистителя).

4. Смеситель, к которому подводится очи-
щенный газ, образует рабочую смесь по
принципу пересекающихся потоков газа и
воздуха, разбитого на ряд струй. Камера
смешения имеет по периферии ряд отверстий
для входа вторичного воздуха. Камера окру-
жена кольцом (золотником) с отверстиями,
совпадающими с отверстиями камеры.

Вращением золотника регулируется при-
ток вторичного воздуха.

5. Двигатель. Нормальный бензиновый дви-
гатель ЗИС-5.

6. Монтаж установки. Газогенератор с гид-
равликом расположен слева за кабинкой води-
теля в вырезанном угле кузова 500 × 500 мм
(сокращенно площади 8%). Охладители поме-
щены вертикально сбоку кабинки (максималь-
ное использование встречного потока воз-
духа). Очиститель газа помещен под кузовом
сзади кабинки водителя.

Розжиг генератора производится работой
двигателя на бензине с присасыванием про-
дуктов горения газогенератора.

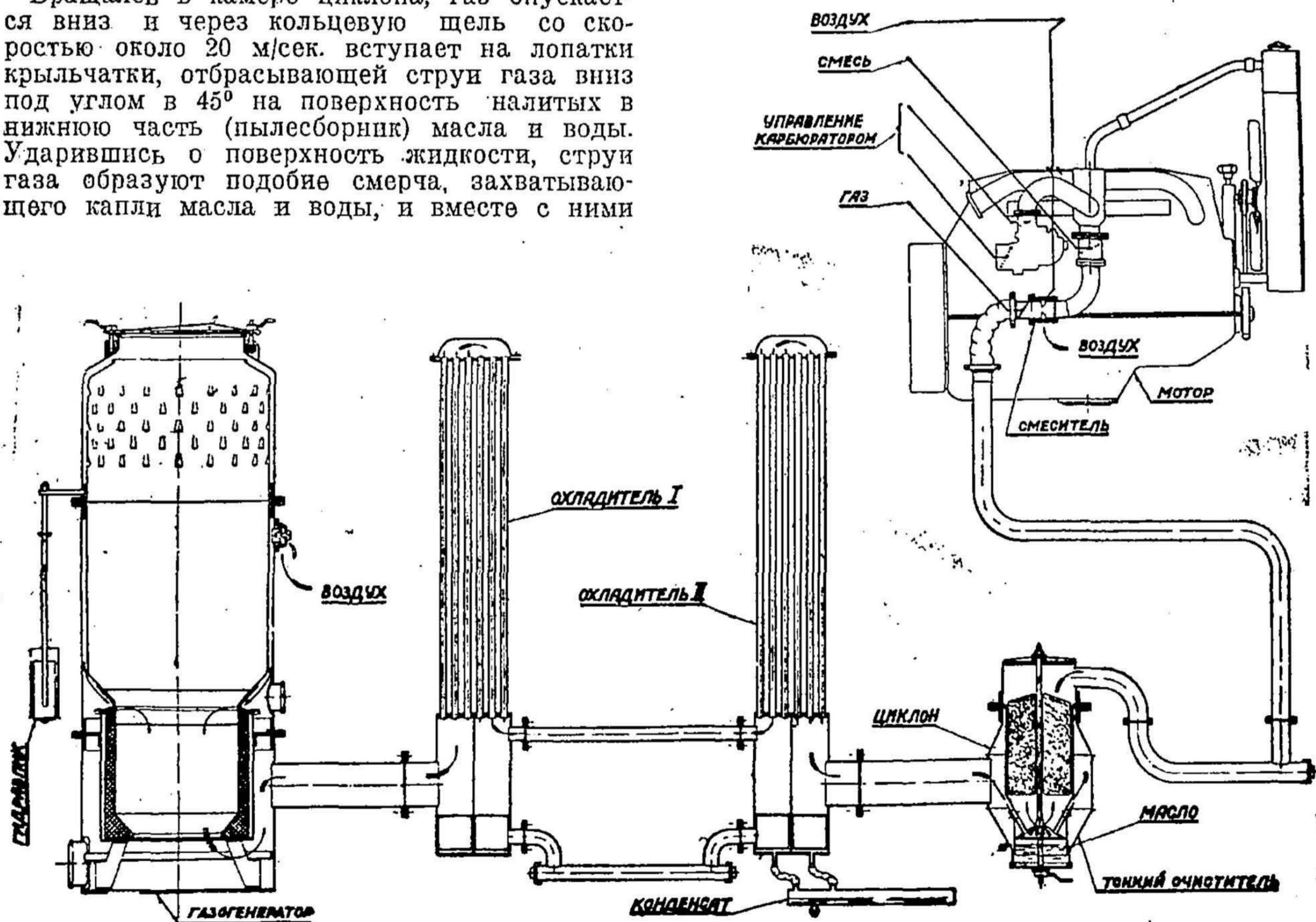


Рис. 3. Схема газогенераторной установки В-4 конструкции инж. Введенского для трехтон-
ного грузовика ЗИС-5 (пробеговый № 4).

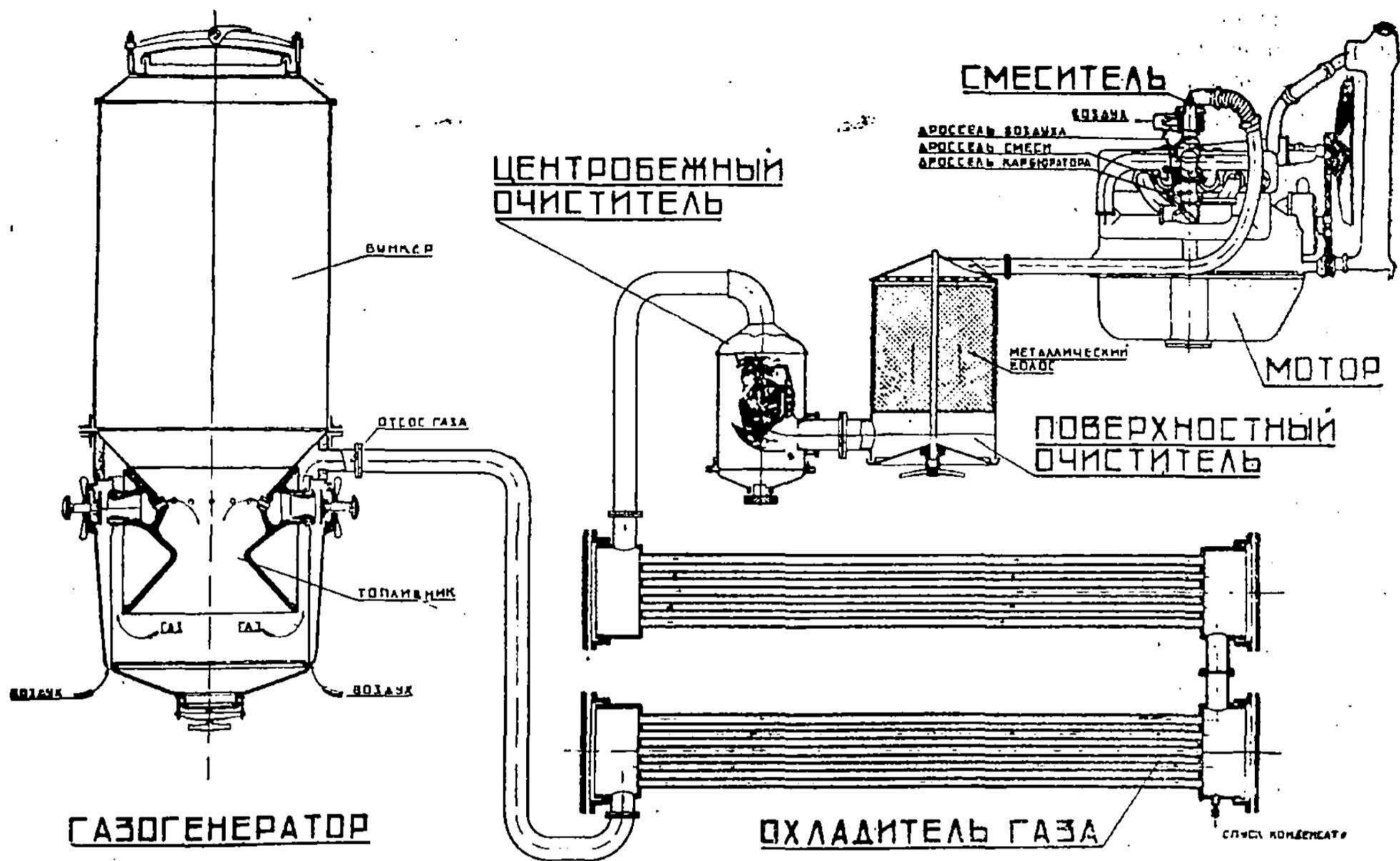


Рис. 4. Схема газогенераторной установки Автодор 2 конструкции И. С. Мезина на автомобиле ГАЗ-АА (пробеговой № 5).

№ 5. Газогенераторная установка «Автодор-2» на полугорюном грузовике ГАЗ-АА

Основные части установки:

1. **Газогенератор** — опрокинутого, высоконапряженного процесса газификации цельнометаллической конструкции с фурменной подачей воздуха по периферии топливника. Газогенератор работает на воздушно-сухих древесных чурках размерами $50 \times 50 \times 50$ мм, с относительной влажностью не выше 20%.

Топливо засыпается через круглый люк бункера, закрываемый чугунной крышкой с накидной скобой и американским замком. Топливник изготовляется из жароупорной стали и имеет специальную форму (два усеченных конуса, соединенные меньшими основаниями). Двенадцать фурм, ввернутых в топливник, соединяют полость топливника с кольцевым воздухоходом вокруг топливника.

Газосборная камера, окружающая топливник, замыкается плоской колосниковой решеткой и зольником с лючком, закрытым чугунной крышкой.

Между стенкой газосборной камеры и наружным кожухом шахты образуется воздушная рубашка слегка конической формы. На уровне фурм рубашка снабжена флянцами с ввернутыми в них пробками. Отвинтив пробки, можно производить розжиг газогенератора. В пробки ввинчены винты с тарелками и наружными барашками. При помощи винтов с тарелками можно закрывать отверстия воздуха, прекращая доступ воздуха в топливник. При розжиге пробки вместе с винтами и тарелками отвинчиваются, открывая доступ к

фурмам. Розжиг производится при помощи двух горящих факелов, подносимых к открытым отверстиям во время работы двигателя на бензине.

2. **Охладители газа.** Установка имеет два охладителя, соединенные последовательно. Охладители поверхностного плоскотрубчатого типа. Трубы сварены концами в цилиндрические коробки, плотно закрываемые с торцов плоскими крышками. Коробки служат коллекторами газа. Трубы охладителей омываются снаружи встречным воздухом.

3. **Центробежный газоочиститель.** Охлажденный газ поступает в центробежный очиститель, где происходит грубая очистка газа. Очиститель такого же типа, как применяемый для очистки воздуха в двигателе Геркулес.

4. **Поверхностный газоочиститель.** Второй очиститель — для тонкой очистки газа — поверхностного типа. Очистка производится пропусканием газа через набивку из металлического волоса, покрытую сверху проволоочной спиралью (для предохранения от разбухания волоса), а снизу ограниченную решеткой.

5. **Смеситель** работает по принципу инерционного смешения газозвудушных струй.

6. **Двигатель** нормального типа с увеличенной до 5,6 степенью сжатия.

7. **Монтаж установки.** Газогенератор установлен с левой стороны шасси позади кабинки водителя. Для монтажа в левом углу кузова сделан вырез размерами 600×600 мм (сокращение площади платформы на 5%).

Охладители подвешены к лонжеронам рамы под кузовом на месте снятого запасного

колеса. Очистители висят на газовых трубах с правой стороны шасси под кузовом.

Все трубы газохода крепятся к раме помощью накладных скоб.

№ 6. Газогенераторная установка «Пионер Д-6-а» конструкции С. Д. Декаленкова на полугорючонном грузовике ГАЗ-АА

Основные части установки.

1. Газогенератор опрокинутого процесса газификации, цельнометаллической конструкции с целевой подачей воздуха по периферии топливника. Газогенератор работает на воздушно-сухих древесных чурках, размеров двух спичечных коробок.

Засыпка топлива в бункер производится через загрузочный люк, закрываемый плоской крышкой. Открывание люка осуществляется отводом крышки в сторону. Для предохранения от самооткрывания крышка имеет специальный замок. Крышка пришабрена к рамке отверстия и не имеет специального уплотнения. На случай прилипания крышки от отложений смол имеется специальный отжимной болт.

Продолжением бункера служит воздушная рубашка, соединяющаяся снизу с зольником. На уровне воздушной щели топливника рубашка имеет смотровое отверстие, закрываемое дверцей с замком.

Топливник специальной формы круглого сечения отлит из чугуна. Несколько ниже щели к топливнику прикреплена диафрагма, плавно переходящая в цилиндрический кожух газосборника. К верхней части топливника приклепан стальной конус (воронка), образующий воздушный канал около щели. На поверхности конуса насверлен ряд отверстий, проходя через которые отсасываемый газ очищается от крупных частиц угля (грубая очистка газа). Шахта замыкается внизу

зольником, соединенным с воздушной рубашкой, и газосборником. Кольцо, вваренное внутри зольника, поддерживает колосниковую решетку. Это же кольцо служит опорой конуса, приклепанного к топливнику. Колосниковая решетка подвешена на двух пальцах к опорному кольцу и может качаться, облегчая чистку зольника.

2. Очиститель-охладитель газа состоит из двух секций, соединенных последовательно. Устройство цилиндров, составляющих секции, аналогично описанному раньше для газогенераторной установки того же конструктора (машины № 2 и № 3).

3. Смеситель работает по принципу параллельно-струйчатого смешения потоков газа и воздуха.

Смеситель имеет вид тройника, одно из колен которого расточено, образуя камеру смешения. Сюда вставлен бронзовый стакан (золотник). Стакан и камера имеют отверстия, через которые всасывается воздух. Количество последнего регулируется перекрытием отверстий при вращении стакана. Газ всасывается в смеситель через боковой патрубок тройника и через отверстия с одной стороны стакана. При повороте стакана на $\frac{1}{2}$ оборота газовое сечение совершенно перекрывается и газогенератор отключается от двигателя.

Розжиг газогенератора производится работой двигателя на бензине.

4. Двигатель нормальный, но с повышенной до 5,2 степенью сжатия.

5. Монтаж установки. Газогенератор установлен с правой стороны шасси позади кабинки водителя, для чего в кузове сделан вырез размером 500 × 500 мм.

Очистители-охладители монтируются под рамой на месте запасного колеса и крепятся к раме специальными хомутами. Смеситель установлен в кабинке водителя.

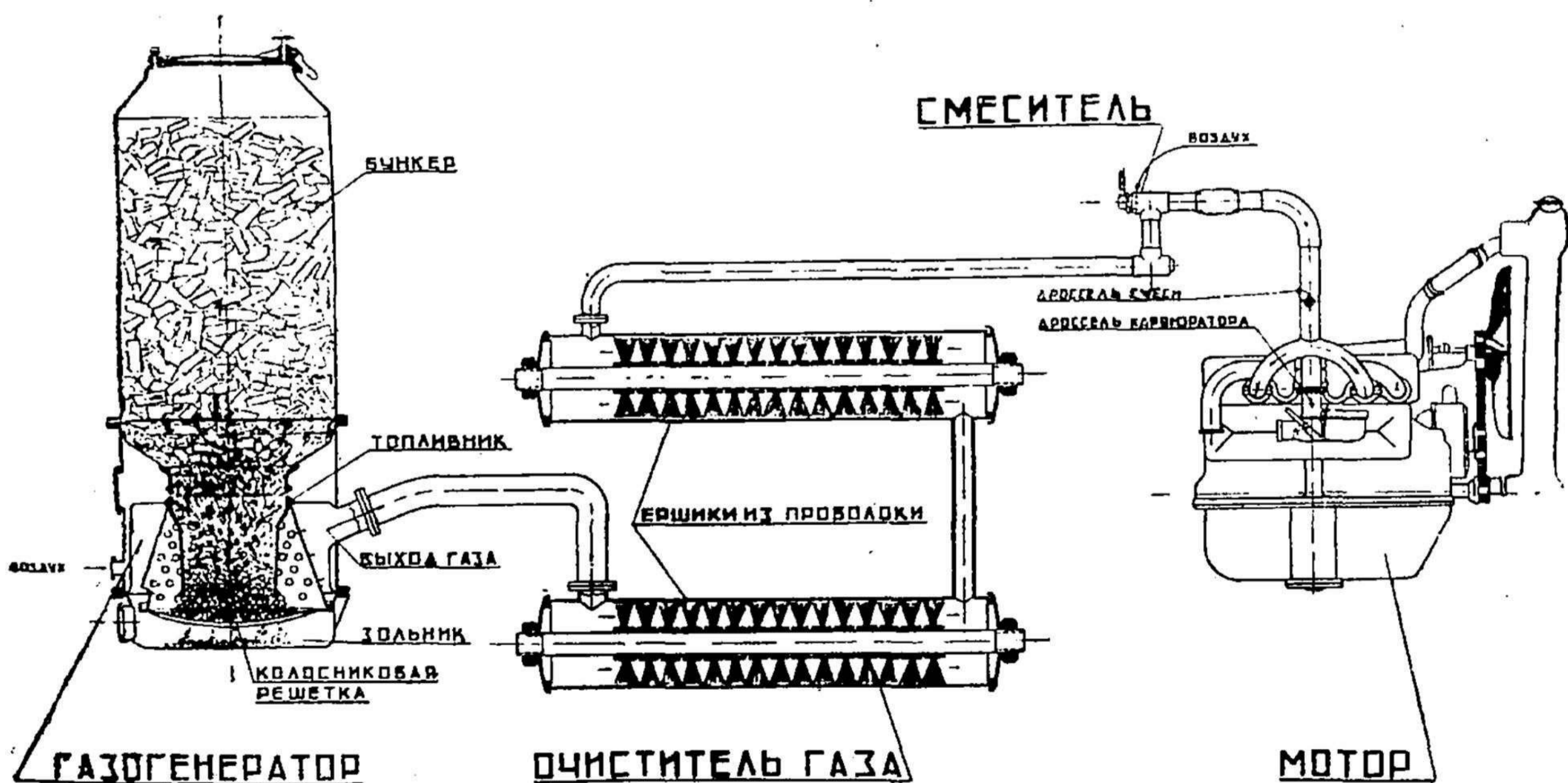


Рис. 5. Схема газогенераторной установки «Пионер Д-6-А» системы Декаленкова для полугорючонного грузовика ГАЗ-АА (пробеговой № 6).

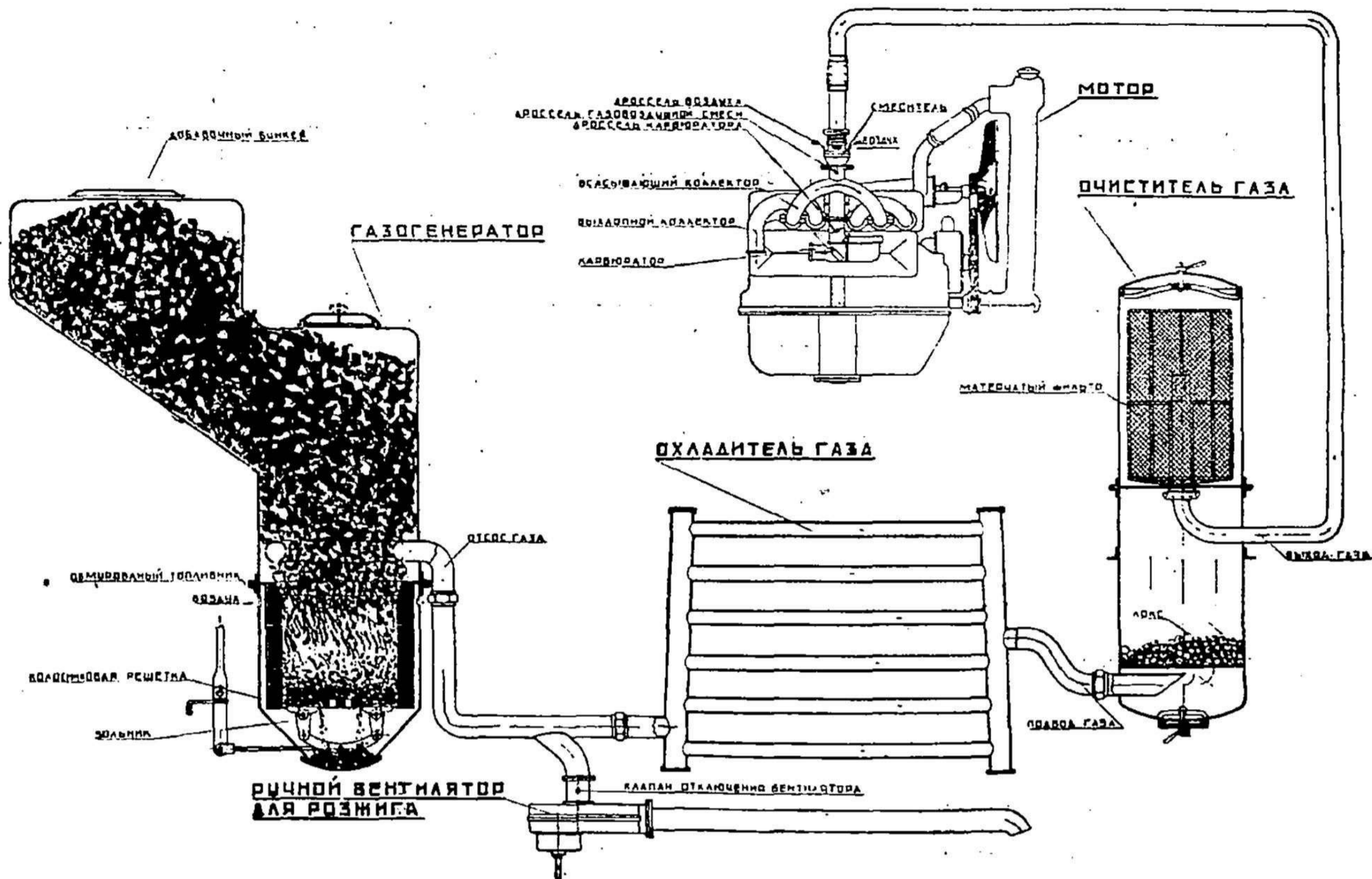


Рис. 6. Схема газогенераторной установки У-5 (модель 1934 г.) на грузовике ГАЗ-АА системы проф. Наумова (пробеговой № 7).

№ 7. Газогенераторная установка проф. Наумова типа У-5 на полутонном грузовике ГАЗ-АА

Основные части установки:

1. **Газогенератор** прямого процесса газификации с обмурованным топливником, работающий на древесном угле.

Газогенератор работает без присадки пара или воды сухим процессом газификации.

К основному бункеру примыкает сбоку добавочный бункер с прямоугольным люком, через который производится загрузка генератора топливом. Люк закрыт крышкой с помощью зажимной скобы.

В нижнюю часть основного бункера вставлен газосборник, соединенный патрубком с высасывающим газопроводом. Газосборник представляет трубу, согнутую в виде кольца с рядом отверстий для приема газа. Бункер соединен угловым флянцем с топливником и его внешним кожухом. Топливник цилиндрической формы из листовой стали. Обмурован внутри тремя шамотными кольцами, свободно лежащими одно на другом. Снизу топливник замыкается колосниковой решеткой из трех колосников: средний неподвижен, а два боковых могут качаться при помощи рукоятки, шарнирно укрепленной на подножке грузовика. Топливник и колосники вставлены в цилиндрический кожух из листовой стали.

Кожух внизу переходит в зольник с круглым лючком для чистки. Сверху кожух имеет ряд отверстий, через которые всасывается воздух, попадающий в пространство между

стенкой топливника и кожухом. Здесь воздух подогревается и входит под колосники.

Розжиг газогенератора производится ручным вентилятором.

2. **Охладитель газа**, куда попадает газ из газогенератора, состоит из шести тонкостенных газовых трубок, вваренных в два трубчатых коллектора. Коллекторы имеют патрубки для подвода и отвода газа.

3. **Очиститель газа** сухой — комбинированный: поверхностный — для грубой очистки и фильтр — для тонкой очистки. Поверхностная очистка производится в слое кокса, насыпанного в нижнюю часть очистителя.

Фильтр состоит из нескольких слоев марли, натянутой на цилиндрический каркас, помещенный в верхней части очистителя. Наверху имеется люк, через который вынимается фильтр и очищается кокс.

4. **Смеситель** параллельно-струйчатого типа с небольшим эжектирующим подсосом воздуха.

Камера смешения имеет седло, к которому спиральной пружиной прижимается золотник. Последний имеет вращательное движение, причем перекрывает отверстия, сделанные как в золотнике, так и в седле камеры смешения, чем регулируется приток воздуха.

Газ подводится к камере смешения по патрубку с дроссельной заслонкой.

Регулировка количества смеси производится дросселем, установленным в патрубке, приваренном к всасывающему коллектору двигателя.

5. **Двигатель** стандартный с повышенной до 5 степенью сжатия.

**С В О Д Н А Я
технических показателей**

Пробеговой № машины	Тип автомобиля и его тоннаж	Тип установки	Основное топливо во машин	Длина пробега (в км)	Полезная нагрузка (в т)	Общий расход топлива (в кг)		
						Дрова	Уголь	Бензин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Я-5—пятитонный	Газогенератор Карпова	Уголь	50	3,9	—	225	—
3	ЗИС-5—трехтонный	Газогенератор Декаленкова	Дрова	51	1,5	292	—	39
4	ЗИС-5—трехтонный	Газогенератор Введенского	„	60	1,8	215	—	19
5	ГАЗ-АА—полутонный	Газогенератор Мезина	„	100	0,9	152	—	4
6	ГАЗ-АА—полутонный	Газогенератор Декаленкова	„	—	0,9	—	—	—

Характеристика рабочего топлива:

Теплотворные способности (нижний предел): дрова —3301 кал./кг
уголь —6727 „ „
бензин—1016) „ „

В л а ж н о с т ь: дрова —22,2%
уголь —11,9%

**С В О Д Н А Я
технических показателей**

Пробеговой № машины	Тип автомобиля и его тоннаж	Тип установки	Основное топливо машины	Полезная нагрузка (в т)
1	2	3	4	5
1	Я-5—пятитонный	Газогенератор Карпова	Уголь	3,26
2	ЗИС-5—трехтонный	Газогенератор Декаленкова	Дрова	1,67
3	ЗИС-5—трехтонный	Газогенератор Декаленкова	„	1,63
4	ЗИС-5—трехтонный	Газогенератор Введенского	„	1,13
5	ГАЗ-АА—полутонный	Газогенератор Мезина	„	0,98
6	ГАЗ-АА—полутонный	Газогенератор Декаленкова	„	0,98
7	ГАЗ-АА—полутонный	Газогенератор Наумова	Уголь	1,01
8	Я-5—пятитонный	Эталонная	Бензин	4,86
9	ЗИС-5—трехтонный	„	„	2,4)
10	ГАЗ-АА—полутонный	„	„	1,10

Длина технического пробега—641 км.

1) Из расчета исключено по одному перегону, на которых машинами была нарушена предельная

ТАБЛИЦА
ПОДМОСКОВНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Условн. общий расход в основ. топл. в кг по калорийности	Удельные расх. основного топл. (в кг)		Средняя скорость за контрактный пробег в (км/час.)		Максимальная скорость (км/час.)	Минимальная скорость на прямой передаче (км/час.)	Средняя скорость при разгоне от скор. 10 км/час. на 200-м участке (км/час.)	Скорость в конце разгона на 200-м участке (км/час.)	Скорость в конце разгона на 400-м участке (км/час.)
	На 100 км пути	На 100 тонно-км полезной работы	фактическая	зачетная с учетом пенализации					
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
33,4	67	17	30,0	30,0	38,0	16,7	23,6	—	—
100,3	197	131	23,5	14,9	23,5	14,0	18,0	13,2	16,6
70,9	118	66	27,7	22,0	41,5	13,1	21,2	15,0	25,6
47,3	47	53	36,8	36,8	47,2	11,0	22,6	21,1	29,8
—	—	—	—	—	27,7	19,8	—	18,4	24,1

ТАБЛИЦА
пробега Ленинград—Клин

Общий расх. топлива (в кг)			Условный общий расход в основном топливе в кг по калорийности	Удельный расх. основного топл. (в кг)		Средняя скорость (в км/час.)		
дрова	уголь	бензин		На 100 км пути	На 100 тонно-километров полезной работы	фактическая	зачетная с учетом пенализации	
6	7	8	9	10	11	12	13	
—	682	60	817	127,5	39,1	24,3	21,7	<p>Характеристика рабочего топлива:</p> <p>Теплотворные способности (низший предел):</p> <p>дрова — 3301 кал./кг</p> <p>уголь — 4534 " "</p> <p>бензин — 10160 " "</p> <p>Влажность:</p> <p>дрова — 22,2%</p> <p>уголь — 35,7%</p>
730	15	23	823	128,4	76,7	24,8 ¹⁾	20,6 ¹⁾	
801	28	33	939	146,5	89,9	28,1	26,1	
839	36	67	1093	170,5	174,6	25,5	22,3	
361	8	9	399	62,2	63,7	28,7 ¹⁾	26,4 ¹⁾	
458	13	7	496	77,4	79,4	26,9	26,7	
—	358	13	386	60,2	59,6	26,9	24,6	
—	—	315	315	49,1	10,1	27,9	27,9	
—	—	175	175	27,3	11,4	29,0	29,0	
—	—	112	112	17,5	15,9	35,4	35,4	

установленная скорость движения.

6. Монтаж установки. Газогенератор установлен с правой стороны шасси позади кабинки водителя, причем добавочный бункер расположен поперек рамы вдоль задней стенки кабинки.

Газогенератор крепится к раме при помощи двух легких балочек и стремянок. Балочки одновременно служат опорой очистителю. Охладитель газа помещен под кузовом на месте снятого запасного колеса и крепится к раме шасси помощью накладных скоб.

Очиститель установлен с левой стороны шасси против газогенератора.

Техническое наблюдение и контроль за машинами в пробеге осуществлялись технической комиссией через контролеров.

Порядок следования машин между этапами был установлен с индивидуальными скоростями, свойственными данному типу машины (но не свыше 40 км в час), с правом обгона в пути одних машин другими.

Полезная нагрузка на машины технической комиссией была принята, исходя из 80% от номинальной за вычетом веса всей генераторной установки.

Так как некоторые машины (№ 2, 3 и 4) при установленной для них полезной нагрузке имели меньшую скорость движения, чем остальные, то на обратном пути полезную нагрузку на машины технической комиссией было разрешено произвести любую в пределах номинала по усмотрению представителя организации, выставившей газогенераторную установку.

Учет топлива устанавливался для каждой газогенераторной машины по сумме расходов за все пройденные этапы.

Кроме фактической скорости движения для газогенераторных машин определялась зачетная скорость путем зачета времени на непенализируемые остановки, происшедшие по вине газогенераторных установок.

В результате технических наблюдений и контроля за машинами в пробеге, а также последующих специальных ходовых испытаний, произведенных под Москвой при посредстве ЦАНИИ, техническая комиссия пробега выполнила обработку полученных материалов и представила 13 января 1935 г. на заседание президиума ЦС Автодора свои выводы, без изменения утвержденные последним.

На таблицах 1 и 2 приведены выдержки сводных данных для отдельных машин по техническим показателям, полученным в пробеге и в подмосковных испытаниях.

Как видно из приведенных данных, наименее совершенными являются газогенераторные установки на ЗИС-5.

Ниже приводятся выводы технической комиссии.

Газогенераторная установка ВАММ (№ 1)

1. При динамике в пробеге и на специальных испытаниях (под Москвой) показала хорошие для автомобиля своего класса результаты.

2. По экономии достигла наименьшего удельного расхода основного топлива, отнесенного к общим тонно-километрам работы; повышенный расход бензина на обратном

перегоне явился следствием чрезвычайно низкого качества (избыточной влажности) угля.

3. Время розжига и перевода двигателя на газ вполне приемлемо для эксплуатационных условий.

4. Дальность действий на одной загрузке бункера — 100 км.

Газогенераторная установка «Пионер» тип Д-8 (№ 2—3)

1. По динамике уступает автомобилю того же класса (№ 4). Повышенная скорость движения автомобиля № 3 на перегоне Ленинград—Клин не характеризует полностью динамических качеств этой машины, так как результаты дополнительных испытаний оказались неудовлетворительными.

2. По экономии автомобиля № 2 и 3 не имеют преимуществ перед автомобилем того же класса № 4, судя по данным пробега и по дополнительным испытаниям.

3. Время розжига и перевода на газ вполне приемлемо для эксплуатационных условий.

4. Дальность действия на одной загрузке бункера — 70 км.

Газогенераторная установка тип В-4 (№ 4)

1. По динамике, оцениваемой по данным дополнительных специальных испытаний, показал лучшие результаты для автомобилей своего класса.

2. По экономии может считаться равноценным с автомобилями № 2 и 3 своего класса. Повышенный расход топлива в пробеге и большая доля жидкого топлива уравниваются лучшей экономичностью его при дополнительных испытаниях.

3. Время розжига и перевода на газ вполне приемлемо для эксплуатационных условий.

4. Дальность действия на одной загрузке бункера — 70 км.

Газогенераторная установка «Автодор 2» (№ 5)

1. По динамике, оцениваемой по данным пробеговых и дополнительных специальных испытаний, показал наилучшие результаты из однотипных машин.

2. По экономии по совокупности результатов пробеговых и специальных дополнительных испытаний показал наилучшие результаты из однотипных машин.

3. Время розжига и перевода на газ вполне приемлемо для эксплуатационных условий.

4. Дальность действия на одной загрузке бункера — 80 км.

Газогенераторная установка «Пионер» тип Д-6 (№ 6)

1. По динамике показал удовлетворительные результаты в пробеге, но при дополнительных динамических испытаниях сильно снизил показатели (небольшая величина максимальной скорости движения и чрезвычайно неустойчивый режим работы газогенератора на малых оборотах двигателя).

2. По экономике, сильно уступая однотипному автомобилю № 5, является равноценным с автомобилем № 7.

3. Время розжига и перевода на газ вполне приемлемо для эксплуатационных условий.

4. Дальность действия на одной загрузке бункера — 55 км.

Газогенераторная установка «У-5» (№ 7)

1. По динамике показал удовлетворительные результаты в пробеге. В специальных дополнительных испытаниях не участвовал.

2. По экономике, сильно уступая однотипному автомобилю № 5, является равноценным с автомобилем № 6.

3. Время розжига и перевода на газ вполне приемлемо для эксплуатационных условий.

4. Дальность действия на одной загрузке бункера — 115 км.

Ввиду того, что перечисленные в оценке показатели недостаточно полно характеризуют эксплуатационные качества машин, которые можно выявить только при длительных эксплуатационных испытаниях (надежность, прочность), и кроме того по каждой установке были отмечены отдельные эксплуатационные и конструктивные дефекты, выявленные только внешним осмотром и наблюдением (без детальной разборки установок и машин после окончания испытаний), техническая комиссия считает необходимым отметить нижеследующее:

1. Безусловную возможность эксплуатации представленных в пробеге советских газогенераторных установок на автомобилях союзного производства.

2. Лучшими из представленных в пробеге газогенераторных установок являются: ВАММ—конструкции Карпова, «Автодор-2»—конструкции Мезина и «У-5» — конструкции проф. Наумова.

3. Ввиду того, что газогенераторная установка № 1 — ВАММ — установлена на нестандартном двигателе, пуск ее в серийное производство и дальнейшие эксплуатационные испытания считать нецелесообразным, но, учитывая хорошие показатели ее работы, признать необходимым перенесение принципа ее конструкции на стандартные автомобили советского производства.

4. Газогенераторная установка № 5 — «Автодор-2» по изменению способа розжига, обеспечивающего пожарную безопасность и удобство работы, по созданию более совершенного очистителя и при других мелких изменениях конструкции, облегчающих уход (барашки, люки и пр.), может быть передана на серийное производство с последующими испытаниями в нормальных эксплуатационных условиях.

5. Газогенераторная установка № 7 (У-5) по внесению мелких изменений конструкции, облегчающих уход (замена гаек барашками и пр.), может быть передана на серийное производство с последующими испытаниями в нормальных эксплуатационных условиях.

6. Газогенераторные установки «Пионер», хотя и отличаются простотой конструкции и обслуживания, тем не менее вследствие наличия смол в цилиндрах двигателя (машина № 2) требуют дополнительных научноисследовательских экспериментальных работ в области конструкции газогенератора, процесса газообразования и очистки газа. Без соответственных изменений рекомендована к серийному выпуску быть не может.

7. Газогенераторная установка «В-4», вышедшая в пробег без предварительных испытаний, нуждается в доработке конструкции и производстве дальнейших лабораторных и дорожных испытаний, после чего лишь может быть решен вопрос о возможности ее выпуска в серийное производство.

8. Что все газогенераторные установки смонтированы на шасси за счет урезки кузова (за исключением машины № 1 — ВАММ). При подготовке машин к серийному производству желательно установку генератора осуществлять, сохраняя полезную площадь кузова.

Из всего вышеизложенного следует прийти к заключению, что уже вполне своевременно перейти от исключительно лабораторно-исследовательской работы в области газогенераторного дела к получению более широкого эксплуатационного опыта, для чего необходимо довести лучшие из указанных образцов до серийного изготовления и пустить их в лесных районах Союза на опытную эксплуатацию, организовав на местах учет и наблюдение за их работой.

НОВЫЕ ПРИБОРЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

(По иностранным журналам)

Портативный прибор для подзарядки аккумуляторов. Включается в городскую сеть.



Я. Сквирский

Перспективы развития двигателей для автомобилей, тракторов и танков

(По материалам иностранной печати)

До настоящего времени в автомобилях, тракторах и танках устанавливались в преобладающей своей массе бензиновые двигатели.

За последние несколько лет широкое распространение начинают получать быстроходные бескомпрессорные транспортные дизель-моторы для грузовых автомобилей. Военные ведомства ряда капиталистических стран, учитывая преимущества, в том числе и специфически военные, двигателей, работающих на тяжелом топливе, проявляют большой интерес к дизель-моторам и производят работы по установке их в танки.

Недостатки, ранее препятствовавшие широкому распространению дизелей (большой удельный вес, малооборотность, большие габариты, тяжелый пуск и т. д.), несомненно являются временными и ни в какой мере не могут служить препятствием к широкому развитию их.

В результате длительного опыта, накопленного Европой при изготовлении и эксплуатации транспортных дизелей разных типов, в настоящее время появились образцы, в основном лишенные вышеуказанных недостатков.

Имеется ряд современных транспортных дизелей (АЕС, Юнкерс, Кэмпер, Геркулес, Гил, Уник и др.) с удельным весом в пределах 4—6 кг на 1 л. с., т. е. почти не превышающим удельного веса нормального транспортного бензинового двигателя.

Низкое число оборотов также перестало служить препятствием для применения дизеля в автомобильном транспорте. Появившиеся в последние годы дизеля (Буда, Геркулес, Вокши, АЕС, Дорман, Уник, Дейтц, Заурер, Фиат и др.) развивают 2 000—2 500 и более оборотов в минуту.

Дизель-моторы вписываются в габариты, отводимые для двигателя на шасси грузового автомобиля, автобуса и трактора, без каких-либо изменений; облегчается пуск и т. д.

Таким образом проблему получения легкого быстроходного бескомпрессорного транспортного дизеля следует считать в основном разрешенной.

Эти работы уже вышли из стадии экспериментально-исследовательских разработок — в настоящее время свыше 40 фирм в серийном порядке изготовляют более полутора десятков типов транспортных дизелей. Редкая автомобильная фирма выпускает грузовики без дизель-мотора. В силу крупносерийного производства дизелей все время повышается надежность конструкции, упрощается эксплуатация и понижается стоимость их. Больше того, ряд автомо-

бильных фирм выпускает двигатели с учетом специфических требований для установки их в танке. Так например германская фирма Круппа выпускает четырехцилиндровые дизеля с воздушным охлаждением при горизонтальном расположении цилиндров мощностью в 50 л. с. при 2 200 оборотах в минуту и с удельным весом в 6,5 кг на 1 л. с.

По некоторым данным ряд других фирм также имеют дизеля, которые конструировались с учетом возможности установки их в танке.

Если к тому же учесть, что военные требования к дизелю для танков как правило являются принципиально отличными от требований общегражданских, что снабжение современных сверхлегких и легких танков практически идет по линии приспособлений автомобильных двигателей и что транспортные дизеля выпускаются мощностью от 25 до 200 и более л. с., то становится очевидным, что уже в ближайшее время дизеля в танках будут также вытеснять бензиновые двигатели, как это сейчас имеет место на грузовых машинах, и что капиталистические страны с развитой автотракторной промышленностью уже подготовлены к массовому выпуску не только бензиновых, но и дизель-моторов для быстроходных сверхлегких и легких танков.

Однако, несмотря на большие успехи и широкую перспективу развития дизеля, в ряде капиталистических стран и в особенности в странах, лишенных собственных ресурсов жидкого топлива, производится усиленная работа по созданию двигателей с большей топливной универсальностью. Сюда входят работы по газогенераторным установкам, по паровым машинам и т. д. Газогенераторным установкам транспортного типа еще с времен империалистической войны уделялось много внимания.

В последнее время имеют место производство новых газогенераторных грузовиков, автобусов и тракторов и монтаж на ранее выпущенных автомашинах газогенераторных установок с сохранением бензиновых систем для обеспечения быстрого запуска двигателя и возможного получения добавочной мощности в тяжелых условиях движения. Производство и развитие автомобильных газогенераторных установок очень стимулируются Францией, Германией, Италией, Швецией и Литвой.

Однако, несмотря на экономические выгоды применения газогенераторов (экономия эксплуатационных расходов на 75—80% по сравнению с бензиновыми двигателями) и большое военное значение, которое они приобретает благодаря неограниченным запасам

отечественного твердого топлива и возможности обеспечения газогенераторов древесным топливом в любой обстановке за счет местных ресурсов, область применения их при существующем состоянии техники этого дела ограничивается транспортными автомобилями и тракторами.

Ввиду громоздкости установки и пониженной мощности (на 25% и более) двигателя при работе на генераторном газе вряд ли можно рассчитывать на возможность массового применения газогенераторов в танках в ближайшее время. Следует иметь в виду, что газогенераторные установки являются суррогатом и распространение они получают не в результате усовершенствования двигателей, а в интересах приспособления их для работы на отечественном топливе.

Лучше обстоит дело в части перспектив с проблемой получения парового двигателя для автомобилей и тракторов и с использованием его в танке. Основным тормозом распространения парового двигателя в безрельсовом транспорте являлось отсутствие котлов высокого давления и как результат этого громоздкость и большой мертвый вес установки, необходимость большого запаса воды и частой очистки котла, длительность разогрева котла до пуска двигателя, плохие условия обслуживания и т. д.

Успехи в технологии огнестойких сталей и в применении пара высокого давления открывают широкие возможности быстрого и успешного развития паровых силовых установок транспортного типа. В настоящее время имеется ряд опытных образцов паровых автомобилей, у которых недостатки, имевшие место ранее, в основном устранены. Применение котлов высокого давления увеличивает коэффициент полезного действия паровой установки и позволяет сделать ее более легкой и компактной.

Вес современных паровых автомобилей, снабженных котлами высокого давления, мало чем отличается от веса обычного автомобиля с двигателем внутреннего сгорания: так например пятиместное шасси с паровой установкой «Добль» с двигателем мощностью в 82 л. с. и с максимальной скоростью 120 км/час весит только 1235 кг. По данным германской фирмы Геншель паровой автобус в весовом отношении (полный вес — 10,22 т) стоит рядом с дизельным (10,215 т) и несколько уступает бензиновому (9,845 т).

По внешнему виду и габаритам современные автомобили с паровой установкой не отличаются от автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Установка парового двигателя может быть произведена на стандартном шасси, специально приспособленном для этой цели. Радиус действия парового автомобиля обычно не отличается от нормального автомобиля, так как при наличии конденсатора он определяется не емкостью водяной системы, а емкостью бензобака. Вода циркулирует по замкнутой системе и добавляется только изредка при утечке пара, поэтому отпадает необходимость возобновления запаса воды и очистки котла от накипи. Продолжительность разогрева котла до пуска машины не превышает 2 минут. Благодаря работе на жидком

топливе и наличию автоматически действующей системы регулирования работы котла условия обслуживания облегчаются по сравнению с двигателями внутреннего сгорания и т. д.

Больше того, современный паровой автомобиль благодаря выгодным свойствам паровой машины как тягового двигателя имеет ряд принципиально важных преимуществ по сравнению с автомобилем, снабженным двигателем внутреннего сгорания. К этим преимуществам следует отнести:

1. Прекрасную приемистость — паровой двигатель получает энергию от постороннего источника (котла) и количество вырабатываемого пара зависит от степени напряженности котла, а не от режима работы двигателя, поэтому двигатель может дать небольшой крутящий момент на больших оборотах и малом количестве пара или большой крутящий момент на малых оборотах и большом количестве пара. Крутящий момент парового двигателя с котлом достаточной напряженности может возрастать по мере надобности за счет автоматического увеличения подачи топлива в топку и быстрого парообразования.

У двигателей же внутреннего сгорания кривая крутящего момента с уменьшением числа оборотов на некотором интервале остается почти постоянной, а при дальнейшем уменьшении оборотов снижается, поэтому самоходные повозки с двигателями внутреннего сгорания принуждены иметь коробки передач для возможности увеличения крутящего момента при трогании с места и на участках с увеличенным сопротивлением движению.

В результате хорошей приемистости парового двигателя в самоходной повозке могут отсутствовать сцепление и коробка передач, что наряду с упрощением и удешевлением конструкции благоприятно сказывается на плавности хода машины и позволяет водителю сосредоточить все внимание на наблюдение за дорогой. Кроме того при всех прочих равных условиях повышается коммерческая скорость движения.

По данным заграничной практики однотипный с бензиновым автобусом паровой автобус «Детройт Мотор Басс Компани» показал при эксплуатации в условиях густо населенного города коммерческую скорость на 20% выше бензинового. Автобус «Аутомотив Синдикейт» при весе в 10 т достигает скорости в 40 км/час через 7 секунд с момента трогания с места и т. д.

2. Легкий и плавный переход с переднего на задний ход и обратно благодаря реверсивности парораспределительной системы; при этом для осуществления перехода не требуется предварительно останавливать машину.

3. Простоту и надежность конструкции.

4. Понижение эксплуатационных расходов — несмотря на худшее по сравнению с двигателем внутреннего сгорания использование тепла в паровой установке, стоимость тонно-километра перевозимого груза оказывается несколько меньшей вследствие экономичности паровой установки при частичной нагрузке, возможности использования более дешевых сортов топлива, значительному понижению

расхода масла для цилиндров, меньшему расходу на ремонт и т. д.

5. Пожарную безопасность, безопасность от взрыва, так как запас воды мал, способность выдерживать большие перегрузки, сохранение мощности на больших высотах, тогда как бензиновый мотор на высоте 8 км над уровнем моря теряет около 60% своей полезной мощности, легкость перевода с одного вида жидкого топлива на другой — большая топливная универсальность, бесшумность хода, возможность использования мягкого пара для целей отопления без загрузки двигателя и т. д.

Если двигатель внутреннего сгорания, выгодно отличавшийся легкостью и компактностью, в свое время вытеснил паровые двигатели с несовершенными котельными установками, то в последнее время в связи с совершенствованием паровых силовых установок, с применением котлов высокого давления, с конденсацией пара и с автоматизированной регулировкой паровые двигатели становятся серьезным конкурентом двигателю внутреннего сгорания.

Наряду с широким распространением паровых грузовиков большого тоннажа (в Англии насчитывается более 20 000 паровых грузовиков, изготовляемых 12 фирмами) с котлами низкого давления (до 20 атм.), работающих на твердом топливе без конденсации пара и с передачей на две скорости, переключаемых только на остановах, широко развернута научно-исследовательская и опытная работа по паровым легковым автомобилям, автобусам и самолетам с котлами высокого давления (до 100 атм.), с конденсацией пара, с автоматически действующей системой регулировки котла.

Положительные результаты испытаний американского легкового парового пятиместного автомобиля «Добл Стил Моторс» 1914 г. с четырехцилиндровым двигателем мощностью в 82 л. с. и 820 об/мин. при рабочем давлении котла в 50 атм. последующие усовершенствования и длительная проверка (28 000 и 17 000 км) паровых установок Добль в 1926—1927 гг. при установке их на автобусах возбудили большой интерес к ним и привели к появлению ряда паровых автобусов других фирм и типов, как например Деллинг, «Аутомотив Синдикейт» и Брукс в США и Геншель и Борзиг в Германии (Фирмы Реншель и Борзиг приобрели в США лицензии и патенты для использования американского опыта при постройке паровых автомобилей).

Кроме того ведутся большие работы по кон-

струированию паровых авиационных установок. В США паровые авиационные установки осуществлены фирмами «Дженераль-Электрик», Грет Лекс и создана установка братьев Бесслер. В Германии доктором Вагнер сконструирована паровая турбина для дирижабля, доктором Вадемеер — паровой высотный двигатель, инженером Хютнер строится турбокотель для самолетов, фирма Геншель работает также и над паровой установкой для самолета. По некоторым сведениям подобные же работы ведутся и в Японии.

Широкий размах опытных работ по паровым установкам для самолетов объясняется кроме обычных выгодных свойств паровой машины еще и возможностью сохранения мощности на больших высотах и неограниченными возможностями в части увеличения мощности установки. Значение этих разработок характеризуется тем вниманием, которое уделяется этому вопросу за рубежом. По литературным данным все работы Германии в области паровых установок лично поддерживаются министром Герингом. Судя по этому, вряд ли можно считать, что работы капиталистических стран по паровым установкам ограничиваются приведенными выше опубликованными официальными данными, особенно учитывая важное оборонное значение этих работ.

Несмотря на то, что производство паровых установок для автомобилей и самолетов лишь начинается и что конструкции котлов высокого давления для них полностью еще не доработаны до степени, при которой возможно было бы массовое их применение, все же имеются все основания считать, что паровые установки имеют широкую перспективу развития уже и в ближайшее время.

Любопытно, что США, несмотря на наличие наиболее развитого производства двигателей внутреннего сгорания, придают работам по паровым установкам для автомобилей и самолетов большое значение и уделяют им много внимания. Следует помнить, что ряд капиталистических стран уже накопили большой опыт в производстве подобных паровых установок, а некоторые из них и в частности Франция (Рено) по литературным данным весьма удачно применяли паровые установки и для танков.

Нет сомнений и в том, что паровые установки найдут уже в ближайшее время широкое применение и в танках, так как паровой двигатель по своим тяговым свойствам очень подходит к условиям работы на танке.

Итоги скоростного пробега газогенераторного автомобиля „Автодор-П“

Скоростной пробег газогенераторного автомобиля «Автодор-П» по маршруту Москва — Ростов-на-Дону, организованный ЦС Автодора и Цудотрансом и проведенный в середине июня, имел следующее задание: «В кратчайший срок, без плановых остановок в пути, пройти расстояние от Москвы до Ростова-на-Дону — 1200 км — на твердом топливе (дровяных чурках). Контрольные цифры: общее время в пути — 40 часов, средняя пробеговая скорость движения — 30 км/час. В пути поставить учет: 1) пробеговой и технической скоростей движения автомобиля (по перегибам); 2) всех обнаруженных дефектов, а также количества и продолжительности простоев в пути, связанных с работой газогенераторной установки, и 3) экономичности автомобиля по расходу топлива».

Маршрут Москва — Ростов-на-Дону протяженностью несколько более 1200 км состоит примерно на две трети из дорог с твердым покрытием разных типов (асфальт, белое шоссе, булыжная мостовая и др.) и на одну треть из грунтовых дорог, частично профилированных; грунтовые дороги начинаются за Чугуевым.

Метеорологические условия во время пробега Москва — Ростов-на-Дону были в общем благоприятные. При следовании автомобиля от Москвы до Орла погода стояла переменная, с небольшими кратковременными дождями, сильный дождь встретил автомобиль лишь в районе Тулы. От Орла до Ростова-на-Дону автомобиль шел при сухой и теплой погоде. Температура воздуха колебалась от 12° С (ночью) до 28° С (днем).

Пробег совершал обычный полутоннажный грузовой автомобиль «ГАЗ-АА», все отличие которого от стандартного заключалось в наличии газогенераторной установки и в некоторых конструктивных изменениях по двигателю. Описание этой специальной части газогенераторного автомобиля следует ниже, после чего даются сведения о контрольных приборах, которыми был оборудован автомобиль, и о пробеговой его нагрузке.

Дровяная газогенераторная установка «Автодор-П» для автомобиля «ГАЗ-АА», сконструированная инж. И. С. Мезиным при участии активистов-автодоровцев А. И. Пельтцер и М. З. Друяна, была построена в 1934 г. в мастерских НАТИ под непосредственным руководством конструкторов.

В состав газогенераторной установки «Автодор-П» входят газогенератор, центробежный (динамический) очиститель, двухсекционный трубчатый охладитель, поверхностный очиститель и смеситель.

Типовая особенность газогенератора «Автодор-П» — высоконапряженный процесс газификации по принципу опрокинутого (обратного) горения. Все термохимические явления процесса газификации происходят в камере

сгорания (топливнике) оригинальной формы (два усеченных конуса, сложенных вместе меньшими основаниями), отлитой из жароупорной стали. Подача воздуха — через 12 фурм, расположенных по периферии камеры сгорания; суммарное сечение фурм — 600 мм². Главный диаметр камеры сгорания (по фурменному поясу) — 200 мм, диаметр горловины — 136 мм, диаметр устья — 300 мм.

Бункер газогенератора — цилиндрический, из листовой стали; высота его — 760 мм, диаметр — 480 мм. Вместимость бункера — 50—55 кг дровяных чурок.

Центробежный очиститель для грубой очистки газа от угольной пыли и золы приводится в действие инерцией газового потока, направленного на лопатки вертикального ротора. Отделение взвешенных частиц производится за счет центробежных сил, возникающих при быстром вращении ротора и вследствие резкого изменения направления газового потока в очистителе.

Охладитель газа имеет две секции, которые составлены из пяти плоских труб каждая; трубы собраны в цилиндрические коробки, плотно закрываемые с внешних концов отъемными крышками с асбестовыми прокладками.

Поверхностный очиститель для тонкой очистки газа набит металлической стружкой, расположенной между проволочной спиралью (наверху) и решеткой (внизу).

Смеситель установки «Автодор-П» — эжекционного действия. Он состоит из двух основных частей: смесительной камеры с воздушным патрубком и газового коленчатого седла, введенного в смесительную камеру сверху.

При переводе нормальных автомобильных двигателей на питание генераторным газом развиваемая ими мощность существенно снижается вследствие в основном падения теплотворной способности рабочей смеси и уменьшения коэффициента наполнения цилиндров. Наиболее распространенной мерой борьбы с потерей мощности является повышенная степень сжатия в двигателях.

Двигатель газогенераторного автомобиля с установкой «Автодор-П» имеет повышенную до 5,01 степень сжатия; стандартная чугунная крышка (головка) блока заменена экспериментальной алюминиевой с меньшими объемами камер сжатия несколько видоизмененной формы. Отказ от применения более высокой степени сжатия сохранил двигателю возможность работы на бензине; при полной нагрузке двигателя появляются правда детонационные стуки, но небольшая присадка к бензино-воздушной смеси генераторного газа совершенно устраняет эти стуки и обеспечивает своим антидетонационным действием спокойную, мягкую работу двигателя.

Непосредственно перед пробегом были произведены лабораторные испытания работы

двигателя на бензине, газе и на бензине с присадкой газа при нормальной и повышенной степенях сжатия. Как показали эти исследования, при нормальной степени сжатия 4,27 (по стандарту — 4,22) двигатель развивает на бензине 34 л. с. при 2 200 об/мин.; перевод двигателя на питание газом снижает максимальную мощность до 22,5 л. с. при 1 900 об/мин., т. е. на 34%. Подобная потеря мощности в эксплуатации была бы ощутительна: автомобиль заметно утратил бы свою работоспособность.

При примененной степени сжатия 5,61 двигатель развивает на газе 26,9 л. с. при 2 200 об/мин. (потеря мощности против нормальной — 21%). Как показали испытания, такая мощность уже приемлема, поскольку она определяет собою удовлетворительную в обычных условиях динамику автомобиля. Работая на бензине с присадкой генераторного газа, с двигателя можно снять 41,6 л. с. при 2 400 об/мин. Это означает, что газогенераторный автомобиль, подобный пробеговому, в необходимых случаях и в частности при преодолении больших временных сопротивлений движению может развить большую тягу на ведущих колесах, нежели стандартный бензиновый автомобиль. Продолжительная работа на бензине с присадкой газа конечно не рекомендуется, так как это может привести к осмолению двигателя: малый отбор газа из газогенератора обуславливает ухудшение его состава и увеличение смольности.

Кроме повышения степени сжатия и изменения положения всасывающего коллектора (см. выше) никаких переделок и приспособлений двигатель не потребовал. Поворот всасывающего коллектора преследует цель уменьшить до минимума подогрев поступающей в цилиндры двигателя рабочей смеси теплотой выхлопных газов и увеличить этим коэффициент наполнения.

Газогенераторный автомобиль был оборудован аэротермометрами на охлаждающую воду для наблюдения за тепловым режимом двигателя.

Для наблюдения за сопротивлениями, возникающими в различных точках газопроводящей системы, на автомобиле был установлен вакуумметр диафрагменного типа. Периодическими манипуляциями с вакуумметром можно было контролировать величины сопротивлений в той или иной точке и в случае отклонения их от нормальных (нормальное сопротивление всей системы — около 40 мм ртут. ст.) быстро устанавливать место образования причины ненормальности засорения или подсоса воздуха.

Автоматический учет работы автомобиля в пробеге (время движения, количество и время простоев, пройденный путь, мгновенные скорости движения) вел прибор «ТТК» (оригинал Брун). Прибор этот был тщательно проверен до пробега и на первых этапах самого пробега; показания времени и пройденного пути оказались весьма точными, полностью совпадая с параллельно производившимися записями.

Перейдем к вопросу о нагрузке автомобиля. «Мертвым» весом автомобиля обычно признается полный вес заправленного авто-

мобиля без груза, с водителем, набором инструментов и запасным колесом. Сверх «мертвого» веса в этом понятии газогенераторный автомобиль при отправлении из Москвы имел около 1 315 кг нагрузки. К финишу автомобиль прибыл с нагрузкой около 685 кг, так как в пробеге были израсходованы 600 кг топлива, часть масла, угля и воды. Поскольку уменьшение нагрузки в пути можно принять равномерным, средняя нагрузка автомобиля в пробеге подсчитывается как полусумма нагрузок на старте и на финише, что дает 1 000 кг.

При сделанных подсчетах нагрузки автомобиля не был учтен вес заправленной газогенераторной установки (300 кг). Так как однако при анализе динамических и экономических качеств автомобиля имеет значение общий вес автомобиля, то для случая сравнения по динамике и экономике газогенераторного автомобиля с обычным бензиновым вес газогенераторной установки необходимо отнести к нагрузке и считать таким образом среднюю нагрузку автомобиля равной 1 300 кг.

Обработка данных технического учета, поставленного в соответствии с пробеговым заданием, дает возможность оценить режим движения и динамику газогенераторного автомобиля, его надежность и экономичность по расходу топлива.

Старт газогенераторному автомобилю был дан на одиннадцатом километре Варшавского шоссе под Москвой 11 июня ровно в 9 часов утра, к техническому финишу близ Ростова-на-Дону автомобиль прибыл в ночь с 12 на 13 июня в 1 час 50 мин., т. е. через 40 час. 50 мин. после старта. За это время автомобилем пройдено было 1 267 км (показание одометра прибора «ТТК» на старте — 45 км на финише — 1 312 км).

Величина средней пробеговой скорости — 31,0 км/час — говорит о чрезвычайной напряженности режима пробега газогенераторного автомобиля. История автомобильных пробегов в Союзе не знает столь форсированных дальних испытаний ни грузовых, ни легковых автомобилей: в дизельном пробеге 1934 г., одном из наиболее напряженных, средняя пробеговая скорость на перегоне Москва — Ростов-на-Дону едва достигла 7,9 км/час; в других пробегах, на равноценных перегонах, средние пробеговые скорости дали величины 5—7 км/час. Режимом своего пробега газогенераторный автомобиль был поставлен в весьма жесткие условия испытаний, что и соответствовало пробеговому заданию.

Средняя техническая скорость в пробеге Москва — Ростов-на-Дону дала отличное для газогенераторного автомобиля значение — 34,2 км/час (время фактического движения — 37 часов), по отдельным перегонам средняя техническая скорость колебалась от 28,1 до 42,3 км/час. Высшие значения относятся естественно к хорошим дорожным участкам, пройденным засветло; низшие значения — к худшим дорожным участкам, к бездорожью и к перегонам, пройденным ночью. На перегоне Москва — Харьков (дороги с твердым покрытием) средняя техническая скорость достигала 38,7 км/час, а на перегоне Харьков — Ростов-на-Дону (дороги почти исключительно грунтовые) она снизилась до 29,5 км/час.

Мерилом надежности автомобиля в пробегах являются: 1) характер, количество и продолжительность простоев по техническим причинам, 2) поломки и неисправности и 3) техническое состояние после пробега. С понятием надежности соединяется и простота эксплуатационного ухода за автомобилем и его агрегатами.

Из простоев газогенераторного автомобиля на перегонке Москва — Ростов-на-Дону в данном случае представляют интерес лишь простои первой группы, связанные с работой газогенераторной установки. Количество их (6) и суммарная продолжительность (2 часа 2 мин.), вообще говоря, не велики для форсирования дальнего пробега. Если же рассмотреть причины простоев первой группы и учесть ниже следующие комментарии, очевидным станет преимущественно случайный характер этих простоев.

Осмотры элементов установки и проверки герметичности соединений (2 остановки — 27 минут) преследовали строго профилактические цели и отнюдь не были вызваны какими-либо внешне ощутимыми расстройствами в работе газогенераторной установки. Непосредственными причинами остановок явились в обоих случаях показания вакуумметра при очередных с ним манипуляциях, показания эти породили предположения о подсосе воздуха в газопроводящую систему вследствие неплотности соединений.

Крепление смесителя в пути (1 остановка — 15 минут) явилось следствием небрежности, допущенной при сборке двигателя. При появлении признаков неисправной работы смесителя проверкой на ходу было обнаружено, что один из болтов, крепящих смеситель к всасывающей трубе, утерян, а другой затянут крайне слабо, прокладка в соединении отсутствовала.

Вынужденные простои для чистки зольника (2 остановки — 20 минут) настолько малозначительны при дальнем пробеге, что ни в каких оправданиях конечно не нуждаются.

Более или менее серьезный и непредвиденный при выходе в пробег простой вызван был необходимостью чистки генератора (1 остановка — 1 час). Произошло это в 103 км от финиша, т. е. после 1159 км пройденного пути. Причина преждевременного засорения газогенератора была с несомненностью установлена в пробеге и самое засорение было предугадано в пути. Оказалось, что топливо в мешковой таре содержит изрядное количество опилок; этот недочет при подготовке и развеске топлива не представилось возможным полностью устранить в пути, на ходу автомобиля. Здесь же следует указать, что даже та дальность действия без чистки газогенератора, которая при неблагоприятных сопутствующих обстоятельствах была достигнута газогенераторным автомобилем с установкой «Автодор-II» — 1159 км, — рекордна; для лучших объектов, испытанных в Союзе, дальность действия без чистки газогенератора не превышала 700 км, обычно же она составляет 250—300 км.

Чистка охладителей в пути от Москвы до Ростова-на-Дону не производилась, и в данном случае оказалось неприменимым заклю-

чение технической комиссии пробега Москва—Ленинград — Москва о том, что без чистки охладителей газогенераторная установка «Автодор-II» может работать лишь на протяжении 250—300 км. Надо полагать, что это обстоятельство — прямой результат перестановки центробежного очистителя.

Чистки в пути поверхностного очистителя также не было. Что же касается чистки центробежного очистителя и спуска конденсата, то эти операции производились несколько раз во время простоев автомобиля, вызванных другими причинами.

Никаких поломок в пути газогенераторная установка не имела. Не были обнаружены и неисправности ее, кроме комментированного выше случая со смесителем.

При полной чистке и детальном осмотре газогенераторной установки «Автодор-II» после пробега в Ростове-на-Дону было отмечено хорошее техническое состояние всех ее элементов, подтверждающее рациональность и надежность конструкции.

Топливо, примененное в пробеге Москва — Ростов-на-Дону, — дровяные березовые чурки средних размеров $80 \times 60 \times 55$ мм; примерная ¹ влажность их — 10—12%. Происхождение топлива — отходы шпильного производства; стоимость топлива на месте — 30 рублей за тонну.

Для удобства загрузки бункера газогенератора на ходу и для упрощения учета расхода топливо было развешено в мешковую тару по 25 кг. Запас топлива в кузове автомобиля составил 725 кг (29 мешков), не считая топлива, которым полностью был загружен бункер на старте. Расход топлива в пробеге подсчитан по весовому его количеству, загруженному в бункер, включая последнюю полную загрузку на финише.

За весь пробег Москва — Ростов-на-Дону (1267 км) было израсходовано 600 кг (24 мешка) дровяных березовых чурок, что соответствует расходу 47,4 кг на 100 км пути и определяет этим исключительную экономичность газогенераторного автомобиля с установкой «Автодор-II». Бензина в пути было израсходовано совершенно незначительное количество на 4 пуска в ход (1 — полутораминутный после чистки генератора и 3 — мгновенных); актом удостоверено, что к финишу близ Ростова-на-Дону газогенераторный автомобиль прибыл с полным баком бензина, опломбированным в Москве.

Загрузка дровяных чурок в бункер газогенератора производилась в пробеге на ходу автомобиля через каждые 50—60 км (по 1 мешку — 25 кг).

Работа двигателя на газе отличалась специфической мягкостью, не наблюдаемой при работе на бензине; при кратковременных остановках в пути двигатель устойчиво работал на предельно малых оборотах.

Температура охлаждающей воды (в верхнем водяном патрубке) по показаниям аэротермометра лежала обычно в пределах 65—75° С. Отклонения от этих пределов в зависимости от рабочего режима двигателя и температуры

¹ Результаты анализа пока не получены.

окружающего воздуха имели место в ту и другую сторону; наименьшая зафиксированная температура охлаждающей воды — 48°C , наибольшая — 94°C .

Двигатель смазывался в пробеге маслом хорошего качества, применяемым Экспериментальной базой НАТИ для смазки автомобильных дизелей (смесь брайт-стока с очищенным машинным); вязкость этого масла — около $13,7^{\circ}$ Энглера при 50°C . Смены масла в пути не было, доливки в необходимом до нормы количестве производились через каждые 150—170 км.

Обратный пробег газогенераторного автомобиля из Ростова-на-Дону в Москву носил глубоко экспериментальный характер. Скоростной режим движения на отдельных участках выдерживался лишь постольку, поскольку это совпадало с интересами того или иного эксперимента. Главным объектом экспериментирования в пробеге Ростов-на-Дону — Москва было топливо, точнее — определение приспособляемости газогенераторной установки «Автодор-II» к работе на низкокачественном топливе.

Для экспериментирования в Ростове-на-Дону были взяты сухие, частично с признаками подгнивания, сосновые чурки средним размером $90 \times 80 \times 60$ мм. В процессе исследования работы газогенераторной установки на этом топливе определялось влияние его влажности (топливо увлажнялось) и влияние размеров чурок (топливо размельчалось); применялась также загрузка в бункер газогенератора сосновых чурок с примесью березовых (в разных пропорциях). В результате экспериментирования признано, что газогенераторная установка «Автодор-II» на низкокачественном сосновом топливе может работать вполне удовлетворительно, но заметно хуже, нежели на березовом; динамические и эконо-

мические качества автомобиля при этом несколько снижаются. Расход сосновых чурок составляет 51,2 кг на 100 км пути, т. е. повышается примерно на 8%. Кроме этого в обратном пробеге испытывалась работа двигателя на бензине и на бензине с присадкой генераторного газа. Было практически установлено, что при позднем зажигании двигатель на повышенной степени сжатия работает без детонационных стуков и развивает вполне достаточную мощность для движения автомобиля со скоростью 58—60 км/час (на ровном гудро-нированном участке).

При тщательном осмотре газогенератора в Москве по возвращении из пробега (автомобиль прошел к этому времени на газе несколько больше 10 000 км) не было обнаружено никаких решительно дефектов, кроме незначительных следов окалины на камере сгорания (топливнике).

Результаты скоростного пробега газогенераторного автомобиля и данные всех предыдущих пробеговых и специальных его испытаний позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Полутоннажный грузовой автомобиль «ГАЗ-АА» с дровяной газогенераторной установкой «Автодор-II» конструкции инж. Мезина обладает весьма высокими для газогенераторного автомобиля эксплуатационными качествами (по динамике, по экономике, по надежности, по уходу и обслуживанию и по пуску в ход), что ставит его на одну ступень с лучшими заграничными образцами, нам известными.

2. Газогенераторные автомобили, подобные пробеговому, вполне пригодны для работы в нормальных эксплуатационных условиях наряду с обычными бензиновыми автомобилями.

Ф. Г.

Динамическое равновесие гусеничных машин

В майском номере итальянского журнала «Supplemento tecnico della rivista di artiglieria e genio» помещена статья инженера Россини, одного из конструкторов известной фирмы Ансальдо, озаглавленная «Некоторые соображения о динамическом равновесии гусеничных машин». С некоторыми его мыслями и расчетами будет интересно познакомиться нашим читателям.

Опуская вводную часть, мы даем сразу первый разбираемый автором случай — расчет движения танка с передними ведущими колесами по ровному пути со скоростью V и расположением гусениц согласно схеме 1.

Ведущие колеса, вращающиеся в указанном стрелкой направлении, в верхней своей точке O передают гусеницам тяговую силу F . Эта сила за исключением расходуемой на трение целиком передается гусеницам между точками O и S .

В точке вращения ведущего колеса, благодаря воздействию силы F создается усилие, равное и противоположное, которое можно разложить на две силы: A — прямо противоположную к направлению движения и B — отвесно вниз.

В ленивце (сзади) создаются также две силы, равные F и приложенные в направлениях, зависящих от положения гусеницы, обвивающей ленивец. Назовем равнодействующую этих двух сил D и E через C . Через n и z обозначим углы, образованные горизонтом и нижним и верхним положением гусеницы, огибающей ленивец.

Определение этих сил таково:

$$(1) A = F \cos \beta$$

$$(2) B = F \sin \beta$$

Для определения C построим равнобедренный треугольник, показанный на черт. 1, и

М. Юнпроф

Легковые газогенераторные автомобили в пробеге Москва—Киев—Москва¹

К середине сентября 1935 г. Автомобильным советом Автодора были построены в двух конструктивных вариантах первые советские газогенераторные установки «И. А. Халепский» (Автодор-III) для легковых автомобилей.

Построенные газогенераторные установки «И. А. Халепский» (Автодор-III) были смонтированы на легковые автомобили Горьковского автомобильного завода (ГАЗ-А) и впервые испытаны в пробеге Москва—Киев—Москва.

Пробег Москва—Киев—Москва был организован Автомобильным советом с целью выявления динамических и экономических качеств легковых автомобилей и эксплуатационной надежности газогенераторных установок «И. А. Халепский» («Автодор-III»).

В первой части пробега (Москва—Киев) подлежали оценке экономичность и надежность при заданных режиме движения, нагрузке и дорожных условиях. Режим движения автомобилей задавался средними путевыми скоростями движения в пределах 35—

45 км/час для разных перегонов; недобор нижнего предела назначенных путевых скоростей считался отрицательным фактором, превышение же верхнего предела ни к каким преимуществам в оценке не вело.

Во второй части пробега (Киев—Москва) оценивались динамика, экономичность и надежность при заданных нагрузке и дорожных условиях; скорости движения автомобилей здесь правилами пробега не ограничивались.

Составленный соответственно назначенным путевым скоростям график движения в первой части пробега предусматривал две кратковременные остановки в Юхнове и Довске для отдыха пробегового персонала, осмотра автомобилей и приемки путевого запаса топлива (топливо в эти пункты было отправлено заблаговременно на грузовике ЗИС-5); во второй части пробега остановки в тех же пунктах—Довске и Юхнове—предназначены были только для приемки топлива.

Пробеговое состояние газогенераторных автомобилей. Автомобилю с газогенераторной установкой конструкции Пельтцера был присвоен пробеговой № 3, а другому автомоби-

¹ По материалам технической комиссии пробега.



Газогенераторный легковой автомобиль конструкции т. Мезина.

лю с газогенераторной установкой конструкции Мезина — пробеговой № 4.

В самих автомобилях никаких решительно переделок стандартной конструкции Горьковского автомобильного завода при монтаже газогенераторных установок произведено не было, за исключением смены цилиндровых головок двигателей.

Неизбежную потерю мощности бензиновых двигателей при переводе их на питание генераторным газом конструкторы пытались частично компенсировать повышением степеней сжатия; на двигатели поставлены были опытные цилиндрические головки с уменьшенными камерами сжатия. На старте в Москве двигатели имели степени сжатия 6,0 (автомобиль № 3) и 7,3 (автомобиль № 4).

Вскоре после старта, не доходя до Подольска, автомобиль № 4 вынужден был сменить цилиндрическую головку повышенного сжатия, так как появились признаки пробивания прокладки; весь дальнейший путь автомобиль № 4 прошел с нормальной цилиндрической головкой (степень сжатия — 4,2). Другая головка повышенного (6,0) сжатия, установленная на двигателе автомобиля № 3, тоже оказалась неудачной: при осмотре двигателя в Москве после пробега констатировано было, что прокладка пробита. Несмотря на это, при сравнении динамических и экономических качеств автомобилей № 3 и 4 нельзя упускать из виду большую разницу между степенями сжатия в двигателях этих автомобилей (6,0 и 4,2).

Таблица 1

Показатели пробеговой динамики автомобиля № 3

Перегоны	Расстояние (в км)	Общее время в пути (час.—мин.)	Время фактического движения (час.—мин.)	Время пенализируемых простоев (час.—мин.)	Средние скорости движения (км/час)		
					путевая	техническая	эксплоатационная
Москва—Юхнов	197	4—48	4 38	0—07	41.0	42.5	41.5
Юхнов—Довск	366	9—15	8—31	0—16	39.6	43.0	41.7
Довск—Киев	304	6—25	5—51,5	0—13,5	47.4	51.9	50.0
Москва—Киев	867	20—28	19—00,5	0—36,5	42.4	45.6	44.2
Киев—Довск	332	6—25	6—09	0—16	51.7	54.0	51.7
Довск—Юхнов	366	8—30	6—52	0—46	43.1	53.3	47.9
Юхнов—Подольск	171	4—05	3—57	0—08	41.9	43.3	41.9
Киев—Подольск	869	19—00	16—58	1—10	45.7	51.2	47.9

Таблица 2

Показатели пробеговой динамики автомобиля № 4

Перегоны	Расстояние (в км)	Общее время в пути (час.—мин.)	Время фактического движения (час.—мин.)	Время пенализируемых простоев (час.—мин.)	Средние скорости движения (км/час.)		
					путевая	техническая	эксплоатационная
Москва—Юхнов	199	9—42	5—23	0—12	20.5	37.0	35.6
Юхнов—Довск	366	9—32	8—55	0—37	38.4	41.0	38.4
Довск—Киев	304	7—03	6—14	0—49	43.1	48.8	43.1
Москва—Киев	869	26—17	20—32	1—38	33.1	42.3	39.2
Киев—Довск	332	7—15	6—57	0—18	45.8	47.8	45.8
Довск—Юхнов	366	8—41	7—53	0—48	42.1	46.4	42.1
Юхнов—Подольск	171	4—28	4—02	0—24	38.3	42.4	38.6
Киев—Подольск	869	20—24	18—52	1—30	42.6	46.1	42.7

Автомобили № 3 и 4, имея увеличенный, за счет веса газогенераторных установок, мертвый вес, шли все время в пробеге с полной расчетной нагрузкой в кузове (3 человека и постепенно расходуемый путевой запас топлива). Средний вес путевого запаса топлива на автомобиле № 3 составлял 72—73 кг, на автомобиле № 4 — 67—71 кг.

Маршрут пробега Москва — Киев — Москва пролегал через Малоярославец, Юхнов, Рославль, Довск, Гомель и Чернигов.

Дороги маршрута — исключительно с твердым покрытием различных видов (от асфальта до булыжной мостовой) — в целом вполне удовлетворительны. Прекрасные новые дороги Белоруссии содержатся в образцовом порядке; относительно хуже дороги УССР (район Чернигова); самые плохие дорожные участки маршрута лежат на перегоне Москва — Юхнов. Характер дорог маршрута преимущественно равнинный; местами встречаются, однако, длинные и крутые подъемы (например, на перегоне Юхнов — Рославль). Часть пути (Москва — Рославль и, при обратном движении, район Рославля) пройдена была под дождем и после дождя по весьма грязным, скользким дорогам.

Температура воздуха колебалась в пределах 6—15° С при движении к Киеву и от 9 до 17° С на обратном пути.

Старт газогенераторным автомобилям под Москвой дан был в 13 час. 40 мин. (автомобилю № 3) и в 13 час. 43 мин. (автомобилю № 4) 28 сентября на 12-м километре Варшавского шоссе; к техническому финишу близ Киева (34-й километр) автомобиль № 3 прибыл в 18 час. 03 мин., а автомобиль № 4 — в 18 час. 25 мин. 29 сентября. Из Киева газогенераторные автомобили стартовали в 1 час. 30 мин. (автомобиль № 4) и в 2 часа 30 мин. (автомобиль № 3) 4 октября; в Подольск автомобили прибыли в тот же день: № 3 — в 21 час 30 мин. и № 4 — в 21 час 54 мин.

Показатели пробеговой динамики газогенераторных автомобилей приведены в таблицах 1 и 2. Перегонные расстояния в этих таблицах дают зачетную протяженность маршрута пробега — от технических стартов до технических финишей; расстояния подсчитаны по километровым столбам.

Кроме средних путевых скоростей движения, толкование которым дано выше, таблицы 1 и 2 содержат значения средних технических и средних эксплуатационных скоростей движения. Средняя техническая скорость движения есть частное от деления пройденного расстояния на время фактического движения; понятие это общепринятое. Средняя эксплуатационная скорость движения, включенная в число показателей пробеговой динамики по решению технической комиссии, представляет собою частное от деления пройденного расстояния на сумму: время фактического движения плюс время пенализируемых простоев; к пенализируемым простоям отнесены все остановки в пути, связанные с процессами ремонта и обслуживания газогенераторных установок.

Как было уже указано, в первой части пробега (Москва — Киев) динамика газогенера-

торных автомобилей не входила в число оцениваемых факторов; автомобили лишь должны были выдержать режим движения, заданный средними путевыми скоростями движения в пределах: 35—40 км/час для перегона Москва — Юхнов, 36,5—40 км/час для перегона Юхнов — Довск и 42—45 км/час для перегона Довск — Киев. Из таблицы 1 и 2 видно, что только на перегоне Москва — Юхнов автомобиль № 4 недобрал нижний предел назначенной средней путевой скорости: на всех остальных перегонах газогенераторные автомобили выдержали заданный режим движения, причем автомобиль № 3 дважды (на перегонах Москва — Юхнов и Довск — Киев) превысил верхние пределы назначенных путевых скоростей. Отставание автомобиля № 4 на перегоне Москва — Юхнов явилось прямым следствием большой потери времени в районе Подольска (4 часа 07 мин.) на ремонт и замену лопнувшего верхнего водяного патрубка и на смену головки блока.

Оценочными показателями динамики газогенераторных автомобилей во второй части пробега (Киев — Подольск) являются величины средних технических скоростей движения; величины эти по автомобилям № 3 и 4 отдельно сопоставлены в таблице 3.

Таблица

Оценочные показатели динамики газогенераторных автомобилей

Перегоны	Средние технические скорости движения (км/час)	
	Автомобиль № 3	Автомобиль № 4
Киев—Довск	54.0	47.8
Довск — Юхнов	53.3	46.4
Юхнов — Подольск	43.3	42.4
Киев—Подольск	51.2	46.1

Как видно из этой таблицы, автомобиль № 3 по каждому из перегонов и по всему зачетному пробегу в целом показал более высокие динамические качества, нежели автомобиль № 4.

Следует, однако, отметить, что различием в значениях средних технических скоростей движения автомобилей № 3 и 4 допустимо пренебречь при сравнительной оценке экономичности автомобилей и эксплуатационной надежности газогенераторных установок; при подобных сравнениях имевшее место различие скоростей несущественно.

Экономичность автомобилей определяется расходом топлива на единицу работы, в качестве которой обычно принимают условную величину — 100 км пути; удельный расход топлива в таком понятии и был принят, как оценочный показатель экономичности газогенераторных автомобилей в пробеге Москва — Киев — Москва.

Таблица 4

Общий расход топлива газогенераторными автомобилями

Источники получения топлива	Количество полученного топлива (кг)	
	Автомобиль № 3	Автомобиль № 4
Взято в Москве	30	30
Принято в пути	180	210
Догружено в Киеве	38.5	40
Общий расход (Москва—Киев)	248.5	280.0
Взято в Киеве	60	60
Принято в пути	210	210
Догружено в Подольске	— 1)	11.5
Общий расход (Киев—Подольск)	270	281.5

Данные об общем расходе топлива газогенераторными автомобилями содержит таблица 4. На технических стартах бункера газогенераторов загружались полностью; догрузка бункеров до полной их емкости производилась и на технических финишах. Таким образом, общему расходу соответствовало суммарное количество топлива: 1) взятого в начальных пунктах пробега, 2) принятого в пути и 3) полученного для погрузки бункеров в конечных пунктах.

Оценочные показатели экономичности автомобилей № 3 и 4 (удельные расходы топлива в килограммах на 100 км пути) сопоставлены в таблице 5. Таблица эта показывает, что по экономичности, как и по динамике, все преимущества на стороне автомобиля № 3.

Таблица 5

Оценочные показатели экономичности газогенераторных автомобилей

Перегоны	Удельные расходы топлива (кг/100 км)	
	Автомобиль № 3	Автомобиль № 4
Москва—Киев	28.66	32.22
Киев—Подольск	31.07	32.39
Москва—Киев—Подольск	29.87	32.31

Из таблицы 5 видно также, что автомобиль № 3 заметно увеличил расход топлива на обратном пути (Киев—Подольск), в то время как расход топлива автомобилем № 4 оказался стабильным.

1) Полная догрузка произведена из путевого запаса топлива без остатка

Топливо, применявшееся в пробеге, — дровяные чурки различных твердых пород (преимущественно береза), средним размером $60 \times 50 \times 35$ мм; влажность их — около 10—12%¹.

Весь пробег Москва — Киев — Москва газогенераторные автомобили совершили исключительно на твердом топливе. Небольшие запасы бензина, выданные автомобилям № 3 и 4 (по 9 л) расходовались только при пуске двигателей в ход после продолжительных остановок; кроме этого, некоторое количество бензина израсходовано было автомобилем № 3 при выходе из канавы у финиша и автомобилем № 4 — для проверки работы двигателя при смене цилиндрической головки в Подольске. Поэтому в расчетах экономичности газогенераторных автомобилей бензин не фигурирует.

Общий расход бензина за весь пробег Москва — Киев — Москва составил: для автомобиля № 3 — 5 л, для автомобиля № 4 — 4,8 л.

Остановимся на эксплуатационной надежности газогенераторных установок. Под эксплуатационной надежностью газогенераторных установок разумеется способность их к длительной бесперебойной работе на автомобилях без серьезных дефектов: без поломок, без значительного износа и т. п. С понятием эксплуатационной надежности соединяется и простота ухода за газогенераторными установками в смысле периодичности процессов обслуживания, сложности их и затраты времени. Мерилом эксплуатационной надежности газогенераторных установок в пробегах являются: 1) характер, количество и продолжительность простоев автомобилей по вине газогенераторных установок; 2) поломки и неисправности установок и 3) техническое состояние установок после пробега.

Никаких поломок и неисправностей газогенераторных установок в пробеге отмечено не было.

Технический осмотр в Москве после пробега выявил отсутствие каких-либо поврежденных и полную исправность обеих газогенераторных установок; обнаружены были лишь следующие дефекты газогенераторной установки на автомобиле № 3: 1) разрушение асбестовой обкладки зольника; 2) ослабление соединений трубопроводов между газогенератором и первым очистителем и 3) то же между первым очистителем и холодильником. По автомобилю № 4 отмечены были лишь небольшая трещина в бункере и как следствие этого — обгорание краски задней наружной стенки кузова.

Анализ технических материалов пробега Москва — Киев — Москва позволит технической комиссии пробега дать заключение о работе первых советских легковых газогенераторных автомобилей, оценить газогенераторные установки и сделать общие выводы на основании данных пробега (в состав технической комиссии входили: инж. В. Н. Згура — председатель, проф. Ю. А. Степанов, инж. Н. И. Дюмулен, инж. Д. Д. Азбукин, инж.

¹ В настоящее время производится анализ топлива для точного определения его влажности и теплотворной способности.

И. Р. Карачан, инж. Л. С. Гибер, инж. Г. И. Гордеев и Я. П. Новиков).

По экономичности, определяемой удельным расходом топлива (дровяных чурок), легковые газогенераторные автомобили показали в пробеге отличные результаты (28,7—32,4 кг/100 км).

Эксплуатационная надежность газогенераторных установок «И. А. Халепский» (Автодор-III), насколько об этом качестве можно судить по данным пробега, совершенно безупречна. Процессы ухода за газогенераторными установками и обслуживания их требуют минимальных затрат времени.

Пусковые качества пробеговых легковых газогенераторных автомобилей, определяемые временем разжига газогенератора и перевода двигателя на питание газом, вполне удовлетворительны (полное время пуска из холодного состояния — 2—3 минуты).

Дальность действия пробеговых легковых газогенераторных автомобилей на одной загрузке бункеров (порядка 200 км) вполне достаточна.

Данные пробеговых испытаний привели техническую комиссию к следующим выводам:

1. Успешные результаты пробега Москва — Киев — Москва доказывают полную возможность и экономическую целесообразность нормальной эксплуатации легковых газогенераторных автомобилей.

2. Газогенераторные установки «И. А. Халепский» (Автодор-III) для легковых автомо-

билей хорошо зарекомендовали себя в тяжелом испытании — форсированном пробеге.

3. В конструктивном варианте Пельтцера газогенераторная установка «И. А. Халепский» (Автодор-III) может быть рекомендована к серийному производству с обязательными длительными эксплуатационными испытаниями при условии постановки более совершенного очистителя и необходимой для заводского производства дальнейшей рационализации конструкции.

4. В последующих работах над легковыми газогенераторными автомобилями необходимо учесть следующее:

а) значительное повышение степени сжатия в двигателе ГАЗ путем постановки существующих опытных цилиндровых головок с уменьшенными камерами ожидаемого эффекта не дает, так как эти головки не могут создать выгодные конфигурации камер сжатия; кроме того, подобные головки ненадежны механически. Впредь до перехода к специальным цилиндрическим головкам повышенного сжатия с верхними клапанами следует остановиться на степени сжатия 5,6 (применяя серийные головки Горьковского автомобильного завода).

б) приемистость легковых газогенераторных автомобилей и их способность к преодолению подъемов могут быть существенно улучшены при увеличении передаточного числа главной передачи до 4,11; некоторое снижение максимальной скорости движения при этом не будет ощутительным в нормальной эксплуатации

Таблица 6

Основные процессы обслуживания газогенераторных установок

Наименование процессов	Количество процессов обслуживания в пробеге			
	Москва—Киев		Киев—Подольск	
	Автомобиль № 3	Автомобиль № 4	Автомобиль № 3	Автомобиль № 4
Шуровка газогенератора	2	—	4	1
Чистка зольника	—	9	—	10
Чистка очистителей	—	3	2	3
Чистка холодильника	—	—	1	—
Спуск конденсата	—	—	—	1