

11078

Цена 10 р. 60 к.

Переплет 75 к.

К 90
107
ХИМИИ

С. П. ФРОЛОВ

**СУДОВЫЕ
ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ
УСТАНОВКИ**

— • —

Москва ☆ РЕЧИЗДАТ ☆ 1941

К 90
107

С. П. ФРОЛОВ

СУДОВЫЕ
ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ
УСТАНОВКИ



*ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ МОТОРИСТОВ
ГАЗОХОДОВ*



Москва



РЕЧИЗДАТ



1941

В книге С. П. Фролова описаны судовые газогенераторные установки и их эксплуатация, а также кратко даны разделы по основам физики, химии и теплотехники. В заключение автором приведены краткие сведения по ремонту и монтажу механического оборудования газохода.

Книга может служить руководством для мотористов газоходов.



41-19331

„...широко внедрить газогенераторные установки на речных судах“.

[Из решений XVIII съезда ВКП(б)]

ПРЕДИСЛОВИЕ

Наша страна имеет сильно развитую сеть внутренних водных путей, значение которых для народного хозяйства с каждым годом возрастает. Увеличивается ежегодно и общая протяженность водных путей. К началу второй пятилетки их общая длина исчислялась в 84 тыс. км.

Восемнадцатый съезд Всесоюзной коммунистической партии принял решение:

«Общее протяжение внутренних судоходных водных путей увеличить за пятилетие со 102 тысяч километров до 115 тысяч километров».

Ликвидация отставания водного транспорта и освоение новых судоходных путей, часть которых имеет небольшие глубины, требуют постройки большого количества самоходных и несамоходных судов с малой осадкой. Для достижения малых осадок самоходных судов очень большое значение имеют вес механического оборудования судна и часовой расход топлива на лошадиную силу, от которого зависит вес запасов топлива на судне.

В решениях XVIII съезда ВКП(б) указано, что

«Важнейшей задачей всех предприятий промышленности, коммунального хозяйства, транспорта и сельского хозяйства — является экономия топлива и электроэнергии».

В этих условиях приобретают исключительную ценность газогенераторные судовые установки, имеющие по сравнению с паровыми малый вес и высокую тепловую экономичность, а по сравнению с моторами жидкого топлива — возможность работы на местных видах твердого топлива.

СССР уже в настоящее время располагает самым мощным флотом с газогенераторными установками (газоходным флотом), а в ближайшие годы мощность этого флота должна во много раз увеличиться.

Однако недостаточно лишь построить новый газоходный флот на основе достижений современной науки. Необходимо в короткий срок в полной мере овладеть техникой управления газогенераторной установкой, ремонтом и уходом за отдельными ее частями. Эта почетная задача стоит перед мотористами и газовщиками наших газогенераторных судов. Лишь при успешном решении ее наш советский газоходный флот займет первое место в мире не только по мощности, но и по своим эксплуатационным качествам.

ГЛАВА I

ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О СУДОВОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ И НАЗНАЧЕНИИ ЕЕ ГЛАВНЕЙШИХ ЧАСТЕЙ

Для движения судов требуется значительная затрата энергии, вследствие чего на все самоходные суда устанавливаются тепловые двигатели, в системе которых химическая энергия топлива преобразуется в тепловую энергию и последняя — в механическую работу.

Таким образом, тепловым двигателем называется машина, служащая для преобразования тепловой энергии, полученной от сжигания топлива, в механическую работу.

Все тепловые поршневые двигатели можно разбить на две основные группы:

- 1) паровые двигатели и 2) двигатели внутреннего сгорания.

В паровых двигателях заключенная в паре тепловая энергия частично обращается в механическую работу, а для получения пара из воды служит специальное устройство — паровой котел, в топке которого сжигается топливо.

В двигателях внутреннего сгорания топливо вместе с воздухом подается внутрь рабочих цилиндров, где происходит сгорание топлива, т. е. превращение химической энергии топлива в тепловую энергию и преобразование последней в механическую энергию.

По роду применяемого топлива двигатели внутреннего сгорания могут быть разбиты также на две основные группы:

- 1) двигатели, работающие на жидком топливе (мазут, нефть, керосин, лигроин, бензин, спирт);

- 2) двигатели, работающие на газообразном топливе (естественный горючий газ, доменный газ, генераторный газ).

1. Газогенераторная судовая установка

Область распространения двигателей, работающих на естественном и доменном газе, сравнительно невелика; первые работают в месте получения естественного газа, а вторые в местах расположения доменных печей.

Значительно более широкое распространение получили двигатели, работающие на генераторном газе, который получается из твердых видов топлива в специальных устройствах, называемых газогенераторами (производителями генераторного газа).

Широкое распространение двигателей, работающих на генераторном газе, объясняется следующим:

- 1) распространенностью твердых видов топлива,
- 2) их высоким коэффициентом полезного действия,

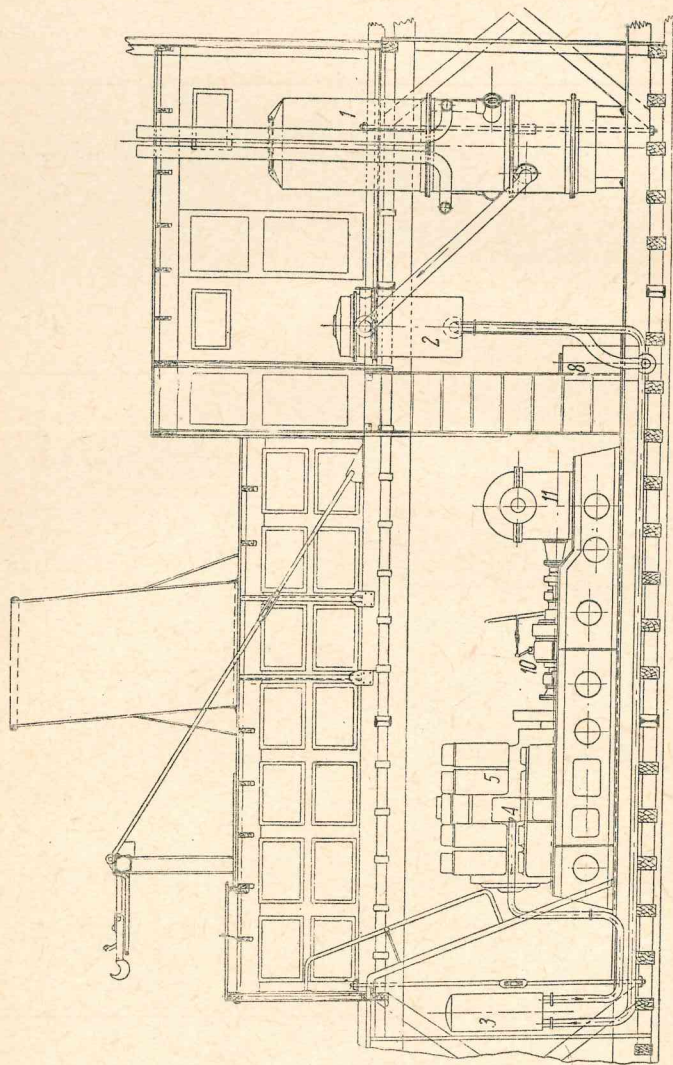


Рис. 1. Схема механического оборудования колесного газохода (продольный разрез)

3) значительно меньшим весом и меньшими размерами по сравнению с паровыми установками равной мощности.

Двигатель внутреннего сгорания, работающий на генераторном газе, вместе с устройством для получения горячего газа из твердого топлива, и устройством для очистки и охлаждения газа носит название газогенераторной силовой установки.

Механическая работа, получаемая от тепловых двигателей, используется для сообщения судну движения с определенной скоростью, а иногда частично и для других целей — для приведения в действие вспомогательных механизмов.

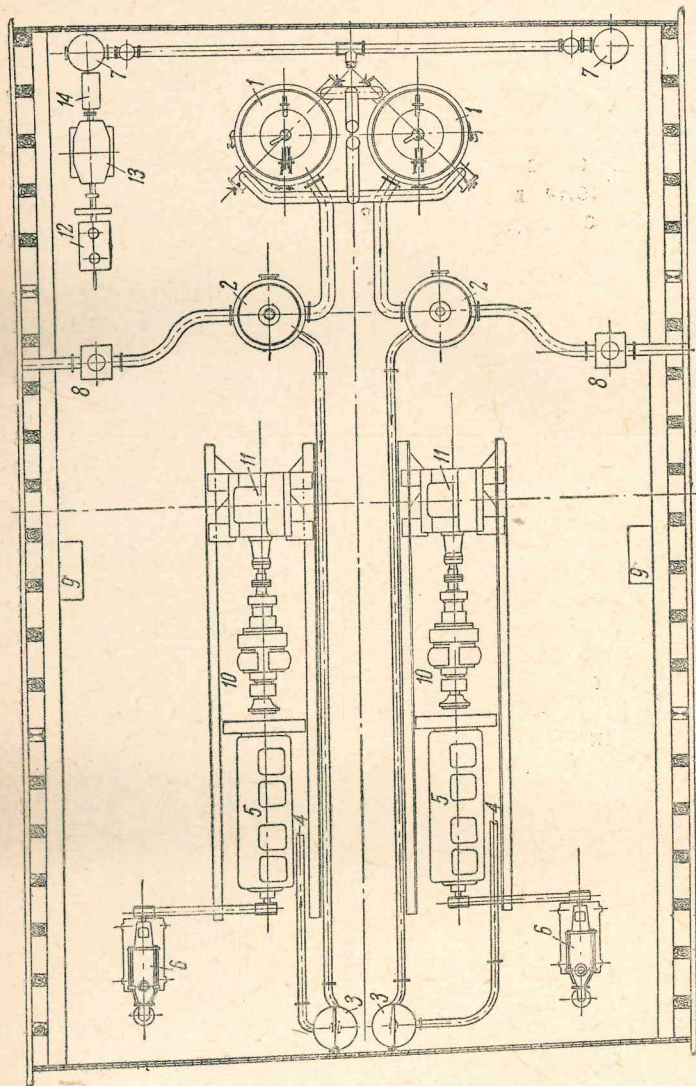


Рис. 2. Схема механического оборудования колесного газохода (план)

Газогенераторная судовая установка, показанная в продольном виде на рис. 1 и в плане на рис. 2, состоит из следующих основных частей:

1) устройства для получения газообразного топлива (генераторного газа) из твердых видов топлива или, как говорят, устройства для газификации твердого топлива; это устройство называется газогенератором;

2) устройств для охлаждения и очистки полученного генераторного газа, к которым можно отнести мокрый очиститель газа (скруббер) и сухой очиститель газа (фильтр);

3) прибора для получения из генераторного газа и воздуха горючей смеси перед поступлением ее в двигатель внутреннего сгорания, называемого смесителем;

4) двигателей внутреннего сгорания, предназначенных для сообщения судну движения, называемых главными. Кроме этих двигателей на газоходах иногда устанавливаются, как было сказано, еще вспомогательные двигатели небольшой мощности для привода в действие динамомашин. Электроэнергия от нее идет на освещение газохода, приведение в действие насосов и т. п.;

5) вспомогательных механизмов, назначением которых является обеспечение: а) нормальной и безопасной работы газогенераторной судовой установки, б) хорошей управляемости судна, в) удобства швартовки и подъема якорей, г) противопожарной безопасности, д) удаления воды из корпуса судна, попавшей внутрь его из-за неплотности и повреждения корпуса газохода, е) хорошей сигнализации судна, ж) нормальных бытовых условий экипажа — освещения, отопления, подачи питьевой и санитарной воды и т. п. Часть вспомогательных механизмов располагается в машинном отделении судна; эти механизмы носят название машинных вспомогательных механизмов; остальные, расположенные вне машинного отделения, называются палубными вспомогательными механизмами.

На рис. 1 и 2 обозначено: 1 — газогенераторы; 2 — очистители-холодильники; 3 — сухие очистители газа; 4 — смесители; 5 — главные двигатели; 6 — центробежные насосы для охлаждения газа; 7 — водяные фильтры; 8 — гидравлические затворы; 9 — смесительные цистерны; 10 — реверсивные муфты; 11 — редукторы; 12 — вспомогательный двигатель; 13 — динамомашин; 14 — пожарный насос.

Из вспомогательных механизмов газоходов можно отметить следующие.

2. Машинные вспомогательные механизмы

1. Центробежный насос, подающий воду для очистки и охлаждения газа в скруббере. Часть подаваемой им воды используется для санитарных целей: на душ, уборные и т. п. Вода принимается этим насосом из-за борта через кингстоны и два параллельно включенных фильтра. Этот насос приводится в действие от главного двигателя.

2. Пусковой вентилятор имеет своим назначением подведение к двигателю генераторного газа перед его пуском, когда газопровод еще не заполнен газом. Этот вентилятор приводится в действие специальным электромотором.

3. Стартерное устройство имеет своим назначением пуск главных двигателей для сообщения мотору первых оборотов. Стартерное устройство на газоходах имеет электрический привод.

4. Аккумуляторная батарея, назначением которой является питание электрическим током пускового вентилятора, стартерного устройства, а также сети освещения во время стоянки судна.

5. Динамомашин, приводимая в действие от главного или от вспомогательного двигателя внутреннего сгорания. Предназначена она для питания током моторной и осветительной сети газохода и зарядки аккумуляторных батарей.

6. Пожарный насос на мощных газоходах приводится в действие отдельным вспомогательным двигателем внутреннего сгорания; в этом случае он устанавливается вне машинного отделения и может быть также использован в качестве водоотливного насоса для удаления воды из внутренних отсеков в случае повреждения корпуса. На небольших газоходах в качестве пожарного насоса иногда используется центробежный насос скруббера. В дополнение к пожарному насосу с его сетью трубопроводов газоходы снабжаются также огнетушителями, кошмой и т. п.

7. Трюмноосушительный насос, обычно приводимый в действие вручную, а на мощных газоходах — от главного двигателя. Этот насос служит для удаления из внутренних частей судов сравнительно небольшого количества воды, попадающей внутрь судна через неплотности корпуса, и т. п.

8. Насос питьевой воды устанавливается либо в машинном отделении, либо на палубе; он приводится в действие вручную.

3. Палубные вспомогательные механизмы

1. Штурвальная машина предназначена для перекладки руля. На небольших судах, к которым можно отнести все газоходы, штурвальная машина имеет ручной привод. На мощных паровых и моторных судах штурвальная машина имеет механический или электрический привод.

2. Брашпиль предназначен для подъема якорей; на небольших судах он имеет ручной привод, на мощных — механический или электрический.

3. Шпиль служит для облегчения швартовки; на газоходах он имеет ручной привод.

Газоходы строятся либо буксирными, либо пассажирскими. При постройке грузовых или грузо-пассажирских газоходов число палубных механизмов может быть увеличено за счет установки грузоподъемных устройств — лебедок, лифтов и т. п.

Как отмечалось выше, в некоторых случаях к палубным механизмам можно отнести и устанавливаемые иногда вне машин-

ного отделения пожарно-водоотливной насос и насос питьевой воды.

Кроме главных и вспомогательных механизмов судовая силовая установка включает еще следующие основные части:

1) реверсивную муфту для изменения направления вращения гребного винта или гребных колес с целью изменения направления движения судна (вперед или назад) при одном и том же направлении вращения вала главных двигателей (неревверсивные двигатели);

2) движитель или движители, приводимые во вращение главными двигателями. Движителями газоходов являются: гребные винты, бортовые гребные колеса и реже — кормовые гребные колеса.

Так как у газоходов число оборотов гребных колес (а иногда и гребных винтов) значительно ниже числа оборотов главных двигателей, то между ними у колесных газоходов всегда, а у винтовых довольно редко, помещают специальные устройства, служащие для снижения числа оборотов, — так называемые редукторы, основными частями которых являются одна или две пары зубчатых колес разных диаметров.

Передача работы от главного двигателя к движителю осуществляется с помощью валопровода, состоящего обычно из нескольких соединенных между собой валов, лежащих в подшипниках.

Кроме того в оборудование машинного отделения и всего судна входит значительное количество трубопроводов: пожарный, водоотливной, водопровод для охлаждения двигателя и скруббера, трюмный, санитарный, отопления и питьевой воды, газопроводы для генераторного газа, воздуха и продуктов сгорания, а также цистерны для воды, смазки, а иногда и для пускового жидкого топлива; кроме этого имеется электрическая сеть с предохранительными, разобщительными и другими устройствами.

4. Схема газогенераторной установки

Как отмечалось выше, под газификацией твердого топлива понимается получение из него газообразного топлива, которое может быть использовано в двигателях внутреннего сгорания для получения механической энергии, а также и для других целей. На газоходах газообразным топливом является генераторный газ, получаемый из твердых видов топлива в газогенераторной установке. Схема судового газогенераторной установки показана на рис. 3. Газогенератор 1 имеет в верхней своей части плотно закрывающийся люк для загрузки в него топлива и две трубы 2, подводящие к газогенератору воздух, выведенные приемными концами выше тента, что сделано для того, чтобы при остановках мотора и продолжающейся работе газогенератора не было заброса ядовитого генераторного газа в машинное отделение. Полученный в газогенераторе горючий газ по

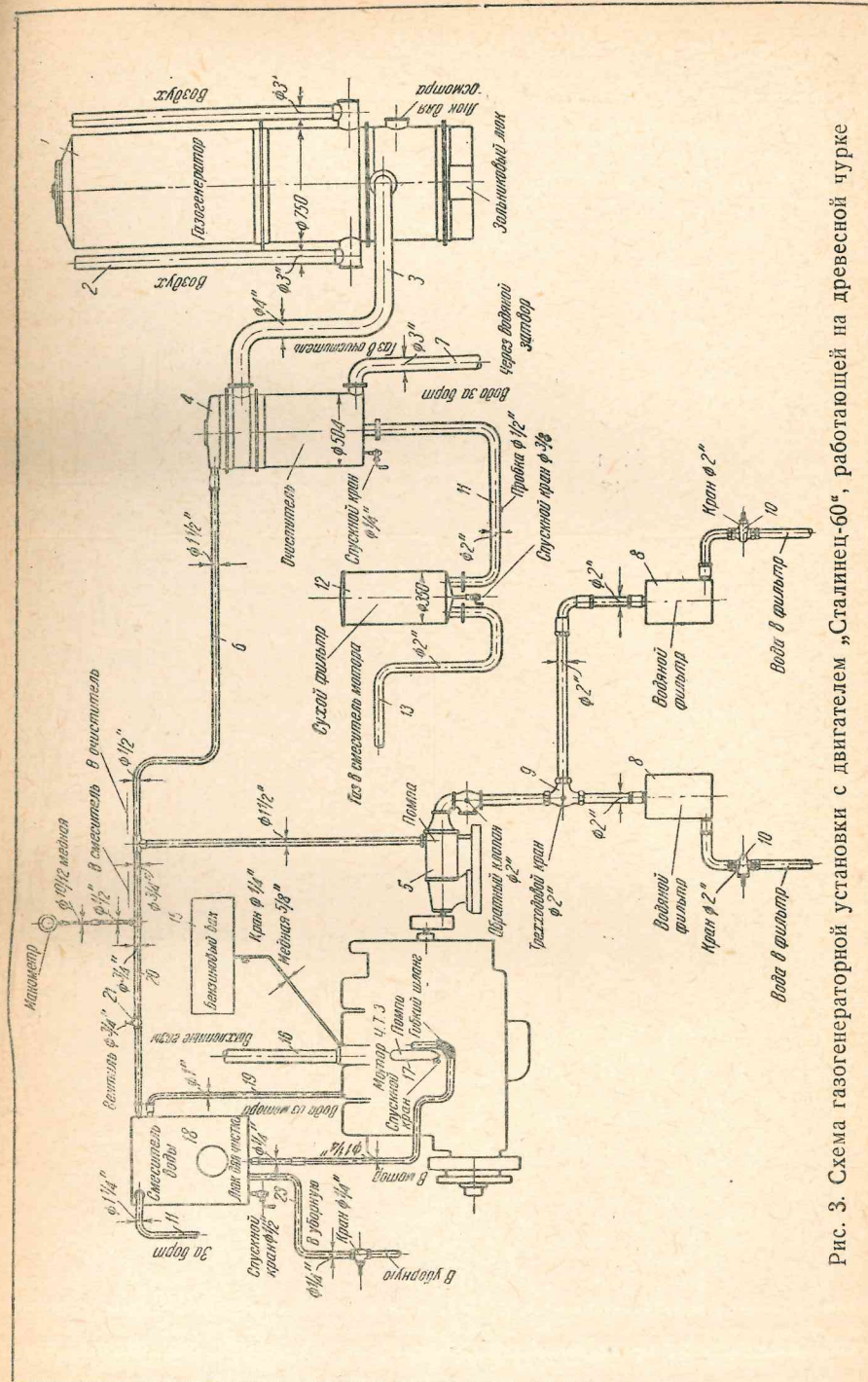


Рис. 3. Схема газогенераторной установки с двигателем „Сталинец-60“, работающей на древесной чурке

трубе 3 направляется в водяной очиститель — скруббер 4, где происходит охлаждение полученного газа и очистка его от механических твердых примесей — золы и мелких частиц несгоревшего топлива. Охлаждение и очистка газа в скруббере производятся при помощи воды, которая подается центробежными насосами 5, приводимыми в действие от главного двигателя. Подача воды производится по трубе 6. Отработанная в скруббере вода уходит самотеком за борт по трубе 7 через водяной затвор, не показанный на рис. 3. Перед поступлением в насос 5 забортная вода очищается от крупных загрязнений в одном из фильтров 8 (другой фильтр 8 является запасным и включается в работу во время очистки первого). Включение в действие того или иного фильтра осуществляется трехходовым краном 9 и разобщительными кранами 10.

Охлажденный и очищенный от золы и несгоревших частиц топлива генераторный газ для окончательной очистки направляется по трубе 11 в сухой фильтр 12 для более тонкой его очистки и отделения от него частиц воды (осушение газа). После этого очищенный газ по трубе 13 поступает к смесителю для образования в нем горючей смеси генераторного газа и воздуха, которая и направляется к всасывающим клапанам мотора. Отработанные газы выходят из мотора по трубе 16. Вода для охлаждения цилиндров мотора подается к нижней части цилиндров помпой 17 из смесительной цистерны 18. Назначением смесительной цистерны является обеспечение постоянной температуры воды, поступающей для охлаждения двигателей, независимо от температуры забортной воды. При низкой температуре забортной воды приходится уменьшать подачу ее в мотор, скорость воды в рубашках мотора сильно уменьшается, образуются застои, следствием чего является неравномерное охлаждение цилиндров и перегрев отдельных частей их, что может привести к авариям (трещины цилиндров и крышек). При наличии смесительной цистерны для охлаждения мотора можно иметь воду строго определенной температуры, наиболее благоприятной для работы цилиндров и крышек двигателя. Получение в смесительной цистерне воды с заданной температурой осуществляется следующим путем. В смесительную цистерну 18 направляется вся вода, выходящая из мотора после его охлаждения по трубе 19; кроме того в эту же цистерну поступает часть забортной воды с помощью центробежного насоса 5 по трубопроводу 20, на котором имеется клапан 21, регулирующий количество подаваемой воды. Открывая или закрывая последний, можно дать большее или меньшее количество холодной забортной воды в смесительную цистерну и тем регулировать температуру воды в ней.

Избыток воды из смесительной цистерны уходит самотеком за борт по трубе 11, часть идет для санитарных целей по трубе 23 (на душ, уборные), а остальная часть направляется к насосу двигателя 17 и идет на охлаждение его цилиндров. Смесительная цистерна 18 имеет люк для очистки и спускной кран для

удаления осадков из воды. Для определения давления (напора) воды, выходящей из насоса 5, на его магистрали установлен манометр. При пуске мотора на жидком топливе для последнего установлен бачок 15. Эта схема применена для газоходов, работающих на древесной чурке с пуском главного двигателя на бензине. Для других видов топлива и иных систем судов с другими типами двигателей схема газогенераторной установки в ее основных частях остается той же.

У всех газоходов имеются газогенератор и включенные последовательно охладители и очистители газа, смеситель и мотор; на всех газоходах для охлаждения газа применяется забортная вода, подаваемая в охладитель газа центробежным насосом, приводным от главного двигателя. Таким образом основным отличием газоходов от теплоходов, работающих на жидком топливе, является наличие на них специальных установок по получению горючего генераторного газа из твердого топлива и двигателей, приспособленных для работы на генераторном газе.

Прежде чем перейти к рассмотрению работы газогенераторов по газификации твердого топлива, остановимся на главнейших законах термодинамики и рассмотрим основные виды твердого топлива, потребляемые газоходами.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ХИМИИ

5. Тела однородные и неоднородные

Всякое тело — твердое, жидкое или газообразное — представляет собой вещество, состоящее из мельчайших частиц, называемых молекулами. Тела могут состоять из одинаковых или разных молекул. Например, чистая обезвоженная соль состоит из отдельных одинаковых молекул соли, чистая вода — из молекул воды. Если соль растворить в воде, то раствор будет состоять из разных молекул — молекул воды и молекул соли. В составе воздуха имеются молекулы газов кислорода, азота, углекислоты, воды (пара) и др.

Тела, состоящие из одинаковых молекул, называются однородными, а имеющие разные молекулы — неоднородными (смеси, растворы, сплавы и т. д.).

Железо, медь, олово, чистый песок, вода, угарный газ, газ кислорода и т. д. имеют присущие каждому из них молекулы и являются телами однородными. Однако следует отметить, что в природе почти никогда не встречаются вполне однородные тела (в чистом виде); как правило, в состав их входят в большем или меньшем количестве другие тела. Эти посторонние тела носят разные названия. Например, различают воду «жесткую» и «мягкую» в зависимости от наличия растворенных в ней солей; в составе железа в очень небольшом количестве имеются углерод и другие примеси. Соду, известь и т. п. делят на «очищенные», «технически чистые», «химически чистые» и т. д. в зависимости от находящихся в составе этих тел примесей.

6. Атомы. Тела простые и сложные

Молекулы являются мельчайшими частицами данного вещества, обладающими главнейшими его свойствами; однако молекулы не являются еще самыми мельчайшими частицами; молекулы могут быть разделены на еще меньшие частицы — атомы, которые, таким образом, являются составными частями молекул. Молекулы некоторых тел состоят из одинаковых атомов, как, например, молекулы кислорода, имеющие два атома; молекулы других тел могут состоять из разных атомов, например, молекула воды состоит из трех атомов — одного атома кислорода и двух атомов водорода; молекула серной кислоты имеет

более сложное строение — она состоит из 7 атомов: двух водорода, одного серы и четырех атомов кислорода.

Тела, молекулы которых состоят из одинаковых атомов, называются простыми телами, а тела, молекулы которых состоят из разных атомов, называются сложными. Примером простых тел могут служить: кислород, водород и железо; примером сложных тел — вода, серная кислота, поваренная соль и т. д.

Различных атомов в природе имеется сравнительно небольшое количество — всего лишь около 100.

Материал, из которого сложилось то или иное простое тело и который входит в качестве составной части в состав сложного тела, называется химическим элементом. Главнейшие химические элементы приведены ниже в табл. 1. Сложных тел в природе очень много — молекулы их имеют большое количество сочетаний разных атомов.

7. Химические явления. Химическая реакция. Закон сохранения вещества

В физике рассматривается большое количество физических явлений: движение тел, их нагревание, изменение формы тел при действии сил, переход тел из одного состояния в другое и т. д.; во всех этих физических явлениях состав тел или, иначе, их вещество (молекулы), остается без изменения.

Кроме физических явлений существуют явления химические. Они отличаются большим разнообразием, но основным их свойством является изменение вещества или, иначе, состава их молекул.

Рассмотрим на примере отличие физических явлений от химических. Мы можем охладить воду и получить кусок льда, можем действием силы раздробить лед, можем нагреванием обратить лед в воду, заставить ее кипеть и обратиться в пар. Все перечисленные явления будут физическими, так как во всех случаях состав молекулы воды, льда, пара остается без изменений — везде она будет состоять из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Для наглядности мы можем условно обозначить молекулу в виде прямоугольника, а атом — кружком, и во всех этих явлениях молекула будет иметь вид, условно показанный



Рис. 4. Молекула и атомы воды

на рис. 4. Но если мы возьмем некоторое количество воды и будем пропускать через нее электрический ток, то увидим, что на погруженных концах проволоки будут выделяться пузырьки газов; собрав их в отдельные сосуды, мы убедимся, что в одном сосуде будет водород, а в другом кислород. Количество воды при этом будет уменьшаться. В этом случае под действием электрического тока молекулы воды будут разлагаться, и вместо

воды мы получим два новых тела — кислород и водород. Это явление условно можно изобразить в виде, показанном на рис. 5.

Количество атомов до пропускания тока и после его работы осталось без изменения. Число атомов в каждой молекуле изменилось с 3 до 2. Из сложного тела — воды — получились тела простые — кислород и водород. Вещество тел изменилось. Это явление будет уже химическим. Молекулы воды действием электрического тока разложились на простые тела (химические элементы).

Продолжим опыт в следующем виде: если полученные газы мы перемешаем, то получим газовую смесь из молекул кислорода и водорода. Эта смесь носит название гремучего газа. Если к этой смеси поднести горящую спичку, то получится взрыв большой силы; в результате оба газа исчезнут и вместо них будет водяной пар. Это явление показано на рис. 6.

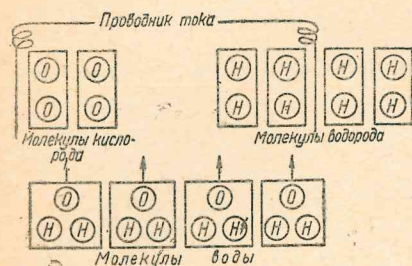


Рис. 5. Разложение воды электролизом



Рис. 6. Горение гремучего газа

Рассмотренное явление также химическое, поскольку состав молекул изменился: вместо молекул кислорода и водорода образовались молекулы водяного пара. Нетрудно заметить, что во всех примерах число атомов (каждый из которых имеет свой вес) остается неизменным. Это не случайно, а является следствием одного из основных законов химии — закона сохранения вещества. Закон сохранения вещества может быть выражен в следующем виде: при всех химических и физических явлениях общее количество веществ не изменяется — вещество не исчезает и не появляется вновь.

Взаимодействие молекул разных тел друг на друга, следствием которого является изменение состава молекул (или иначе — образование других веществ), называется химической реакцией. Так как после реакции общее количество атомов не изменяется, а изменяется лишь строение молекул, то отсюда можно сделать вывод, что для законченной химической реакции необходимо иметь количество одного и другого тела в определенных соотношениях. Если бы в приведенном выше опыте с гремучим газом мы взяли не одну молекулу кислорода на две молекулы водорода, а больше, например, кислорода тоже две молекулы,

то был бы получен водяной пар, но с примесью кислорода, который был взят в избытке. Путем более сложных реакций можно получить также перекись водорода, в состав молекулы которой вошло бы по два атома кислорода и по два атома водорода.

8. Механическая смесь и химическое соединение

В приведенном опыте получения гремучего газа мы взяли некоторое количество газа водорода и смешали его с газом кислородом. В этой смеси, носящей название гремучего газа, были молекулы водорода и молекулы кислорода. Мы можем взять воду и растворить в ней некоторое количество поваренной соли или сахара; в результате получим раствор, в котором будут молекулы соли или сахара и молекулы воды.

Можно перемешать порошок серы с железными опилками; при этом мы будем иметь смесь групп молекул железа, образующих отдельные крупинки железа, и групп молекул серы, образующих крупинки серы. Во всех этих случаях можно путем тех или иных физических воздействий отделить молекулы одного тела от молекул другого. Например, охлаждая смесь кислорода и водорода до низких температур, можно обратить кислород этой смеси в жидкое состояние и удалить его, поскольку температура обращения в жидкость водорода более низкая.

Выпаривая воду из соляного раствора, мы можем получить соль, бывшую в растворе, а охлаждая пары воды, получить отдельно воду. С помощью магнита мы можем удалить крупинки железа из смеси порошка серы и железных опилок.

Приведенные явления перемешивания разных молекул носят название механической смеси. При механической смеси состав молекул отдельных тел, участвовавших в смеси, оставался неизменным.

Если зажечь гремучий газ, то в результате мы получаем новое химическое тело — водяной пар с другим видом молекулы. После нагрева механической смеси железных опилок с порошком серы мы получим новое химическое тело — сернистое железо, в состав молекул которого входят как сера, так и железо.

Эти явления, при которых происходит изменение состава молекул, а следовательно, образование нового химического тела, носят название химического соединения.

Отличие химического соединения от механической смеси заключается, таким образом, в том, что при химическом соединении образуются новые молекулы и, следовательно, новые химические вещества. Есть и еще одно большое отличие механической смеси от химического соединения. Для получения химического соединения, как мы видели выше, необходимо брать совершенно определенные соотношения количества молекул отдельных тел.

9. Атомные веса. Определения весового количества тела для химических реакций

Атомы — чрезвычайно мелкие частицы материи, вес их очень мал и устанавливать его очень трудно. Для расчетов потребного количества тех или иных химических тел, для получения из них новых, практически подходят к этому, зная во сколько раз атом одного тела весит больше атома другого. Это соотношение весов атомов отдельных элементов, взятое относительно веса атома водорода или $\frac{1}{16}$ части веса атома кислорода, носит название атомных весов. Примеры атомных весов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Некоторые важнейшие химические элементы

Название	Символ (обозначение)	Атомный вес	Название	Символ (обозначение)	Атомный вес
Азот	N	14,01	Никель	Ni	58,68
Алюминий	Al	27,1	Олово	Sn	119,0
Водород	H	1,008	Ртуть	Hg	200,6
Железо	Fe	55,84	Свинец	Pb	207,1
Кальций	Ca	40,07	Сера	S	32,07
Кислород	O	16,00	Сурьма	Sb	120,2
Магний	Mg	24,32	Углерод	C	12,00
Марганец	Mn	54,93	Фосфор	P	31,04
Натрий	Na	23,0	Цинк	Zn	63,37

При составлении таблицы атомных весов ранее принимали вес самого легкого элемента — водорода — равным единице, при этом атомный вес кислорода оказывался равным 15,86. Поскольку с кислородом очень часто приходится иметь дело химикам, металлургам и т. п., то для упрощения расчетов было принято решение считать атомный вес кислорода целым числом, равным 16.

При этом пересчете атомный вес самого легкого элемента — водорода — несколько отклонился от единицы: если атомный вес кислорода считать равным 16, то атомный вес водорода будет 1,008. Таким образом, атомным весом химического элемента называется число, показывающее, во сколько раз вес атома этого элемента больше одной шестнадцатой части веса атома кислорода.

Зная, как должна пройти химическая реакция и сколько надо взять на определенное количество атомов одного тела атомов другого, а также зная и атомные веса этих элементов, можно

решать задачи на подсчет потребного количества тел для получения необходимых результатов.

Рассмотрим это на примере. Из табл. 1 видно, что атом кислорода, примерно, в 16 раз тяжелее атома водорода. В молекуле воды два атома водорода и один атом кислорода. Сколько нужно кислорода для того, чтобы сжечь 3 кг водорода, и сколько мы получим при этом водяного пара? Из рис. 4 видно, что для законченной реакции нужно на каждые 4 атома водорода два атома кислорода, или, иначе, на все количество атомов водорода приходится половинное количество атомов кислорода. Но каждый атом кислорода весит в 16 раз более, чем атом водорода. Следовательно, по весу кислорода требуется в 8 раз больше, чем водорода, или по условиям задачи потребуются $3 \times 8 = 24$ кг кислорода. Так как в состав водяных паров войдут как кислород, так и водород, то водяных паров будет $24 + 3 = 27$ кг.

10. Молекулярный вес

Как мы видели выше, молекулы всегда включают в себя целое число тех или иных атомов, поэтому вес молекулы по отношению к $\frac{1}{16}$ веса атома кислорода (или иначе молекулярный вес молекулы) будет равен сумме атомных весов атомов, входящих в состав молекулы. Так, в приведенном выше примере при сжигании гремучего газа, состоявшего из кислорода и водорода, мы получили молекулы водяного пара, в состав которых входят два атома водорода и один атом кислорода; молекулярный вес водяного пара при этом определится:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{атом водорода} & + & \text{атом водорода} & + & \text{атом кислорода} & & \\ 1 & + & 1 & + & 16 & = & 18 \end{array}$$

или более точно

$$1,008 + 1,008 + 16 = 18,016.$$

11. Химическая формула

Атом каждого химического элемента принято обозначать одной большой, или одной большой и одной малой буквой латинского алфавита. Большая буква является первой буквой латинского названия этого элемента. Так, например, знак атома водорода H — первая буква его латинского названия (Hydrogenium), кислорода — O (его латинское название — Oxygenium), углерода — C (Carboneum), железа — Fe (латинское название Ferrum) и т. д.

Так как молекула имеет несколько атомов, то она может быть выражена несколькими знаками атомов, входящих в ее состав. Например, в состав молекулы угарного газа (оксида углерода) входит один атом углерода (C) и один атом кислорода (O), поэтому молекула угарного газа выражается в виде CO.

Если в молекуле имеется несколько одинаковых атомов, то их в формуле не повторяют, а справа от знака атома несколько ни-

же ставят множитель, указывающий число этих атомов. Молекула воды, в которую входят два атома водорода (H) и один атом кислорода (O), будет иметь вид H_2O .

Формула серной кислоты H_2SO_4 показывает, что в ее состав входят два атома водорода (H), один атом серы (S) и четыре атома кислорода (O).

Химическая формула, состоящая из небольшого количества букв и цифр, показывает: 1) из каких химических элементов состоит молекула, 2) сколько атомов каждого элемента в ней находится.

По химической формуле можно вычислить процентный вес каждого элемента.

Например, горючий газ метан имеет форму CH_4 , которая показывает, что: 1) этот газ является химическим соединением углерода (C) и водорода (H), 2) молекула этого газа имеет один атом углерода (C) и четыре атома водорода (H). Молекулярный вес метана будет равен:

$$CH_4 = 12 + 1,008 \times 4 = 16,032,$$

в этой формуле 12 — атомный вес углерода, 1,008 — водорода и 4 — число атомов водорода.

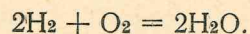
12. Химическое уравнение

Химическая реакция между телами и получающиеся при этом новые химические тела могут быть выражены в виде химического уравнения. Химическое уравнение составляется следующим образом: в левой части уравнения пишут формулы молекул, вступающих в химическую реакцию, соединяя их знаком +; затем ставят знак равенства и справа от него указывают формулы полученных новых химических соединений, соединяя их также между собой знаком +.

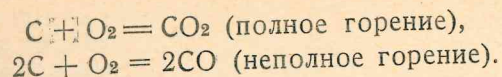
При составлении химического уравнения следует помнить, что количество атомов в левой и правой сторонах уравнения всегда одинаково, но состав молекул изменяется. В том случае, когда берется не одна молекула или в результате реакции получается две или больше молекул, число их обозначается цифрой, стоящей слева от знака молекулы.

Например: $2H_2O$ показывает, что взято две молекулы воды, $3CH_4$ — три молекулы метана, $2C$ — две молекулы углерода и т. д.

Рассмотрим для примера несколько химических уравнений. Для получения водяного пара, имеющего молекулу вида H_2O , нужно взять молекулы водорода и молекулу кислорода, каждая из которых состоит из двух атомов (H и O); для уравнения берем две молекулы водорода $2H_2$ и одну кислорода O_2 . После реакции мы получим:



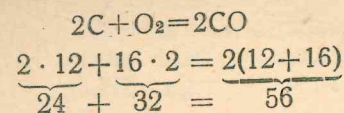
Уравнение показывает, что в результате реакции мы получим две молекулы водяного пара (H_2O). При горении углерода (C) могут быть два случая:



В этих уравнениях участвуют молекулы углерода, в состав которых входит один атом, и молекулы кислорода из двух атомов.

Пример. Сколько килограммов (кг) углерода надо взять для получения 120 кг окиси углерода (CO) и для получения 120 кг углекислоты (CO_2)?

Решение. Напишем уравнение для получения окиси углерода (угарного газа) и подставим атомные веса:

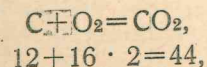


Уравнение показывает, что для получения 56 весовых частей окиси углерода необходимо 24 кг углерода. Для получения 120 кг окиси углерода потребуется углерода больше в $\frac{120}{56}$ раза,

т. е.:

$$\frac{120}{56} \cdot 24 = 51,43 \text{ кг.}$$

Для углекислоты соответственно будем иметь:

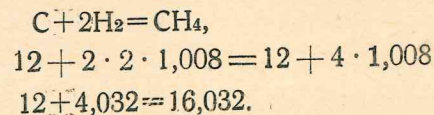


т. е. на 44 кг углекислоты требуется 12 кг углерода; следовательно, для получения 120 кг углекислоты углерода потребуется больше в $\frac{120}{44}$ раза, или

$$\frac{120}{44} \cdot 12 = 32,8 \text{ кг.}$$

Пример. Сколько по весу содержится в 160,32 кг метана (CH_4), углерода (C) и водорода (H)?

Решение. Напишем химическое уравнение:



В 16,032 кг метана содержится 12 кг углерода, а в 160,32 кг больше в $\frac{160,32}{16,032}$ т. е. в десять раз;

отсюда количество углерода определится:

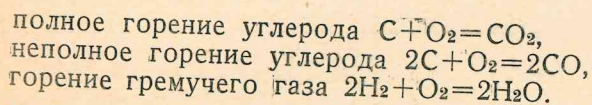
$$12 \cdot 10 = 120 \text{ кг}$$

и водорода $160,32 - 120 = 40,32 \text{ кг}$.

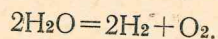
13. Основные виды химических реакций

Наиболее часто встречаются следующие виды химических реакций.

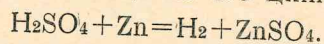
1. Реакция соединения, под которой понимается образование нового химического тела из двух или нескольких тел, в состав молекулы которого входят все атомы, бывшие в молекулах тел, взятых до реакции. Примером реакций этого вида могут служить:



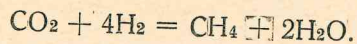
2. Реакция разложения, под которой понимается получение двух или более новых химических тел из одного под действием теплоты, электрического тока и т. д. Примером может служить разложение воды электрическим током и водяных паров сильным нагревом их; в этом случае уравнение имеет вид:



3. Реакция замещения, при которой в молекуле один или несколько атомов заменяются другими. Например, если в раствор серной кислоты (H_2SO_4) опустить цинк (Zn), то произойдет реакция, в результате которой будет происходить выделение из кислоты водорода и замещение его цинком, т. е.



4. Реакция обмена или реакция двойного обмена. При этих реакциях атомы из одной молекулы переходят в другую. Примером может служить реакция, происходящая между углекислотой (CO_2) и водородом (H_2) при высокой температуре, следствием чего является образование метана (CH_4) и воды:



14. Экзотермические и эндотермические реакции.

Горение

Рассмотрим внешние явления, происходящие при некоторых химических реакциях. При разложении воды на кислород и водород с помощью электрического тока было затрачено значительное количество электрической энергии; мы могли бы до-

стичь таких же результатов подводом к пару большого количества тепла, так как при очень высоких температурах водяной пар разлагается на водород и кислород и при этом часть тепловой энергии поглощается.

Обратно, при взрыве гремучего газа выделяется большое количество энергии (тепловой), которая может быть даже использована в специальных моторах.

Таких примеров химических реакций можно привести много.

Так, если взять уголь и, нагрев, опустить его в кислород, то начнется энергичное горение углерода (угля) с выделением большого количества тепла, и вместо угля и кислорода мы получим новое тело — газ углекислоту.

Эта реакция показана на рис. 7. Если мы углекислоту будем прогонять через раскаленный уголь, поддерживая его температуру дополнительным подводом тепла, то количество угля уменьшится, а вместо углекислоты будем иметь новый газ — окись углерода, или угарный газ, молекула которого состоит из одного атома кислорода и одного атома углерода (рис. 8). Для получения окиси углерода таким путем мы затрачиваем значительное количество

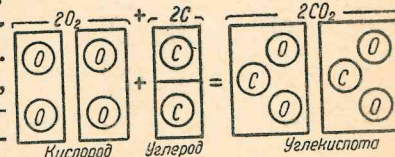


Рис. 7. Полное сгорание углерода

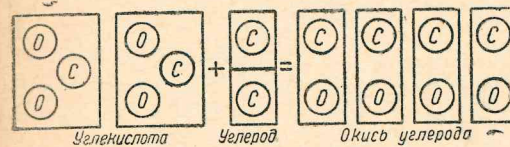


Рис. 8. Образование окиси углерода из углерода и углекислоты

тепла, которое и было поглощено при этой реакции.

Если окись углерода смешать с кислородом и зажечь, то будет новая реакция, показанная на рис. 9; вместо окиси углерода и кислорода мы получим опять углекислоту при выделении значительного количества тепла.

Химические реакции, при которых происходит выделение тепла, называются экзотермическими реакциями, а при которых происходит поглощение тепла — эндотермическими.

Из экзотермических химических реакций, представляющих для нас наибольший интерес, являются реакции соединения с кислородом углерода, водорода и серы, носящие название горения.

Таким образом, горением называется химическая реакция соединения с кислородом воздуха горючих частей топлива и других тел с быстрым выделением при этом значительного количества тепла.

Кроме горения можно отметить очень медленное соединение кислорода с углеродом и водородом, проявляющееся в виде гни-

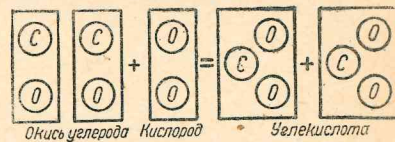


Рис. 9. Горение окиси углерода

ения или разложения, а также очень быстрое, почти мгновенное сгорание горючих газов в кислороде воздуха или сгорание смеси пыли угля и воздуха, называемое часто взрывом горючих газов, или горючей пыли.

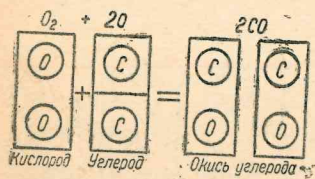


Рис. 10. Неполное сгорание углерода

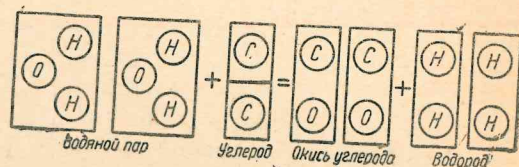


Рис. 11. Разложение водяного пара при прохождении его через раскаленный уголь

Из химических реакций, встречающихся при работе газогенератора и мотора, можно отметить следующие:

- 1) сгорание водорода;
- 2) сгорание углерода — полное и неполное;

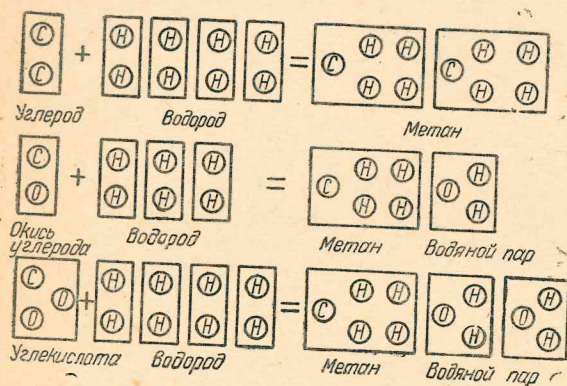


Рис. 12. Образование метана

ные на рис. 6, 7, 9, 10 и 12, являются экзотермическими, а на рис. 5, 8, 11—эндотермическими.

Если измерить количество энергии, затраченной при реакции, показанной на рис. 5, и количество энергии, выделенной при реакции, показанной на рис. 6, то можно установить равенство их. Это является следствием закона сохранения энергии, который для данного случая выразится: при разложении сложного вещества на элементы поглощается (или выделяется) столько же энергии, сколько выделилось (или поглотилось) при образовании его из элементов.

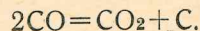
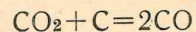
15. Скорость химической реакции. Обратимые реакции. Химическое равновесие

Для протекания любой химической реакции требуется время. Некоторые реакции происходят в чрезвычайно короткое время (например: взрыв гремучего газа, горение генераторного газа в цилиндрах двигателя), другие же требуют очень длительного времени (гниение древесины, ржавление железа). Время, необходимое для полного протекания реакции между реагирующими телами, называется скоростью реакции.

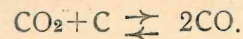
Скорость химической реакции зависит от вида участвующих веществ, температуры, величины поверхности соприкосновения реагирующих веществ и т. п.

С повышением температуры и увеличением поверхности соприкосновения реагирующих тел скорость реакции увеличивается.

Некоторые химические реакции при определенной температуре и при условии нахождения продуктов реакции в месте взаимодействия тел могут протекать одновременно как в прямом, так и обратном направлениях. К таким реакциям можно, например, отнести образование окиси углерода (CO) из углекислоты (CO₂) и углерода (C) и обратную ей реакцию образования углерода (C) и углекислоты (CO₂) из окиси углерода (CO), т. е.



Такие реакции называются обратимыми. Выражаются они обычными химическими уравнениями, но в последних часто знак равенства заменяется противоположно направленными стрелками (\rightleftharpoons). Так, приведенная выше обратимая реакция выражается в виде:



При некоторых условиях протекания обратимых реакций скорости прямой и обратной реакции становятся равными; такое состояние реакции называется химическим равновесием.

Явление химического равновесия объясняется следующим: когда в данном объеме молекул двух реагирующих тел много — прямая реакция идет быстро; в дальнейшем количество молекул первоначально реагирующих веществ уменьшается за счет образования нового химического вещества, соприкосновение их становится более редким и прямая реакция замедляется; с другой стороны, с увеличением количества молекул вновь образуемого тела увеличивается скорость обратной реакции, что и приводит к состоянию химического равновесия.

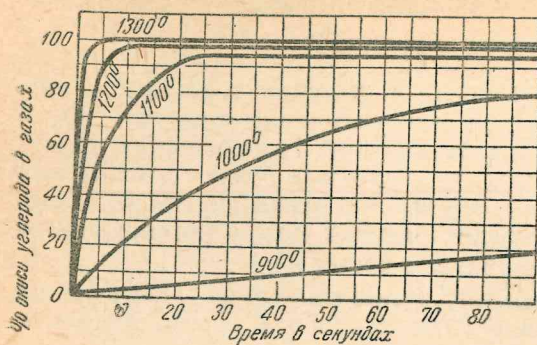


Рис. 13. Диаграмма образования CO при газогенераторном процессе

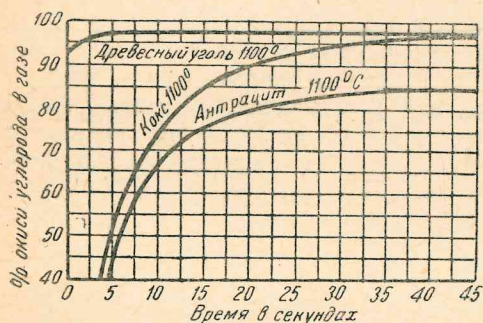


Рис. 14. Диаграмма образования CO в зависимости от времени контакта с раскаленным углеродом

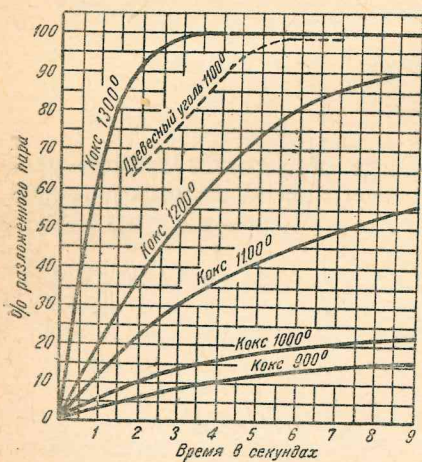


Рис. 15. Диаграмма разложения пара

Обратимые реакции в газогенераторном деле имеют большое значение. На рис. 13 показано образование окиси углерода CO из углекислоты CO₂ при пропускании последней через раскаленный уголь. Из этого графика можно установить следующее:

1) с увеличением времени соприкосновения углекислоты с раскаленным углем (до известного предела) идет увеличение содержания CO в отходящих газах;

2) чем выше температура, при которой происходит реакция, тем больше будет в отходящих газах CO и меньше CO₂—влияние прямой реакции больше.

Из рис. 14 можно в известной степени установить также и влияние состояния углерода на образование CO при одном и том же времени реакции и одинаковой температуре. Антрацит, имеющий относительно малую поверхность соприкосновения, имеет несколько замедленный прямой процесс по сравнению с древесным углем.

На рис. 15 показано образование водорода и окиси углерода при пропускании водяного пара через раскаленный уголь и кокс. Чем выше температура, тем в большей степени идет прямая реакция, и процент разложившегося пара увеличивается. При одной и той же температуре древесный уголь дает больше CO и H₂ из углекислоты, чем кокс.

ТОПЛИВО И ЕГО ГОРЕНИЕ

Топливом называются твердые, жидкие и газообразные тела, служащие для получения тепловой энергии путем сжигания их.

16. Виды топлива

В практике встречается большое количество разных видов топлива, но их все можно свести к нескольким основным группам по физическому состоянию и по способу их получения.

По физическому состоянию топливо можно разделить на:

- 1) твердое — древесина, древесный уголь, торф, каменный уголь, кокс и т. д.;
- 2) жидкое — нефть, мазут, керосин, лигроин, бензин, спирт;
- 3) газообразное — газы: естественный (природный), доменный или колошниковый, светильный, генераторный и другие.

По роду добычи или по способу получения топливо делится на две основные группы: естественное, или натуральное, и топливо искусственное.

Естественное топливо встречается в природе в готовом для сжигания виде и требует лишь некоторой обработки, не меняющей его химического состава. Такая обработка естественного топлива сводится к удалению из него по возможности негорючих твердых примесей и влаги, а также к разделению твердого топлива на отдельные куски, удобные для сжигания.

К естественным видам топлива можно отнести: естественный горючий газ, нефть, торф, каменный уголь, древесину.

К искусственному топливу относятся топлива, получаемые из:

- 1) древесины: древесный уголь, древесный спирт, генераторный газ;
- 2) торфа: торфяной кокс, генераторный газ;
- 3) каменного угля: кокс, каменноугольный деготь, светильный газ, доменный газ, генераторный газ;
- 4) нефти: бензин, керосин, лигроин, мазут, соляровое масло (газойль).

К искусственному топливу можно также отнести и брикеты, которые изготовляются из мелко раздробленного твердого топлива путем соединения его частиц во время прессовки небольшим количеством жидкого топлива или специальным связующим составом.

Искусственное топливо отличается от естественного топлива (из которого оно получено) по химическому составу, а иногда и физическому состоянию. Из естественного твердого топлива могут быть получены как твердые, так жидкие и газообразные виды искусственного топлива.

17. Состав топлива

Всякое топливо состоит из двух основных частей: горючей и негорючей. Горючая часть топлива является носителем тепловой энергии и представляет полезную его часть. Негорючую часть топлива образуют механические примеси негорючих веществ, которые могут быть как в твердом, так и жидком и газообразном виде (зола, влага, азот). К негорючей части относятся и негорючие элементы топлива, химически связанные с негорючими частями топлива и не позволяющие им участвовать в процессе горения (например, химические соединения кислорода с горючими частями топлива).

Негорючая часть топлива снижает его тепловую ценность; чем негорючая часть больше по величине, тем меньшее количество тепла может быть получено при сжигании одного килограмма топлива; кроме того наличие в топливе большого количества негорючих примесей может вредно отразиться на процессе сжигания его, ведя к понижению мощности тепловых двигателей, снижению их коэффициента полезного действия и даже усиленному износу частей двигателя. Поэтому на очистку топлива от посторонних примесей должно обращать всегда очень серьезное внимание.

Горючая часть топлива (твердого, жидкого и газообразного) состоит из водорода, углерода и химических соединений этих элементов, называемых углеводородами. В некоторых сортах твердого и жидкого топлива к горючей части его может быть также отнесена и сера, а в газообразном топливе окись углерода (угарный газ — соединение кислорода с углеродом).

Как увидим ниже, отдельные составные горючие части топлива при сгорании выделяют неодинаковое количество тепла; составные негорючей части также в разной степени влияют на снижение выделения тепла при сжигании 1 кг топлива. Таким образом, качество топлива в сильной степени зависит от его химического состава, а также от величины и состава негорючих примесей (балласта).

Химический состав горючей части топлива для многих его видов нередко бывает почти постоянным, а примеси могут колебаться в широких пределах; поэтому в таблицах, характеризующих твердое и жидкое топливо, часто дается процентное содержание водорода, углерода и горючей серы для горючей части топлива (принимая последнюю за 100%) и отдельно показывается количество влаги и золы, приходящееся на 1 кг топлива. Состав газообразного топлива обычно относится к единице его объема (1 м³), причем отдельные составляющие газа показываются в процентах по объему.

18. Горение топлива и его составных частей

Под горением топлива, как отмечалось выше, понимается быстрое соединение горючих частей топлива с кислородом воздуха, с выделением значительного количества тепла и газов, имеющих высокую температуру.

Чем большее количество тепла выделяет 1 кг твердого или жидкого топлива при его сжигании, тем большую ценность представляет этот вид топлива.

Для газообразного топлива имеет очень большое значение количество тепла, выделяемое 1 м³ газа при его сжигании и 1 м³ смеси горючего газа с воздухом.

Количество тепла, выделяемого 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м³ газообразного топлива при полном их сгорании, называется рабочей теплотворной способностью топлива.

Количество тепла измеряется калориями. Под калорией понимается количество тепла, которое необходимо затратить для нагревания 1 кг воды на 1°С в пределах нагревания ее от 14,5 до 15,5°С.

Теплотворную способность газообразного топлива и смеси его с воздухом принято брать в калориях на 1 м³ газа или газовой смеси при давлении в 760 мм и температуре 15°С.

Сгорание водорода. Наибольшей теплотворной способностью на единицу веса, например, 1 кг, обладает водород. При сгорании водорода (соединении его с кислородом), как нам уже известно, каждые два атома водорода соединяются с одним атомом кислорода, в результате чего получаются молекулы воды (водяного пара), состоящие из двух атомов водорода и одного атома кислорода. При этой химической реакции практически на каждый килограмм сгорающего водорода выделяется около 29 000 калорий тепла. Если полученный водяной пар охладить, то при конденсации его выделяется добавочно около 3000 калорий, что еще более повышает теплотворную способность водорода. Вследствие этого различают рабочую (низшую) теплотворную способность водорода — количество тепла, выделяемого 1 кг водорода при получении в продуктах сгорания паров воды, и высшую теплотворную способность его при получении в продуктах сгорания воды. В тепловых двигателях продукты сгорания имеют всегда температуру значительно выше 100°С, и в результате горения водорода имеет место получение водяных паров, почему для расчетов и принимается низшая (рабочая) теплотворная способность топлива.

Если в 1 кг жидкого или твердого топлива содержится по весу несколько процентов водорода, например, H%, то при сжигании этого топлива заключенный в нем водород выделит:

$$29\,000 \frac{H}{100} \text{ кал/кг,}$$

или, что то же:

$$290H \text{ кал/кг.}$$

Сгорание углерода может идти, как мы знаем, по двум химическим реакциям. При одной из них с каждым атомом углерода соединяются при горении два атома кислорода. В результате этой химической реакции получается углекислота CO_2 (рис. 7) и на 1 кг сгоревшего углерода выделяется около 8100 калорий.

При недостаточном подводе воздуха к горящему углероду с каждым атомом углерода соединяется лишь один атом кислорода; продуктом сгорания углерода в этом случае является окись углерода CO (рис. 10) и на 1 кг сгоревшего углерода выделяется около 2400 калорий. Последняя реакция носит название неполного сгорания углерода. Окись углерода является горючим газом и при подводе кислорода сгорает в углекислый газ (рис. 9) с выделением значительного количества тепла.

Если в 1 кг жидкого или твердого топлива содержится по весу несколько процентов углерода, например, $C\%$, то при сжигании такого топлива заключенный в нем углерод при полном сгорании дает:

$$8100 \frac{C}{100} \text{ кал/кг} = 81 C \text{ кал/кг.}$$

Сгорание серы. В составе многих каменных углей содержится сера. Сера тоже является горючим телом — при сжигании 1 кг серы выделяется около 2500 калорий. Если в 1 кг топлива содержится несколько процентов по весу серы, например, $S\%$, то при сжигании такого топлива заключенная в нем сера дает:

$$2500 \frac{S}{100} \text{ кал/кг} = 25 S \text{ кал/кг.}$$

Теплотворная способность твердого топлива. Если топливо содержит в процентах по весу водорода $H\%$, углерода $C\%$ и серы $S\%$, то при сжигании такого твердого или жидкого топлива и при полном его сгорании должно выделиться следующее количество тепла:

$$290 H + 81 C + 25 S.$$

Например, если топливо содержит по весу водорода 6%, углерода 70% и серы 3%, то при полном его сгорании выделится тепла:

$$290 \cdot 6 + 81 \cdot 70 + 25 \cdot 3 = 7485 \text{ кал/кг.}$$

В топливе часто содержатся влага и кислород, влияние которых при определенной теплотворной способности также должно быть учтено.

Влага топлива, удаляемая сушкой, всегда показывается в балласте его, соединения же кислорода с водородом, химически связанные с горючей частью топлива и не удаляемые сушкой, показываются в виде водорода и кислорода. Поскольку водород топлива, химически связанный с кислородом, является негорючим, он должен быть при определении теплотворной способно-

сти топлива исключен. Количество связанного с кислородом водорода можно выразить через кислород (O) в виде $\frac{O}{8}$, где O — процентное содержание кислорода по весу в топливе; горючий водород топлива при этом определится в виде:

$$\left(H - \frac{O}{8} \right).$$

Большое влияние на понижение теплотворной способности топлива оказывает содержащаяся в нем влага. Это объясняется тем, что вода при своем испарении требует затраты большого количества тепла для ее нагревания, обращения в пар и для дальнейшего перегрева пара. Перегретый пар, полученный из влаги W топлива, уходит из двигателя и уносит с собой значительное количество тепла, которое для нас является потерянным. На образование 1 кг перегретого пара из воды тратится около 600 калорий; таким образом, если в топливе по весу содержится $W\%$ влаги, то она отнимет от теплотворной способности топлива количество теплоты, равное

$$W \cdot \frac{600}{100} \text{ кал/кг, или } 6W \text{ кал/кг.}$$

Таким образом, рабочую теплотворную способность твердого или жидкого топлива с учетом влияния влаги и кислорода топлива можно определить по следующей формуле:

$$Q_p = 81C + 290 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 25S - 6W \text{ кал/кг.}$$

В этой формуле: Q_p кал/кг — рабочая теплотворная способность топлива; C, H, O, S и W — процентное содержание по весу в рабочем топливе углерода, водорода, кислорода, серы и влаги.

Пример. Определить рабочую теплотворную способность антрацита следующего состава: C —86,5%, H —1,67%, O —0,45%, W —5%.

Решение. Рабочая теплотворная способность топлива определится по формуле:

$$Q_p = 81C + 290 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 25S - 6W.$$

Подставив наши цифровые данные, получим:

$$Q_p = 81 \cdot 86,5 + 290 \left(1,67 - \frac{0,45}{8} \right) + 25 \cdot 0 - 6 \cdot 5 = 7444,5 \text{ кал/кг.}$$

В нашей практике для определения рабочей теплотворной способности твердого и жидкого топлива часто пользуются формулой Д. И. Менделеева:

$$Q_p = 81C + 300H + 26(S - O) - 6(9H + W).$$

Значения букв в этой формуле те же, что и в рассмотренной выше формуле Союза германских инженеров.

Сгорание генераторного газа и его теплотворная способность. В состав генераторного газа входят горючие газы: окись углерода (CO), водород (H₂), метан (CH₄) и в незначительном количестве другие углеводороды, а также негорючие — углекислота (CO₂), азот (N₂), в незначительном количестве кислород и водяные пары.

При сгорании 1 м³ окиси углерода, имевшей начальное давление 760 мм ртутного столба и температуру 0° Ц, выделяется 3045 калорий; при таких же условиях 1 м³ водорода дает 2580 калорий, а метан — 8590 калорий. Если имеется 1 м³ смеси газов при нормальных условиях (температура 0° Ц и давление 760 мм ртутного столба), то после сжигания их получим следующее количество тепла (или величину теплотворной способности):

$$Q_2 = 30,45CO + 25,80H_2 + 85,90CH_4,$$

где CO, H₂ и CH₄ — количество окиси углерода, водорода и метана в процентах по объему.

Для газов различных давлений и температур расчет производится по формуле:

$$Q_2 = (30,45CO + 25,80H_2 + 85,90CH_4) \cdot \frac{273}{273 + t_2} \cdot \frac{P_0}{760},$$

в этой формуле: Q — теплотворная способность 1 м³ газа, взятая при температуре t₂ и давлении P₀ мм ртутного столба.

Пример. Генераторный газ взят при давлении P₀ = 750 мм и t₂ = 20° Ц; его химический состав: CO₂—10%; O₂—0,7%; CO—20%; H₂—15%; CH₄—2%. Определить теплотворную способность его.

Решение. Подставляя данные в приведенную выше формулу, получим:

$$Q_2 = (30,45 \cdot 20 + 25,8 \cdot 15 + 85,9 \cdot 2) \frac{273}{273 + 20} \cdot \frac{750}{760} = 1030 \text{ кал/м}^3.$$

19. Виды топлива, применяемые на судах для получения генераторного газа

Наши действующие газогенераторные судовые установки пока работают преимущественно на древесном топливе — древесной чурке и швырке, но уже имеются и работают судовые газогенераторы, предназначенные для газификации антрацита, торфа и древесного угля. Опыт газогенераторов нашей промышленности и заграничный опыт строительства газоходов указывают на полную возможность получения генераторного газа также из кокса и многих видов каменных углей. Такие установки несомненно в ближайшие годы будут применяться и в нашем флоте.

Дрова. Химический состав сухой древесины и теплотворная ее способность в зависимости от породы деревьев изменяются очень незначительно, что видно из табл. 2, но решающее влия-

Таблица 2
Состав древесины и ее тепловая характеристика

Порода дерева	Состав органической части топлива в % по весу				Низшая теплотворная способность топлива в кал/кг
	углерод	водород	кислород	азот	
Береза	49,3	6,1	43,45	1,15	4460
Сосна	50,2	6,0	43,4	0,4	4560
Ель	49,95	6,4	N+O=43,65	—	4510
Бук	49,5	6,1	43,49	0,91	4500
Лиственница	50,1	6,3	43,6	—	4465
Дуб	50,7	6,05	43,25	—	4530
Ольха	49,0	6,25	44,75	—	4540

ние на теплотворную способность дров оказывает их влажность, что видно из диаграммы (рис. 16). Влажные дрова не только имеют низкую рабочую теплотворную способность, но и кроме того при их горении не получается достаточно высокой температуры, что в целом затрудняет сжигание сырых дров и получение из них высококачественного генераторного газа.

Свежесрубленное дерево имеет очень большой процент влажности. Он составляет в среднем для хвойных пород 55—60%, для твердых лиственных пород (дуб, бук) — 35—40% и для мягких лиственных пород (береза, осина и т. п.) — 45—55%. При сплаве древесины содержание в ней влаги увеличивается. Влияние влажности древесины на качество получаемого газа показано в табл. 3 и на уменьшение мощности — в табл. 4. В качестве примера был взят двигатель в 28 л. с., развивавший эту мощность, принятую за 100%, при влажности древесины в 15%.

Древесина с большой влажностью для судовых газогенераторов не применяется, так как снижает мощность двигателя, вызывая в некоторых случаях даже его остановку. Снижение влажности древесины достигается путем ее сушки — естественной под навесами и искусственной с помощью специальных сушилок.

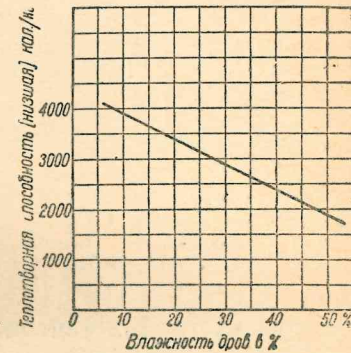


Рис. 16. Зависимость теплотворной способности древесины от влажности

Опыты показывают, что влажность древесины для газогенераторных судовых установок должна быть в пределах 15—30%, причем для газогенераторов небольших размеров она должна

Таблица 6

Размеры кусков древесины судовых газогенераторов

Тип газогенератора	Мощность обслуживаемых моторов в л. с.	Размеры кусков топлива в мм
МСВ-90	2— 3	25×25×50
ЛС-2	50— 55	50×50×70—80
МСВ-84, МСВ-86, ЦНИИВТ-3	50— 55	50×50×110
МСВ-84, МСВ-86, ЦНИИВТ-3, приспособленные для работы на швырке	—	от 500×50×50 до 500×65×65
ЦНИИВТ-7	110—120	500×65×65

Древесный уголь, получаемый обжигом дров, имеет перед древесным топливом некоторые преимущества, заключающиеся в следующем: меньшее содержание влаги, отсутствие смол и более высокая теплотворная способность. Наряду с этим в древесном угле есть и значительные недостатки, к которым в первую очередь можно отнести: 1) очень малую механическую прочность угля, вследствие чего он легко размельчается и частично обращается в пыль, и 2) значительную затрату тепла при обжиге дров для получения угля, что видно из табл. 7.

Таблица 7

Характеристика древесного угля

Вид угля	Температура обжига	Выход угля в % от сухой древесины	Состав угля		
			Углерод С	Водород Н	Кислород О
Бурый мягкий	200	91,8	52,3	6,3	41,4
	250	65,2	70,6	5,2	24,2
Темнобурый	300	51,4	73,2	4,9	21,9
	400	40,6	77,7	4,5	18,1
Темнобурый ломкий	500	31,0	89,2	3,1	6,7
	600	29,1	92,2	2,6	5,2
	700	27,8	92,8	2,4	4,8

Обычно для получения 1 т черного древесного угля требуется затрата до 4—4,5 т древесины. Зольность угля составляет 1—3%, влажность доходит до 10%, рабочая теплотворная способность от 6800 до 7000 кал/кг.

Таблица 3

Влияние влажности древесины (береза) на качество получаемого генераторного газа

Влажность в %	Теплотворная способность газа в кал/м³
12,4	1333
15,3	1343
20,0	1226
37,4	839

Таблица 4

Влияние влажности древесины на мощность двигателя

Влажность древесины в %	Мощность двигателя	
	л. с.	%
30	18	64
24	22	78
20	26	96
15	28	100

Таблица 5

Объем бункера в м³, занимаемый 1 т чурок разной породы

Порода дерева	Объем в м³, занимаемый 1 т топлива
Дуб	2,8
Береза	3,1
Сосна	3,6
Ель	3,8

быть меньше чем для больших. Объемы, занимаемые 1 т дров различной породы, показаны в табл. 6.

Величина кусков древесного топлива, поступающего в судовые газогенераторы, зависит от системы газогенератора и его размеров. Разделка древесины на более крупные куски удешевляет стоимость топлива в некоторых случаях вдвое и имеет очень большое экономическое значение для развития газоходостроения. Но сжигание такого топлива (швырок) требует специального

приспособления газогенераторов и встречало до последнего времени значительные трудности. Сейчас у нас такие газогенераторы начинают входить в эксплуатацию.

Размеры кусков топлива для судовых газогенераторов приведены в табл. 6.

Древесное топливо может заготавливаться только из здоровой древесины как лиственных, так и хвойных пород. При нездоровой древесине качество получаемого газа и мощность моторов снижаются. Для газогенераторов предпочтительны лиственные породы деревьев и наиболее твердые из них.

Заготовленное и высушенное топливо должно храниться в помещениях, не допускающих увлажнения топлива (протекающие крыши, сырой земляной пол и т. д.), с достаточно хорошей вентиляцией.

Вес 1 м³ угля и объем, занимаемый 1 т угля, приведены в табл. 8.

Таблица 8

Порода дерева, из которой получен уголь	Вес 1 м ³ угля в кг	Объем, занимаемый 1 т угля, в м ³
Ель, пихта	120	8,3
Сосна	135	7,4
Осина	140	7,1
Береза	175	5,7

Антрацит является одним из наиболее древних каменных углей. В нем очень мало водорода и кислорода, и стоит он почти из чистого углерода. Антрацит имеет большую плотность и твердость, трудно загорается, но при горении его развивается высокая температура. Состав антрацитов и сорта его по размерам кусков характеризуются табл. 9. Для судовых газогенераторов наиболее часто применяются донецкие антрациты сорт АК с размером кусков 25—125 мм и сорт АМ—13—25 мм. Выбираемые размеры кусков зависят от мощности и типа газогенератора. При очень мелком

Антрацит для судовых газогенераторов

Таблица 9

Название и марка	Размер кусков в мм	Химический состав органической массы				
		Углерод С	Водород Н	Азот N	Кислород O	Сера S
Крупный орех АК	125—25	94,5	1,85	0,7	1,35	1,6
Мелкий орех АМ	25—13	94,3	1,85	0,7	1,35	1,8

Продолжение таблицы 9

Название и марка	Теплотворная способность		Насыпной вес в кг/м ³	Объем, занимаемый 1 т топлива, в м ³
	органической массы	рабочего топлива		
Крупный орех АК	8160	7200—7300	около 850	около 1,15—1,2
Мелкий орех АМ	8140	6900—7000	—	—

угле сопротивление для прохода газов резко увеличивается, а при больших размерах сильно уменьшается поверхность соприкосновения горящего угля с кислородом воздуха.

Кокс является искусственным топливом, получаемым из каменного угля путем нагревания последнего до высокой температуры

(1000—1200°С) в герметически закрытых ретортах. При этом из каменного угля выходят летучие вещества, состоящие из водорода и его соединений с углеродом, а также и азот. Кокс в изломе представляет пористую массу серо-серебристого цвета; загорается кокс при высокой температуре и при горении развивает температуру до 1400°. Состав кокса может быть характеризован следующими величинами: углерод — 84 ÷ 92%, водород — 0,75 ÷ 2%, кислород — 0 ÷ 5%, сера и зола — 6 ÷ 10%.

Насыпной вес кокса составляет 300—400 кг/м³ и рабочая теплотворная способность около 7600 кал/кг.

Торф. Торф является наиболее молодым ископаемым естественным топливом. Он образуется при медленном разложении с недостатком воздуха различных болотных растений, преимущественно моха. Торф по своему химическому составу неоднороден — чем он глубже залегает, тем больше его возраст, больше плотность и он больше содержит углерода. Молодой торф, взятый с поверхности болота, имеет много еще неразложившихся растений, и состав его горючей части приближается к древесине. Примерный состав торфяного топлива показан в табл. 10.

Средний химический состав торфа

Таблица 10

Вид торфа	Состав торфа				
	Углерод С	Водород Н	Кислород O	Азот N	Зола
Мох	49,9	6,6	42,5	1,0	—
Бурый торф с поверхности	57,7	5,4	33,4	0,8	2,7
То же с глубины 2 м	62,0	5,2	23,3	2,1	7,4
Черный торф с глубины 4 м	64,1	5,0	17,7	4,0	9,2

Залежи торфа чрезвычайно широко распространены в СССР, и добыча его с каждым годом возрастает. Для стационарных газогенераторов торф уже давно применяется, и такие установки работают вполне надежно. В настоящее время успешно проводятся опыты по применению этого вида топлива и в судовых газогенераторных установках.

ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ

Газогенератором, или производителем генераторного газа, называется устройство, предназначенное для получения из твердого топлива — путем сжигания его при недостаточном количестве воздуха — горючих газов, служащих газообразным топливом для двигателей внутреннего сгорания.

По способу получения газа из твердого топлива газогенераторы можно разделить на несколько видов, из которых для газоходов применяются:

- 1) газогенераторы с прямым процессом газификации,
- 2) газогенераторы с обратным, или опрокинутым процессом газификации.

В практике газоходостроения газогенераторы с прямым процессом газификации применяются для следующих видов твердого топлива: антрацита, тощих каменных углей, кокса и древесного угля, а газогенераторы с обратным процессом газификации — для древесного топлива — чурок или швырка, а также для торфа.

Большинство построенных у нас газоходов работает пока на древесном топливе, но значительное число газоходов оборудовано и антрацитовыми газогенераторами. Западноевропейские и североамериканские газоходы работают преимущественно на коксе.

20. Газификация твердого топлива в газогенераторе прямого процесса

Газогенератор прямого процесса схематически показан на рис. 17. Корпус газогенератора выполнен из стали и в нижней части имеет футеровку 1. В верхней части газогенератора имеется загрузочное отверстие 2, плотно закрывающееся крышкой 3, служащее для подачи топлива; сбоку шахты в верхней ее части имеется патрубок 4 для отбора генераторного газа; в нижней части газогенератора установлена колосниковая решетка 5 и имеется отверстие для подачи воздуха 6.

Работа подобного газогенератора заключается в следующем. Во время действия он, примерно, на $\frac{3}{4}$ по высоте загружен топливом, нижний слой которого сгорает на колосниковой решетке 5. Получаемый генераторный газ с помощью вентилятора (на мощных газоходах) или самим двигателем внутреннего сгора-

ния отсасывается по патрубку 4, вследствие чего внутри газогенератора образуется небольшое разрежение, и благодаря атмосферному давлению воздух из машинного отделения входит в нижнюю часть газогенератора через отверстие 6. Образующиеся при горении газы по той же причине будут проходить через слой топлива, двигаясь вверх к отверстию патрубка 4 для отбора газа.

Частицы кислорода воздуха, подаваемого в недостаточном для полного горения количестве, соприкасаясь с раскаленным слоем топлива около колосниковой решетки, вступают с ним в химическую реакцию. Здесь происходит частью полное сгорание углерода топлива в углекислоту, а частично, одновременно с этим, неполное сгорание, следствием чего является образование горючего газа — окиси углерода. Эта часть внутреннего пространства газогенератора, где происходит химическое соединение частиц кислорода воздуха с твердым топливом, называется зоной горения.

При горении температура топлива и образующихся газов сильно повышается — до $1000—1300^{\circ}\text{C}$, вследствие чего нагреваются и вышерасположенные слои топлива. Наименее нагретым является самый верхний слой топлива, расположенный далеко от зоны горения. Здесь температура топлива составляет обычно $40—200^{\circ}\text{C}$. При такой температуре из топлива испаряется находящаяся в нем влага.

Часть внутреннего пространства газогенератора, где топливо под действием выделяющегося в генераторе тепла теряет влагу, носит название зоны подсушки.

После испарения влаги в зоне подсушки топливо, замещая слой, выгорающий на колосниковой решетке (в зоне горения), постепенно опускается и вследствие этого температура его повышается до $400—600^{\circ}\text{C}$ и выше. При такой температуре из топлива будут выделяться горючие соединения углерода с водородом, смолы и т. п., оставаться же будут лишь углерод и зола. Следовательно, в этой части шахты произойдет обугливание топлива. Внутреннее пространство газогенератора, где из топлива под действием теплоты выделяются горючие газообразные соединения углерода с водородом и смолы, называется зоной сухой перегонки.

Под сухой перегонкой топлива понимается получение из него газообразных, парообразных и твердых продуктов путем нагревания топлива без доступа кислорода.

При работе газогенератора кислород поступающего в него воздуха весь соединяется с топливом в зоне горения. Поэтому нагревание топлива в зоне сухой перегонки и подсушки происходит без доступа кислорода.

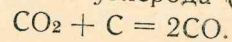
Таким образом, основными физическими и химическими про-

цессами в этих зонах, в зависимости от степени нагревания топлива, будут следующие:

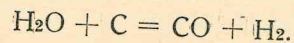
- 1) при нагревании топлива до 200—250°C из него выделяется вода, и топливо подсушивается (зона подсушки);
- 2) при повышении температуры до 300°C и выше начинается выделение из топлива углекислоты (CO₂), окиси углерода (CO), метана (CH₄), водорода (H₂) и некоторых других соединений углерода с водородом; при температуре 400—500°C происходит образование смол;

3) при повышении температуры до 1000°C эти процессы выделения из топлива газов почти заканчиваются, в результате чего твердая часть топлива будет состоять из углерода, ничтожного содержания водорода (около 0,5%) и золы. В результате сухой перегонки древесного топлива твердым остатком является древесный уголь, а при сухой перегонке каменного угля и торфа — каменноугольный или торфяной кокс.

Опускаясь ниже, слой топлива, состоящий из углерода, ничтожного количества водорода и золы, в непосредственной близости к зоне горения нагревается (горящим ниже топливом) до очень высокой температуры — 800—1000°C и выше. Через него при работе газогенератора проходят газообразные продукты полного и неполного горения углерода топлива, полученные в зоне горения, а также пары воды и азот, поступившие с воздухом в зону горения. Газообразный продукт полного горения углерода — углекислота (CO₂), встречаясь с сильно нагретым углеродом топлива (C), вступает с ним в химическую реакцию, отдавая углероду одну частицу кислорода. Следствием этого является образование горючего газа — окиси углерода (рис. 8) по формуле:



Водяные пары при высокой температуре разлагаются на кислород и водород, причем кислород, вступая в химическую реакцию с углеродом распыленного топлива, образует окись углерода и водород. Эта реакция может быть выражена в следующем виде:



Водород при этом остается свободным или соединяется с углеродом, образуя горючий газ метан (рис. 12).

Часть внутреннего пространства газогенератора, где происходит образование из углекислоты и водяных паров горючих газов (окиси углерода, водорода и метана), расположенная у зоны горения, называется зоной восстановления.

Все указанные выше зоны газогенератора участвуют в образовании и подготовке генераторного газа. В зоне горения происходит образование углекислоты и частично окиси углерода и выделение очень большого количества тепла, значительная часть которого затрачивается в зоне восстановления на рассмотренные выше эндотермические химические реакции по образованию окиси углерода, водорода и метана из углекислоты и водяных па-

ров. Остальная часть тепла затрачивается на сухую перегонку топлива, подсушку его, нагревание получаемых газов и частично теряется в окружающую среду.

Из газового патрубка газогенератора с прямым процессом газообразования отбирается генераторный газ, в состав которого входят следующие основные части:

- 1) окись углерода CO — горючий газ, полученный в зоне восстановления и частично в зоне горения;
- 2) водород H₂ — горючий газ, полученный в зоне восстановления;
- 3) горючие соединения водорода с углеродом (метан CH₄ и др.), полученные в зоне восстановления и в зоне сухой перегонки;

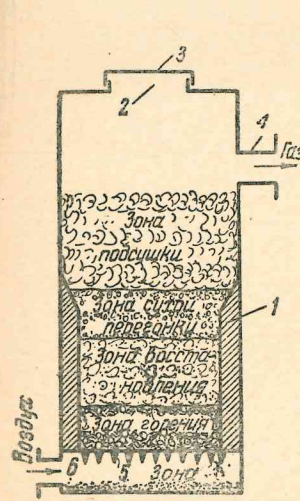


Рис. 17. Газогенератор, работающий по прямому сухому процессу

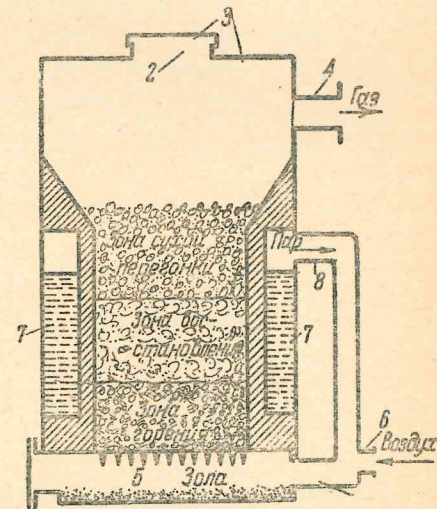


Рис. 18. Газогенератор, работающий по прямому мокрому процессу

4) азот N₂ — негорючий газ, поступивший в газогенератор вместе с воздухом и прошедший через все зоны газогенератора без изменения;

5) смолы и некоторые негорючие химические соединения, отделившиеся из топлива в зоне сухой перегонки;

6) пары воды H₂O, выделившиеся из топлива в зоне подсушки;

7) углекислота CO₂, образовавшаяся в зоне горения и частично прошедшая через зону восстановления без изменения;

8) кислород O₂ (в очень небольшом количестве), прошедший через зоны горения и восстановления без изменения вследствие несовершенства работы газогенератора.

Выше была рассмотрена работа газогенератора прямого процесса, у которого под колосниковую решетку подавался только

воздух; часто под колосниковую решетку вместе с воздухом подается и некоторое количество водяного пара, который готовится самим же генератором в особых сосудах за счет выделяющегося тепла при горении топлива. Газогенераторы, у которых под колосниковую решетку подается только воздух, называются газогенераторами, работающими с воздушным дутьем или «по сухому процессу» (рис. 17), а газогенераторы, у которых под колосниковую решетку подается воздух и пар, называются газогенераторами, работающими с паровоздушным дутьем или «по мокрому процессу» (рис. 18).

Главнейшие части газогенератора с паровоздушным дутьем: 1—топливник, 2—загрузочное отверстие, 3—крышка, 4—патрубок для отбора газа, 5—колосниковая решетка, 6—патрубок для подачи воздуха, 7—парообразователь, 8—паровая труба.

Подача пара несколько повышает качество газа и коэффициент полезного действия газогенераторов, почему он почти всегда и применяется в судовых газогенераторах, работающих по прямому процессу. Улучшение качества газа применением паровоздушного дутья видно из следующих данных (газогенератор на коксе):

	Воздушное дутье	Паровоздушное дутье
Теплотворная способность газа кал/м ³ (низшая)	950	1190
Выход газа из 1 кг топлива в м ³	5,0	4,77
Коэффициент полезного действия газогенератора	68%	80%

Примерный состав генераторного газа, полученного в газогенераторах прямого процесса, показан в табл. 11. Если топливо не имеет в своем составе летучих соединений углерода и водорода, то паров смол в генераторном газе не будет и такой газ

Таблица 11
Генераторный газ транспортных генераторов прямого процесса

Род топлива	Состав газа					Теплотворная способность 1 м ³ газа в кал.
	Окись углерода CO, %	Водород H ₂ , %	Метан CH ₄ , %	Углекислота CO ₂ , %	Азот и кислород N ₂ +O ₂ , %	
Древесный уголь	31,9	5,6	2,6	2,3	57,6	1340
Антрацит	28,0	12,0	1,0	5,0	53,4	1245
Кокс каменноугольный (сухой процесс)	29,4	1,9	0,0	2,0	66,7	950
Кокс каменноугольный (мокрый процесс)	26,0	14,0	0,4	6,9	52,8	1190

после охлаждения и очистки может быть направлен в газовый двигатель внутреннего сгорания.

Генераторный газ, имеющий в своем составе пары смол, не годится для использования в двигателях, так как образующиеся при охлаждении газа смолы препятствуют правильной работе основных частей двигателя (зажигание, клапаны, работа поршневых колец и т. п.).

Загруженное в генератор топливо по мере сгорания его в зоне горения постепенно опускается, проходя через зоны подсушки и сухой перегонки, а получающиеся в процессе работы газогенератора газы и пары направляются против движения топлива.

21. Работа газогенератора с обратным процессом газообразования

Газогенератор с обратным, или опрокинутым процессом горения схематически показан на рис. 19. Основное отличие этого генератора от газогенератора с прямым процессом горения заключается в том, что зона восстановления у него расположена под зоной горения, а зоны сухой перегонки и подсушки — над зоной горения. В этот газогенератор подвод воздуха производится над зоной восстановления, в связи с чем газообразные продукты сгорания из зоны горения направляются вниз. Газообразные продукты и смолы, образовавшиеся в зоне сухой перегонки, а также пары воды, образовавшиеся при подсушке топлива в зоне подсушки, также направляются вниз и проходят через зону горения и зону восстановления. При этом смолы, состоящие из соединений водорода и углерода, в зоне горения, вступая в химическую реакцию с кислородом воздуха, сгорают. Продукты сгорания их — водяные пары и углекислота — поступают затем в зону восстановления, где из них и раскаленного угля образуются окись углерода и водород, согласно рассмотренным выше реакциям. Газогенератор обратного процесса наиболее часто имеет цилиндрическую форму. Верхняя часть его, как и газогенератора прямого процесса, является помещением для запасов топлива и называется бункером. Бункер сверху имеет загрузочное отверстие 1 (рис. 19), плотно закрывающееся крышкой 2. В нижней части бункера обычно имеет постепенно уменьшающееся сечение в виде воронки 3. В узком сечении воронки имеется кольцевой канал 4, через который подается воздух из отверстий 5; из канала 4 воздух подается внутрь газогенератора по трубкам 6, называемым фурмами, имеющими небольшой диаметр. Получаемый генераторный газ отбирается по

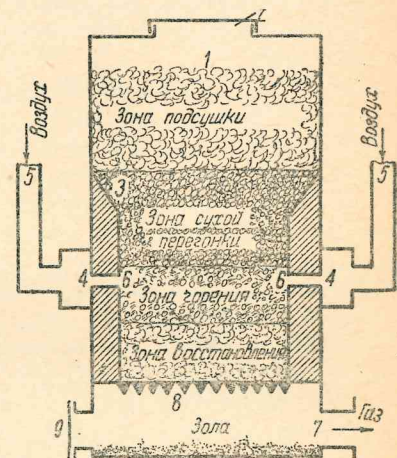


Рис. 19. Газогенератор обратного процесса

более часто имеет цилиндрическую форму. Верхняя часть его, как и газогенератора прямого процесса, является помещением для запасов топлива и называется бункером. Бункер сверху имеет загрузочное отверстие 1 (рис. 19), плотно закрывающееся крышкой 2. В нижней части бункера обычно имеет постепенно уменьшающееся сечение в виде воронки 3. В узком сечении воронки имеется кольцевой канал 4, через который подается воздух из отверстий 5; из канала 4 воздух подается внутрь газогенератора по трубкам 6, называемым фурмами, имеющими небольшой диаметр. Получаемый генераторный газ отбирается по

трубе 7. В нижней части газогенератора расположена колосниковая решетка 8, поддерживающая слой топлива, а под ней зольник с отверстием 9, плотно закрываемым крышкой, служащим для удаления золы и мелких несгоревших частиц топлива, провалившихся через колосниковую решетку.

Работа такого газогенератора заключается в следующем. Отбираемый по трубе 7 генераторный газ создает внутри шахты газогенератора разрежение, и воздух давлением атмосферы направляется через отверстия 5 и далее через фурмы 6 внутрь газогенератора. Следствием этого является горение слоя топлива, расположенного против фурм (зона горения). Образующиеся при горении топлива газообразные продукты сгорания направляются вниз и проходят через расположенный ниже слой, сильно нагревая его. Этот слой раскаленного угля и является зоной восстановления газогенератора. Назначение этой зоны то же, что и описанное выше у газогенератора прямого процесса.

Таким образом заброшенное в генератор топливо по мере выгорания его в зоне горения постепенно опускается и нагревается за счет тепла, выделяемого зоной горения. Верхние слои его подсушиваются (зона подсушки), а в слое топлива, более близком к зоне горения, происходит сухая перегонка топлива (зона сухой перегонки). Выделяющиеся пары и получаемые газы, как и загруженное в генератор топливо, движутся в одном направлении — вниз.

Этот тип газогенератора является несколько более сложным по сравнению с газогенератором прямого процесса, но он более пригоден для работы на смолистых топливах, так как почти все выделяющиеся из топлива смолы попадают в зону горения, где и сгорают. Качество получаемого газа в генераторах обратного процесса и состав его показаны в табл. 12.

Таблица 12

Состав генераторного газа из древесного топлива для судовых газогенераторов

Тип газогенератора и мощность обслуживаемого двигателя	Состав газа								
	МСВ-90 N=2—3 э. л. с.	Род топлива				ЦНИИВТ-3, двигатель ЧТЗ N=48—55 э. л. с.	ЦНИИВТ-7	ЦНИИВТ-6 120 э. л. с.	
		МСВ-84 двигатель ЧТЗ N=48—55 э. л. с.		ЛС-2 двигатель ЧТЗ N=48—55 э. л. с.					МСВ-86 двигатель ЧТЗ N=48—55 э. л. с.
Состав газа	Чурка				Швырок				
Окись углерода CO, %	16,0	14,01	19,0	18,4	15,16	14,5	16,2	16,2	16,77
Водород H ₂ , %	12,0	11,32	16,0	16,1	15,17	—	17,6	15,0	16,45
Метан CH ₄ , %	2,3	4,0	2,0	3	1,47	—	2,3	2,5	1,47
Углекислота CO ₂ , %	12,4	14,6	12,6	11,4	11,97	11,5	12,9	13,0	13,04
Кислород и азот N ₂ +O ₂ , %	57,3	56,07	50,4	—	56,23	—	51,0	53,3	52,27
Теплотворная способность, кал/лм ³	—	1156	1062	1000—1100	—	—	1143	1093	1056

22. Коэффициент полезного действия газогенераторов и основные требования, предъявляемые к генераторному газу

При работе газогенератора не все тепло, заключенное в твердом топливе, переходит в химическую энергию генераторного газа и, следовательно, процесс газификации сопровождается тепловыми потерями. К этим потерям можно отнести следующие:

- 1) провал топлива в зольник и унос мелких частиц угля генераторным газом;
- 2) потери тепла во внешнюю среду;
- 3) физическую теплоту выходящего газа.

В хорошо выполненных и правильно эксплуатируемых газогенераторах эти потери составляют от 15 до 23%; неправильная же конструкция и уход за газогенераторами могут резко увеличить потери и этим снизить коэффициент полезного действия.

Примерные величины потерь и коэффициента полезного действия судовых газогенераторов показаны в табл. 13.

Таблица 13

Потери тепла и коэффициент полезного действия судовых газогенераторов

Название и тип газогенератора	Потери			К. п. д. газогенератора
	с провалом и уносом	во внешнюю среду	с физической теплотой газа	
Судовой газогенератор на древесном топливе, работающий по обратному процессу	3	9	15	73
Судовой газогенератор, работающий на антраците с паровоздушным дутьем	2,5	7,5	12,0	78

Следует отметить, что неверно рассчитанный и плохо эксплуатируемый газогенератор не только дает пониженный коэффициент полезного действия, но и в сильной степени влияет на понижение мощности и экономичность мотора, а также уменьшает надежность работы и увеличивает возможность аварий.

Основными требованиями к газу, поступающему в цилиндры мотора, являются:

- 1) высокая теплотворная способность,
- 2) возможно малое его разрежение,
- 3) низкая температура газа,
- 4) наименьшая примесь к газу смол, твердых частиц и воды.

Эти требования необходимо учитывать и при проектировании газогенераторов и при эксплуатации выполненных установок.

Генераторный газ перед введением его в рабочие цилиндры двигателя должен иметь возможно низкую температуру (20—30°C), близкую к температуре машинного отделения и температуре загружаемого топлива. Высокая температура газа, поступающего в цилиндры мотора, ведет к резкому понижению его

мощности, так как вес 1 м³ газа с увеличением температуры уменьшается.

Потеря газом физического тепла, уносимого из скруббера за борт охлаждающей водой, вызывается, таким образом, внутренним процессом газификации и имеет большие колебания.

Как уже отмечалось выше, для протекания химических реакций, в том числе и для получения окиси углерода из углекислоты и угля, а также для получения окиси углерода и водорода из водяных паров и угля, требуется время соприкосновения газов с раскаленным углем и высокая температура их (рис. 14). Отмечалась также и обратимость этих реакций. В силу этого для обеспечения наиболее полного протекания полезных реакций необходимо, чтобы температура зоны восстановления была возможно высокой, а следовательно, очень высокая температура должна быть и в зоне горения, нагревающей зону восстановления. Таким образом, газы, выходящие из восстановительной зоны, также должны иметь высокую температуру.

Выходящие из зоны восстановления газы должны быстро охладиться, чтобы снизить влияние обратной реакции (образование из окиси углерода — углекислоты и углерода, из водорода и окиси углерода — паров воды и углерода).

В силу этого газогенераторы проектируются с расчетом на: 1) высокую температуру зон горения и восстановления; 2) достаточное время прохождения газов и паров через восстановительную зону; 3) достаточную большую поверхность угля в зоне восстановления (размеры кусков угля, высота зоны); 4) большую скорость газа при оставлении генератора и поступлении его в охладитель.

В условиях эксплуатации эти нормальные условия работы могут быть нарушены наиболее часто по следующим причинам:

1) **Работа мотора с неполной мощностью.** В этом случае количество отбираемого мотором газа резко уменьшается. Количество воздуха, поступающего в зону горения, снижается, горение уменьшается, температура зоны горения, а следовательно, и зоны восстановления понижается. Реакции образования CO и H₂ замедляются, а обратные реакции — образование углекислоты и водяного пара — будут протекать более полно.

Результатом этого явится:

а) уменьшение в составе генераторного газа горючих CO, H₂ и CH₄ с увеличением CO₂ и H₂O, а следовательно, понижение теплотворной способности газа;

б) недоиспользование тепла зоны горения для проведения эндотермических реакций зоны восстановления приводит к увеличению потерь физической теплоты газов;

в) увеличиваются потери с уносом;

г) при обратном процессе из-за плохой теплопроводности древесины, низкой температуры зоны горения, особенно в середине сечения, процесс сухой перегонки продолжается в зонах горения и восстановления, и смолы попадают в газ.

Отсюда вывод. Необходимо стремиться к возможному сокращению времени холостого и неполного хода мотора, а при вынужденных неполных ходах работать на богатой смеси генераторного газа с воздухом. Это необходимо не только для повышения к. п. д. генератора, но, главным образом, для избежания засмоления двигателя.

2) **Подсос воздуха через неплотности газопровода, очистителей, загрузочных люков, зольника** (у газогенератора обратного процесса) и т. п.

Попадающий через неплотности воздух уменьшает разрежение за генератором, а следовательно, уменьшает поступление воздуха в газогенератор, что приводит к описанным в п. 1 явлениям. Кроме того подсос воздуха в местах, где генераторный газ имеет высокую температуру (газовый пояс генератора, зольниковый люк генераторов обратного процесса), может вызвать горение генераторного газа внутри газогенератора и прогорание его стенок.

Недопущение неплотностей в соединениях газогенераторов, очистителей, газопроводов и т. п. — одно из основных требований эксплуатации газогенераторов.

3) **Чрезмерное уплотнение угля в зоне восстановления и зоне горения** ведет к резкому увеличению сопротивления газогенераторов, понижению давления газа, а следовательно, уменьшению мощности моторов, к уменьшению поступления воздуха в цилиндры и к уже описанным выше нежелательным явлениям.

Уголь для первоначального заполнения зоны восстановления должен быть хорошего качества; следует избегать не вызываемых необходимостью шуровок и поддерживать нормальное разрежение за газогенератором.

4) **Забивание золой зольника и колосниковой решетки** приводит к таким же явлениям.

Зольник должен периодически очищаться. Если есть устройство для встряхивания колосниковой решетки, следует им пользоваться с целью удаления из зоны восстановления золы и угольной мелочи; однако необходимо помнить, что слишком частые встряхивания могут привести к уплотнению угля в зоне восстановления и повышению сопротивления генератора, снижению мощности, ухудшению качества газа и увеличению потерь с провалом и уносом.

5) **Понижение зоны горения в генераторах обратного процесса** происходит при неправильном розжиге генератора, несвоевременной загрузке топлива и застревании топлива в шахте топливника.

23. Газогенераторы прямого процесса

Газогенератор «Красный Дон» для газохода мощностью 50 э. л. с. Газогенератор завода «Красный Дон» нашел наиболее широкое распространение на водном транспорте из всех газогенераторов, работающих на антраците. Этот газогенератор работает по прямому процессу с паровоздушным дутьем.

Основными частями газогенератора, показанного на рис. 20, являются следующие. Нижняя часть 1 газогенератора, выполненная из листовой стали, образует зольник. Сбоку зольник имеет приваренный угловой патрубок 2, через который в газогенератор поступает смесь воздуха и водяного пара, необходимая для работы. Здесь же, в нижней части, расположена плотно закрывающаяся дверца 3 для очистки зольника. Сверху зольник имеет приваренный к внешней поверхности стги его угольник 4, на котором устанавливается и укрепляется верхняя часть газогенератора. Несколько ниже этого угольника с внутренней стороны газогенератора приваривается кольцо 5, служащее опорой для колосниковой решетки 6 газогенератора с неподвижными колосниками. Между неподвижными колосниками колосниковой решетки 6 расположены подвижные колосники, могущие получать движение для встряхивания топлива от валика 7 с рычагом 8, снабженным ограничителем хода 9.

Над зольником расположена шахта 10 газогенератора, выполненная также из листовой стали. В нижней части шахты имеет приваренное кольцо 11, образующее фланец для присоединения шахты к зольнику; внутренняя часть кольца поддерживает футеровку 12 шахты. Для чистки газогенератора, его осмотра и закладки растопки перед пуском шахта имеет люк с плотно закрывающейся крышкой 13. В верхней части шахты расположен патрубок 14 для отбора газа из генератора. У шахты сверху есть

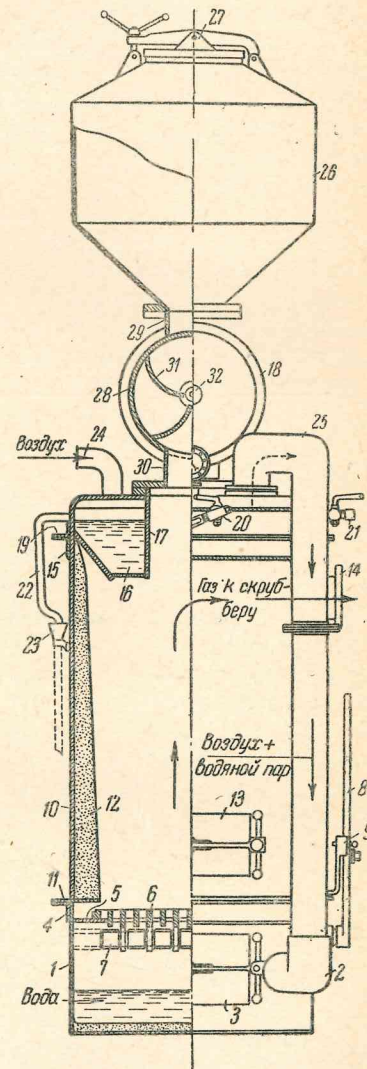


Рис. 20. Газогенератор „Красный Дон“

Зона горения при этом приближается к колосниковой решетке. Путь газов, имеющих очень высокую температуру, через зону восстановления сокращается — уменьшается поверхность и время соприкосновения газов с раскаленным углем. Основные эндотермические реакции зоны восстановления по образованию СО и Н₂ не успевают закончиться, вследствие чего выходящий газ будет иметь повышенную температуру, а горючая часть его уменьшится за счет увеличения СО₂ и водяных паров. Качество газа и к. п. д. генератора снизятся.

Необходимо уделять самое серьезное внимание правильному розжигу генератора и своевременно заканчивать его (появление раскаленного угля на уровне фурм); надо своевременно загружать топливо и устранять застревание его и образование сводов правильной загрузкой и своевременной шуровкой.

6) **Повышение зоны горения** в генераторах с обратным процессом, особенно при швырковом топливе, происходит при застревании его в шахте. При этом нарушается работа газогенератора, температура зоны восстановления падает. Качество газа резко ухудшается. При повышении зоны горения не исключена возможность прогорания стенок бункера газогенератора.

7) **Чрезмерная влажность топлива (особенно у генераторов обратного процесса) и чрезмерная подача пара в генератор при прямом процессе.**

На испарение воды затрачивается большое количество тепла, а пар, поступающий в зону восстановления, требует значительного количества тепла при реакции образования из него и угля горючих газов (окси углерода, водорода). Излишне подведенная влага понижает температуру зоны горения и зоны восстановления, нарушается правильная работа генератора, качество газа ухудшается.

Влажность дров должна соответствовать требованиям, которые предъявляются данной конструкцией газогенератора и указываются заводом.

При работе генераторов на пароводяном дутье должно уделяться самое серьезное внимание регулированию подачи пара.

Таким образом, для получения генераторного газа высокого качества и надежной работы газогенераторов и моторов с высоким коэффициентом полезного действия необходимо, чтобы:

1) тип газогенератора и его основные размеры соответствовали заданной мощности мотора и виду применяемого топлива;

2) при эксплуатации газогенераторной установки строго соблюдались правила ухода за ней, рекомендуемые судостроительными заводами и органами технической эксплуатации флота.

приваренное кольцо 15 из угловой стали для присоединения к ней испарителя 16. Испаритель 16 смонтирован из листового и углового железа в виде полого кольца. Через внутреннее отверстие кольца, образованное цилиндрическим листом 17, происходит подача топлива внутрь газогенератора с помощью специального загрузочного устройства 18. Испаритель для присоединения его к шахте имеет приваренный угольник 19. Во время работы газогенератора испаритель частично заполнен водой, уровень которой контролируется водомерным стеклом 20. Подача воды в испаритель производится через кран 21, причем избыток подаваемой воды уходит по сливной трубке 22, имеющей контрольную воронку 23.

Во время работы газогенератора вода нагревается при горении топлива и, частично испаряясь, смешивается с воздухом, поступающим в испаритель через патрубок 24. По трубе 25 смесь воздуха и пара направляется в зольник. Над испарителем расположены загрузочное устройство 18 газогенератора и бункер 26. Бункер имеет сверху люк 27 для загрузки топлива, плотно закрывающийся крышкой. Загруженное в бункер топливо подается внутрь генератора с помощью загрузочного приспособления 18, состоящего из цилиндрического корпуса 28, имеющего патрубок 29 для приема топлива и патрубок 30 для заброски его в генератор. Внутри цилиндрического корпуса 28 находится крыльчатка 31, ось которой 32 за пределами корпуса присоединена к поворотному рычагу. Топливо из бункера через патрубок 29 попадает между двумя рядом расположенными лопастями, и при повороте крыльчатки очередная порция топлива забрасывается в генератор.

Необходимость загрузочного аппарата в генераторах прямого процесса диктуется тем, что при наличии одного лишь простого загрузочного люка во время загрузки топлива внутрь генератора может попасть большое количество воздуха, который направится в газоотводящий патрубок 14 и этим прекратит дальнейшую подачу генераторного газа, что вызовет остановку мотора.

Футеровка 12 выполнена на половину толщины из мелкодробленого огнеупорного кирпича (до 10—12 мм) на растворе двух частей огнеупорной глины и одной части песка.

Средний слой футеровки состоит из огнеупорной глины (2½ части) и мелочи огнеупорного кирпича (½ части) с добавкой графита от разбитых тиглей. Последний, третий слой, обращенный к центру топливника, облицовочный, выполнен из того же состава, как и средний, но с добавлением жидкого стекла.

Газогенератор «Красный Дон» предназначен для моторов мощностью до 60 э. л. с. и имеет следующие основные размеры: полная высота 2500 мм, диаметр 600 мм, наименьший диаметр шахты 425 мм.

Газогенератор типа ДКУРПа в исполнении Московского судостроительного и судоремонтного завода, строящийся в настоящее время для газоходов с двигателями МГ-17, показан на

рис. 21. Он отличается от описанного выше газогенератора «Красный Дон» лишь в деталях. Основными частями этого газогенератора являются: 1—бункер, 2—загрузочное устройство, 3—испаритель, 4—топливник, облицованный огнеупорной футеровкой, 5—зольник с подвижной колосниковой решеткой. Воздух в испаритель поступает через отверстие 6. После захвата водяных паров в испарителе воздух и водяные пары направляются по трубе 7 под колосниковую решетку. Для осуществления подачи влажного воздуха во время розжига газогенератора в зольник добавляется вода из испарителя по трубке 8. Удаление золы и несгоревших частиц топлива из зольника производится через выгребной люк 9. Генераторный газ при работе газогенератора отбирается через патрубок 10, а выпуск газов в атмосферу при розжиге генератора осуществляется с помощью двух труб 11, имеющих для выключения пробковые краны 12. Для наблюдения за состоянием топлива в газогенераторе имеется отверстие (трубка) 15. Вода в испаритель 3 подается от насоса, навешенного на двигатель, а постоянный уровень ее в испарителе обеспечивается наличием сливной трубки 14.

Этот газогенератор работает на антраците АК с содержанием серы не более 2%.

Перед загрузкой антрацита из него рекомендуется удалить штыб путем просеивания через сито.

Газогенератор МССЗ-1. Газогенератор МССЗ-1 постройки Московского судостроительного и судоремонтного завода применяется для газоходов мощностью 120 л. с. Газогенератор рабо-

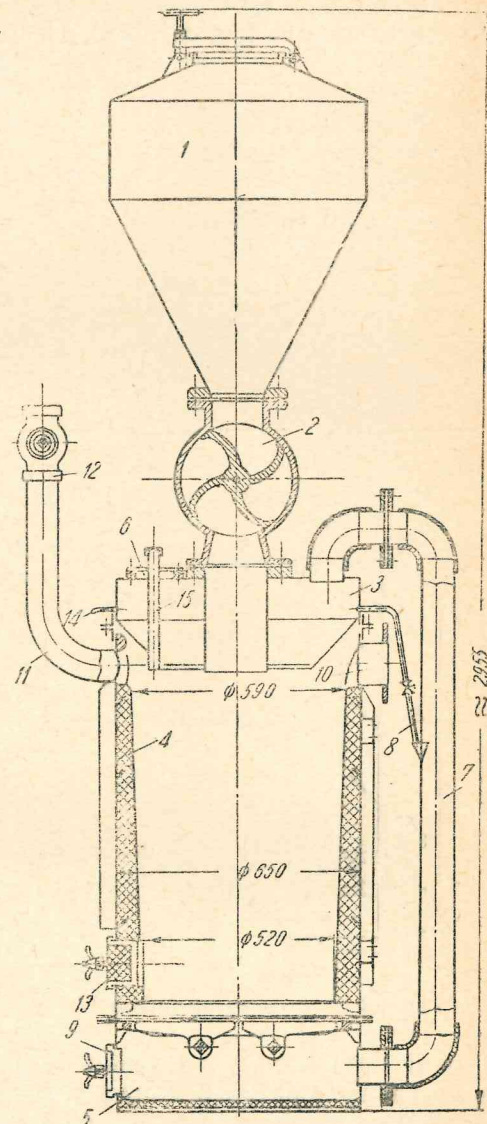


Рис. 21. Газогенератор ДКУРПа

тает на паровоздушном дутье (по мокрому процессу). Топливом для него служит антрацит. Общий вид газогенератора показан на рис. 22. Основными частями газогенератора являются: бункер 1 с загрузочным устройством, газовая шахта 2 с испарителем, топливник 3 и зольник 4. Назначением бункера 1 является хранение очередной порции антрацита с последующей загрузкой его небольшими количествами внутрь шахты газогенератора. Сверху бункер имеет крышку 5, которая в закрытом состоянии прижимается к рамке газогенератора 6, снабженной уплотнением из асбеста 7, с помощью скобы 8 и затяжного болта 9. Таким путем осуществляется герметическое закрытие бункера. Нижняя часть бункера 10 имеет сужение и заканчивается чугунной горловиной 11. С горловиной плотно соприкасается обратный конус загрузочного устройства (колокол) 12. Соприкасающиеся поверхности горловины 11 и обратного конуса 12 хорошо обработаны для обеспечения непроницаемости при верхнем положении обратного конуса. Обратный конус 12 в верхней части имеет два ушка 13, с помощью которых он соединяется с серьгой 14, а при посредстве последней с рычагом 15, имеющим противовес 16. Противовес 16 выбран с таким расчетом, чтобы уравновесить обратный конус и очередную

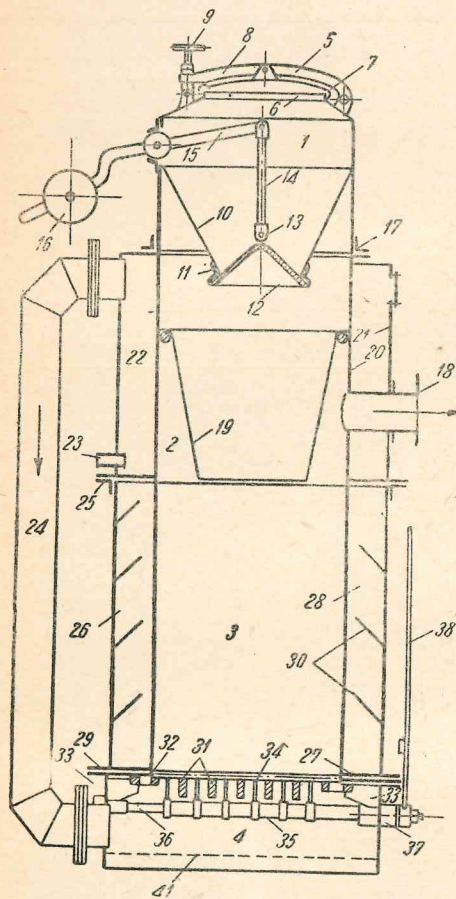


Рис. 22. Газогенератор МСС3-1

порцию загруженного в бункер антрацита и обеспечить плотное прилегание обратного конуса к горловине.

Бункер 1 тщательно крепится к газовой шахте газогенератора с помощью фланца, выполненного из угольника 17, на асбестовой прокладке, причем обращается самое серьезное внимание на плотность этого соединения.

Газовая шахта газогенератора 2, расположенная между бункером 1 и топливником 3, имеет патрубок 18 для отбора генераторного газа, который всасывается работающим газовым двигателем. Для направления подаваемого из бункера топлива в

центр топливника в газовой шахте установлен направляющий конус 19.

Нижняя кромка направляющего конуса определяет кроме того и постоянную высоту топлива в топливнике газогенератора 3, обеспечивая этим нормальную работу топливника и газового генератора. Газовая шахта генератора имеет между своими двойными стенками 20—21 полость, образующую испаритель 22. Нижняя часть испарителя 22 во время работы газогенератора заполнена водой. Для поддержания постоянного уровня воды в испарителе последний имеет сливную трубку, которая одновременно указывает и на наличие воды в испарителе (на рисунке не показана).

Вода в испаритель подается через трубку 23 с краном, открытием которого можно регулировать количество поступающей в испаритель воды. Через отверстие в верхней части газовой шахты воздух поступает в испаритель, смешивается с водяным паром, и паровоздушная смесь направляется по трубе 24 под колосниковую решетку газогенератора. Газовая шахта соединяется с топливником газогенератора фланцевым соединением 25 на асбестовой прокладке, плотности которого при сборке и эксплуатации должно уделяться очень серьезное внимание.

Корпус топливника 26, имеющий вид цилиндра, выполнен из листового железа толщиной 4 мм; к верхней его части приварен угольник для образования фланцевого соединения 25 с газовым поясом генератора, а нижняя его часть приварена к кольцу 27. Это кольцо служит для поддержания футеровки топливника 28 и образует фланцевое соединение 29 с зольником. К внутренней поверхности корпуса топливника приварены скобки 30, служащие для поддержки и прочности футеровки.

Зольник газогенератора 4 служит для сбора золы и провалившихся через колосниковую решетку частиц антрацита.

Колосниковая решетка имеет неподвижные и подвижные колосники. Неподвижные колосники 31 укладываются на стальное кольцо 32, которое поддерживается косынками 33, приваренными к внутренней части корпуса зольника. Между неподвижными колосниками 31 располагаются подвижные колосники 34, по длине примерно вдвое меньшие их. Устройство подвижных колосников и привода для их поворота показано на рис. 23. Назначением подвижных колосников 34 (рис. 22) является подрезка шлаков и частичное удаление воды. Нижняя часть подвижных колосников имеет отверстия, в которые плотно входят газовые трубы 35. Эти трубы вместе с колосниками сидят на осях 36, один конец которых выводится через стенку зольника со специальным уплотнением 37, выполненным также из газовой трубы. Вне генератора трубы подвижных колосников имеют рычаги 38 и 39 (рис. 23), связанные серьгой 40. Поворот рычага 38 и дает качательное движение подвижным колосникам.

Нижняя часть зольника может быть использована для налива воды в целях дополнительного увлажнения воздуха. Для защиты воды от попадания в нее крупных кусков шлака на высоте

около 60 мм от дна установлена шлаковая решетка 41 из листового железа с отверстиями диаметром 5—7 мм. Зольник выше шлаковой решетки имеет футеровку из огнеупорной массы толщиной около 15 мм. Зольник и топливник снабжены герметически закрывающимися лючками размером 120 × 170 мм, имеющими футеровку и служащими для осмотра и чистки газогенератора.

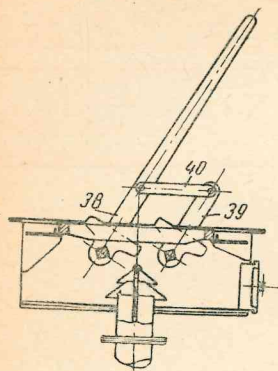


Рис. 23. Рычажный привод колосников

Работа и уход за газогенератором МССЗ-1 рассмотрены ниже.

Газогенератор для мощного газохода, работающего на коксе и антраците.

Газогенератор, показанный на рис. 24, установлен на одном из мощных газоходов, работающих на р. Рейне. Он питает газом два газовых двигателя по 350 л. с. Его топливо — кокс, антрацит и тощий

каменный уголь. Этот газогенератор работает по прямому мокрому процессу. Паровоздушная смесь подается в нижнюю часть газогенератора по трубе 1, а получаемый генераторный газ отводится через кольцевое пространство 2 в его верхней части и далее по трубе 3. Нижняя часть газогенератора 4 выполнена литой из чугуна. Над ней расположена шахта газогенератора 5, двойные стенки которой являются испарителем. Пар в этой части газогенератора получается из воды за счет тепла, выделяющегося в зоне горения газогенератора. Для увеличения общей паропроизводительности к камере сгорания присоединен котелок 6, имеющий водомерное стекло 7 и трубу 8 для отбора полученного пара, идущего далее под колосниковую решетку. Верхняя часть камеры сгорания 9 генератора имеет кожух, выполненный из одного листа стали, футерованный огнеупорным материалом.

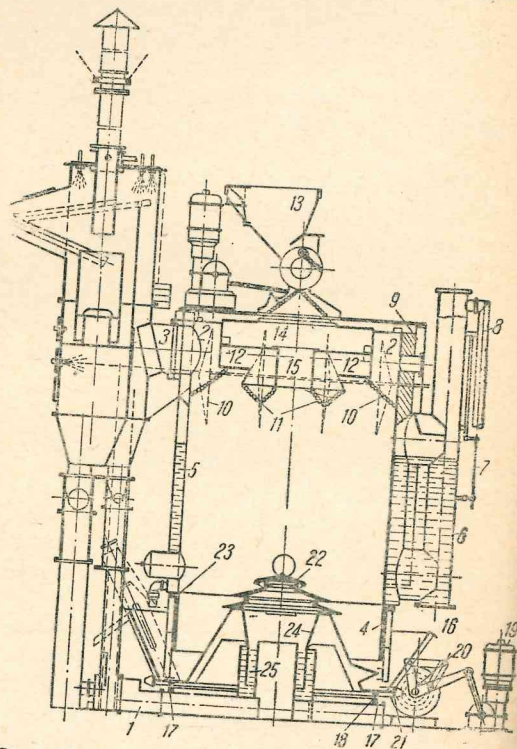


Рис. 24. Газогенератор газохода 750 э. л. с.

Полученный в шахте газогенератора газ направляется в газовое пространство генератора 2 по окружности через кольцевой проход 10 и из центральной части через кольцевое пространство воронки 11 и газопровода 12.

Топливо в газогенератор подается из бункеров, расположенных по бортам судна, с помощью крана и контейнера в верхнюю часть загрузочного отверстия 13, из которого оно направляется в верхнюю часть шахты 14, проходя далее через трубу 15 к внутренней части газогенератора. Устройство для удаления золы выполнено в виде воронки 16, вращающейся по неподвижному кольцу 17 на шариках 18. Воронка получает вращение от электромотора 19 с помощью рычагов и червяка 20, сцепленного с червячным колесом 21.

Колосниковая решетка 22 имеет форму спирали, с подачей воздуха и пара снизу через патрубок 25 с гидравлическим затвором 24. При вращении колосниковой решетки воздух равномерно подводится по всей окружности шахты. Образующиеся шлаки и зола отбираются неподвижным совком 23.

24. Газогенераторы обратного процесса, работающие на древесной чурке

Газогенератор Центрального научно-исследовательского института водного транспорта ЦНИИВТ-3. Газогенератор ЦНИИВТ-3 показан на рис. 25 в продольном разрезе и на рис. 26 в поперечном. Он предназначен для моторов мощностью 50—55 э. л. с. и работает на древесной чурке длиной 110 мм с сечением 20—25 см² при относительной влажности 20—25%. Нижняя часть газогенератора — зольник 1 — выполнена из листового железа толщиной 2 мм. Сбоку зольник имеет люк 2, служащий для удаления золы, плотно прикрывающийся крышкой 3. К верхней части зольника приварен фланец 4 из углового железа, служащий для соединения зольника с вышерасположенной частью генератора. Горизонтальная 5 и вертикальная 6 колосниковые решетки — литые из чугуна с живым сечением около 50%. Горизонтальная колосниковая решетка крепится на шарнирах и может быть опущена на дно зольника. Это сделано для удобства очистки газогенератора.

К фланцу зольника присоединяются на болтах четыре опоры 7. Топливник 8, выполненный из огнеупорного стандартного кирпича, имеет цилиндрическую внутреннюю поверхность; основанием для него служит вертикальная колосниковая решетка, а опорой с внешней стороны металлический внутренний кожух 9. Внутренний кожух 9 соединяется со средним кожухом 10 с помощью сварки. Кожух 10 сварен с кольцом 11. К этому кожуху присоединены двенадцать фурм 12, через которые воздух поступает внутрь газогенератора из полости, образованной кожухами 10 и 13. К наружному кожуху приварены фланцы для соединения с нижней и верхней частями газогенератора.

Против фурм внешний кожух имеет двенадцать закрываемых

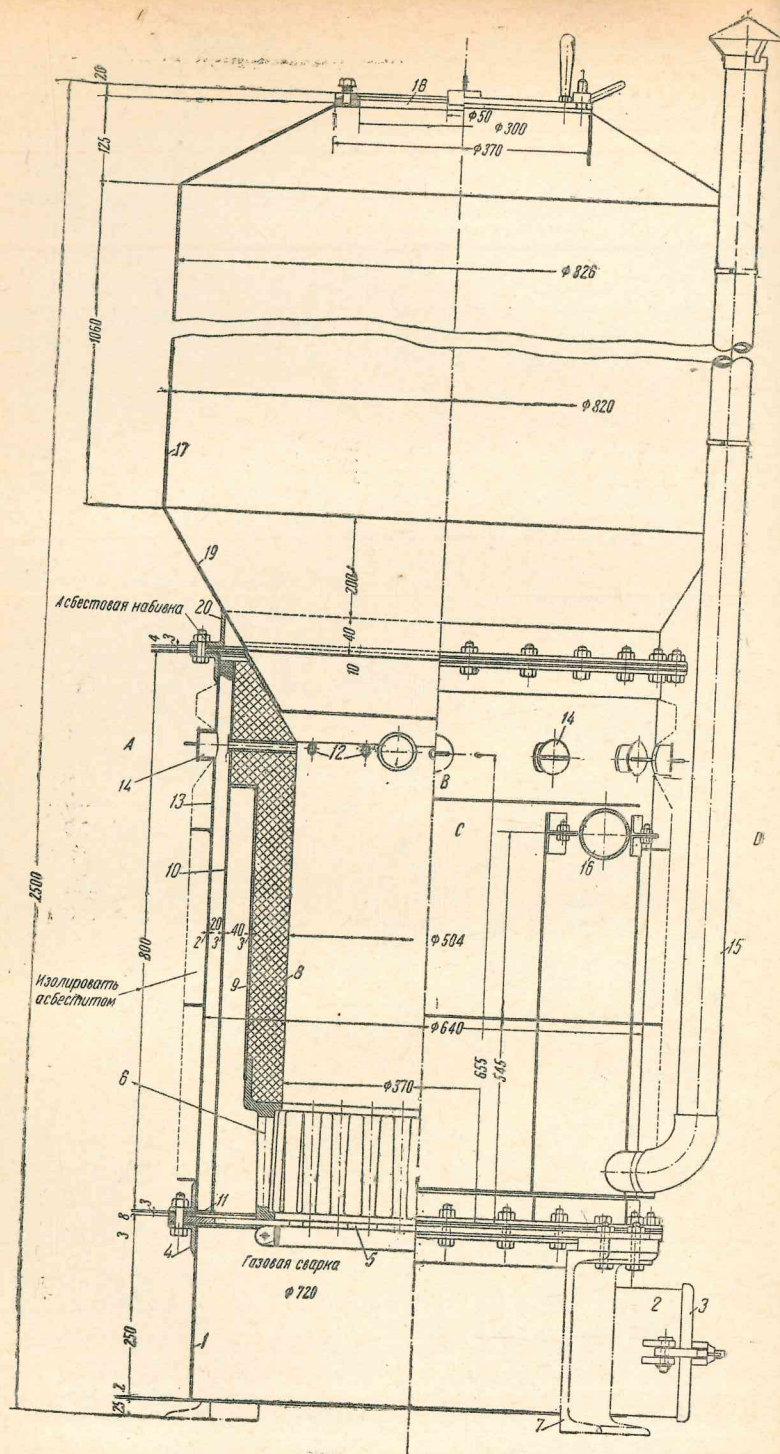


Рис. 25. Газогенератор ЦНИИВТ-3 (продольный разрез)

люков 14, служащих для наблюдения за состоянием зоны горения.

К нижней части внешнего кожуха газогенератора приварены два патрубка воздухопровода 15, а к верхней части среднего кожуха два тангенциально расположенных патрубка 16 для отбора генераторного газа.

Бункер газогенератора 17 имеет цилиндрическую форму и выполнен из железа толщиной 2 мм; размеры его с целью увеличения времени работы газогенератора без загрузки сделаны достаточно большими: диаметр 820 мм и высота 1400 мм. Верхняя часть бункера имеет загрузочное отверстие 18, плотно закрываемое крышкой.

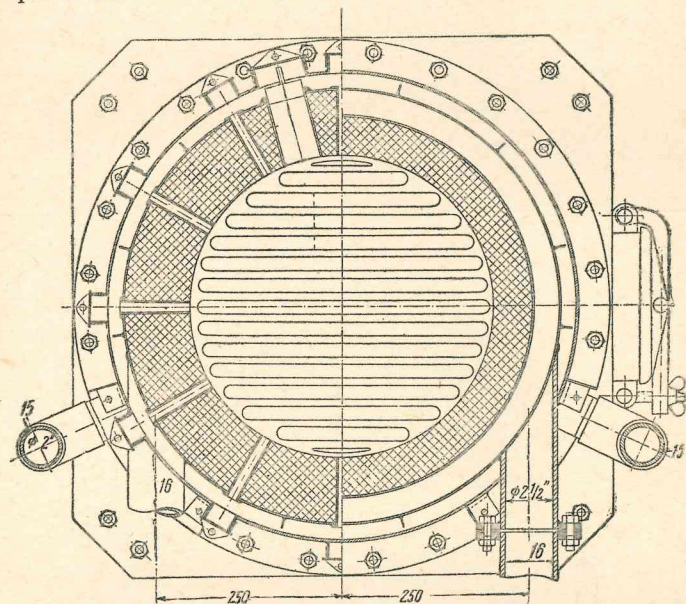


Рис. 25. Газогенератор ЦНИИВТ-3 (план)

Ввиду того, что топливник имеет меньший диаметр, чем бункер, нижняя часть последнего выполнена в виде воронки 19, к которой с внешней стороны приварено кольцо из углового железа 20, образующее фланец для соединения бункера со средней частью газогенератора. Это соединение осуществляется с помощью болтов. Между фланцами ставится асбестовая прокладка толщиной около 3 мм.

Особенностью этого газогенератора является работа на подогретом воздухе. Воздух подсасывается газогенератором по трубам 15 и попадает в нижнюю часть полости, образованной кожухами 10 и 13, а затем поднимается к фурмам 12. Одновременно образующийся генераторный газ из зоны восстановления с другой стороны кожуха 10 поднимается к газоотводным патрубкам 16 и через металлическую стенку кожуха 10 подогревает воздух, идущий к фурмам. Подогрев воздуха повышает темпе-

ратуру зоны горения и зоны восстановления, чем улучшается качество генераторного газа.

Газогенератор Московской судостроительной верфи МСВ-84 для двигателя ЧТЗ-С-60. Газогенератор МСВ-84 являлся одним из типовых для газоходостроения 1936—1937 гг. Общий вид его показан на рис. 27 и 28. Топливом для газогенератора служит

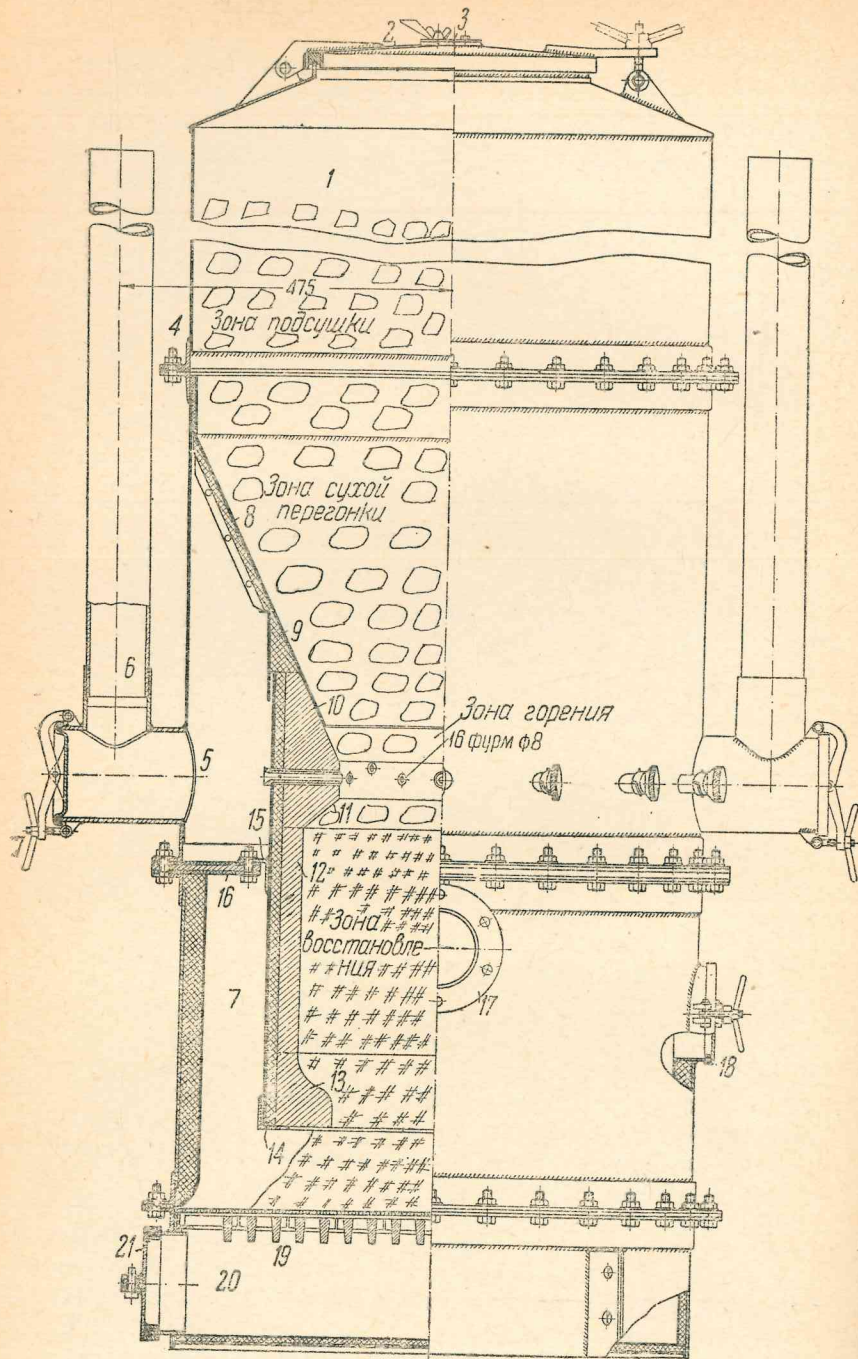


Рис. 27. Газогенератор МСВ-84 (продольный разрез)

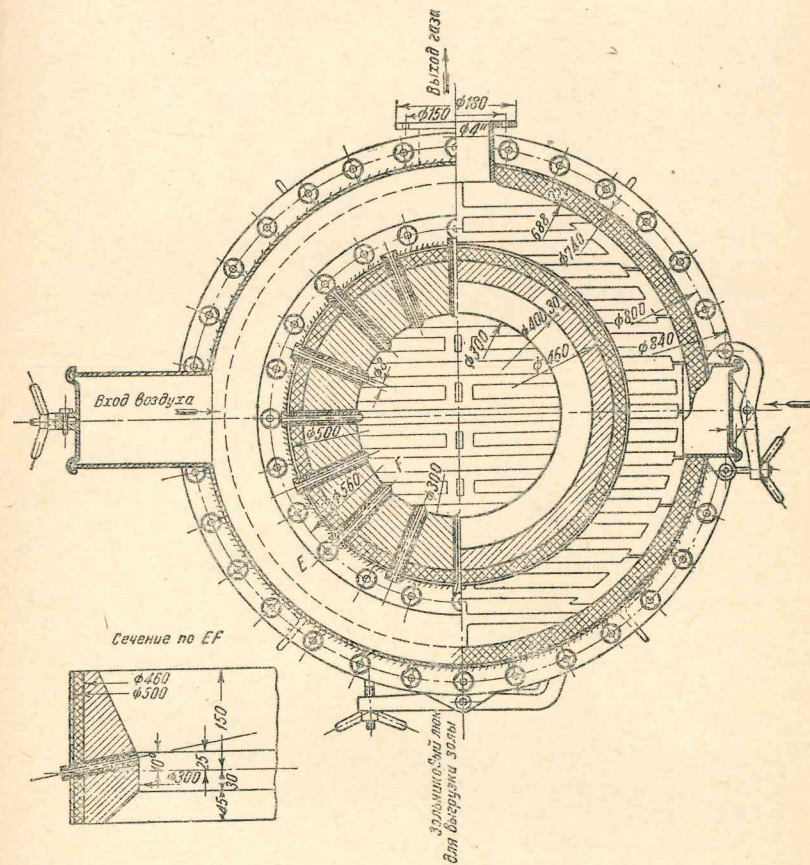


Рис. 28. Газогенератор МСВ-84 (план)

чурка размерами не более $50 \times 50 \times 100$ мм; газификация происходит по опрокинутому процессу. Как видно из этих рисунков, газогенератор собран из следующих основных частей: бункера 1 для топлива, под которым расположен воздушный пояс 5 газогенератора, переходной воронки 8 для топлива, камеры сгорания 12, зольника 20. Зольник 20 представляет собой цилиндрическую коробку из трехмиллиметровой стали с плоским дном и с приваренным сверху фланцем из угловой стали размером $45 \times 45 \times 5$ мм. Сбоку зольник для удаления золы имеет люк 21, плотно закрывающийся крышкой с прокладкой из асбеста. Над зольником находится колосниковая решетка 19, литая чугунная

или из полосовой стали. Над зольником располагается газовый пояс 7 газогенератора, выполненный из пятимиллиметровой стали, с приваренными сверху и снизу фланцами размером $45 \times 45 \times 5$ мм.

С внутренней стороны газовый пояс имеет асбестовую изоляцию толщиной 25 мм, поддерживаемую изнутри тонкой листовой сталью (1 мм). В этой части газогенератора имеются патрубок 17 для отбора генераторного газа и смотровой люк с плотно закрывающейся крышкой 18.

Газовый пояс соединяется с зольником с помощью фланцевого соединения, образованного угольниками с прокладкой между ними из листового асбеста. На верхний фланец газового пояса ставится также на асбестовой прокладке толщиной 3—4 мм диафрагма 16 в виде кольца, сделанная из листовой стали толщиной 8 мм, назначением которой является отделение газового пространства генератора от воздушного и поддержание камеры сгорания. У камеры сгорания с внешней стороны имеется стальной кожух из пятимиллиметровой стали. В нижней части к кожуху приварен угольник 14 с полкой, направленной к центру и образующей опору внутренней керамической части камеры сгорания. Около середины кожуха по высоте приварен второй угольник с полкой, направленной от центра. Назначением этого угольника является поддержание камеры сгорания на диафрагме, с которой он соединяется на болтах (с уплотняющей прокладкой). В кожух камеры сгорания вставлены три керамических кольца 11—12—13 из огнеупорного материала, а зазор между ними и кожухом заполняется изоляционным материалом из асбеста.

Верхнее шамотное кольцо 10 камеры сгорания в сечении имеет фигурную форму. Оно суживается в верхней части; средний пояс его, где расположены фурмы, цилиндрический; в нижней части имеется расширение. В средней части этого шамотного кольца расположены шестнадцать фурм, из которых двенадцать расположены в горизонтальной плоскости, а четыре — под углом в 10° вверх (рис. 28).

Фурмы стальные, с отверстием для прохода воздуха диаметром 8 мм; длина горизонтальных фурм 115 мм, а наклонных 120 мм.

Собранная отдельно камера сгорания ставится на диафрагму с помощью кольца 15 и крепится болтами, причем особое внимание уделяется плотности соединения среднего угольника и диафрагмы.

Над диафрагмой устанавливается воздушный пояс 5 газогенератора из листовой трехмиллиметровой стали с приваренными к нему сверху и снизу угольниками, образующими фланцы для соединения этого пояса с диафрагмой внизу и с бункером 1 сверху. В нижней части воздушный пояс имеет два приваренных патрубка, снабженных смотровыми люками и служащих для подвода воздуха, с коленом для установки воздушных труб 6, подающих воздух с тента. Кроме этих патрубков воздушный

пояс имеет против фурм четырнадцать смотровых лючат, закрываемых крышками на барашках.

Внутри воздушного пояса ставится переходная воронка 8 для топлива. Назначением этой части газогенератора является подвод топлива из бункера с большим диаметром к камере сгорания меньшего диаметра и отделение воздушного пространства газогенератора от топлива, имеющего при подходе к камере сгорания высокую температуру. Воронка (конус) выполнена из трехмиллиметровой стали, изолированной со стороны воздушного пояса газогенератора асбестом. В нижней и верхней частях к воронке приварены цилиндрические пояса из листовой стали, назначением которых является создание необходимых уплотнений между нижней частью воронки и верхней частью камеры сгорания, с одной стороны, и между верхней частью воронки и нижней частью бункера — с другой. Нижний пояс с воронкой образует пространство 9, заполняемое асбестом (седло), которым конус плотно насаживается на верхнюю часть камеры сгорания 10. Вес конуса вместе с расположенным над ним слоем топлива с помощью седла создает хорошее уплотнение в этом месте газогенератора.

Верхнее кольцо воронки приварено к внутренней части ее так, что конус несколько выступает за внешнюю поверхность кольца. Этот выступ сделан для того, чтобы поддерживать набивку из асбеста, закладываемую между кольцом и кожухом воздушного пояса 5. В верхней части бункер имеет загрузочное отверстие, плотно закрываемое крышкой 2 со смотровым люком 3. Бункер соединяется с воздушным поясом 5 генератора с помощью фланца 4.

Газогенераторы МСВ-84 получили наибольшее распространение в нашем газоходном флоте; на газоходах с двигателями Сталинец-60 их установлено свыше 400 единиц. При эксплуатации генераторов этого типа были отмечены некоторые недостатки отдельных конструкций и монтажа, к которым можно отнести следующие:

1) Пропуск воздуха внутрь газогенератора через уплотнение конуса с топливником и бункером при недостаточно тщательном монтаже, что вызывало повышение зоны горения и прогорание конуса.

2) Образование свода топлива над узким сечением топливника при применении чурок большего размера.

3) Прогорание листового железа, поддерживающего изоляцию газового пояса.

4) Затрудненность сжигания чурки с влажностью более 20%, вследствие отсутствия подогрева воздуха.

Для избежания указанных дефектов в наиболее распространенном газогенераторе ЦНИИРФом внесено предложение по модернизации этих газогенераторов, заключающееся в основном в следующем (рис. 29).

Верхнее керамиковое кольцо, в котором расположены фурмы, выполняется цилиндрическим, без сужения около фурм, что

должно уменьшить образование сводов. Нижняя часть конуса 1 бункера входит в кожух топливника, и на конусе 1 располагается футеровка из шамотного кирпича, покрытая для защиты от механических повреждений железным конусом 2, к которому

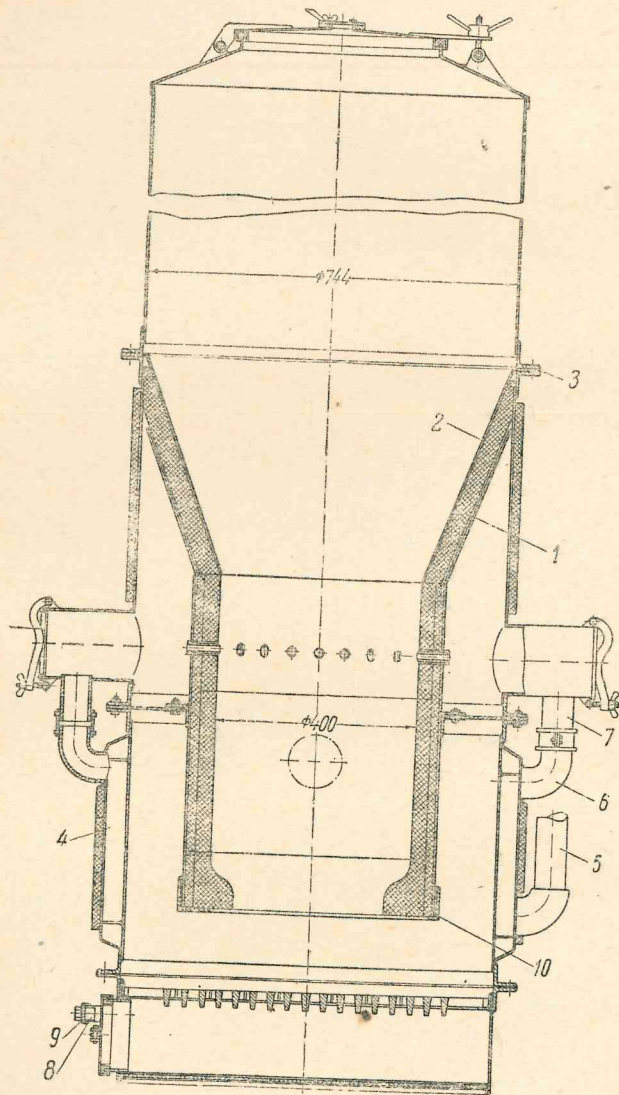


Рис. 29. Газогенератор МСВ-84, модернизированный ЦНИИРФом

приварено кольцо 3 для фланцевого соединения бункера с воздушным поясом. Это должно уменьшить пропуски воздуха в генератор помимо фурм. Для подогрева воздуха снаружи газового пояса приварен кожух 4, покрытый изоляцией. Воздух при этом

поступает по трубам 5 в нижнюю часть образованной полости и при движении к фурмам подогревается газовым поясом генератора. В крышке зольника устанавливается трубка 8 с пробкой 9. Назначение этого устройства — устранение возможности открывания зольника при коротких стоянках газохода, для поддержания горения топлива в генераторе. Кроме того усиливается опора топливника 10 и изолируется воздушный пояс генератора.

Генератор МСВ-84/М1, схематически показанный на рис. 30, предназначен для двигателей МГ-17 и МГС-17 мощностью около 65 л. с. и работает на древесной чурке $120 \times 50 \times 50$ мм с влажностью не более 25%. Отличие его от описанного выше газогенератора МСВ-84 в основном заключается в больших размерах, а также в измененной форме топливника, который не имеет сужения около фурм.

Более конструктивно разработанными являются и фурмы, которые имеют вид трубок с внутренним диаметром 9 мм; трубки заглушены с внешней стороны генератора колпачками на резьбе, в средней части они имеют прорезы, через которые в них поступает воздух из воздушного пояса генератора и затем по внутреннему отверстию фурм подается в зону горения генератора. Такие фурмы легко вынимаются для их осмотра, а для наблюдения за зоной горения генератора служат их съемные колпачки.

Главнейшие детали генератора: 1 — топливник, 2 — колосниковая решетка, 3 — зольник, 4 — люк зольника, 5 — воздухоподводящая труба, 6 — фурмы, 7 — патрубок для отбора газа,

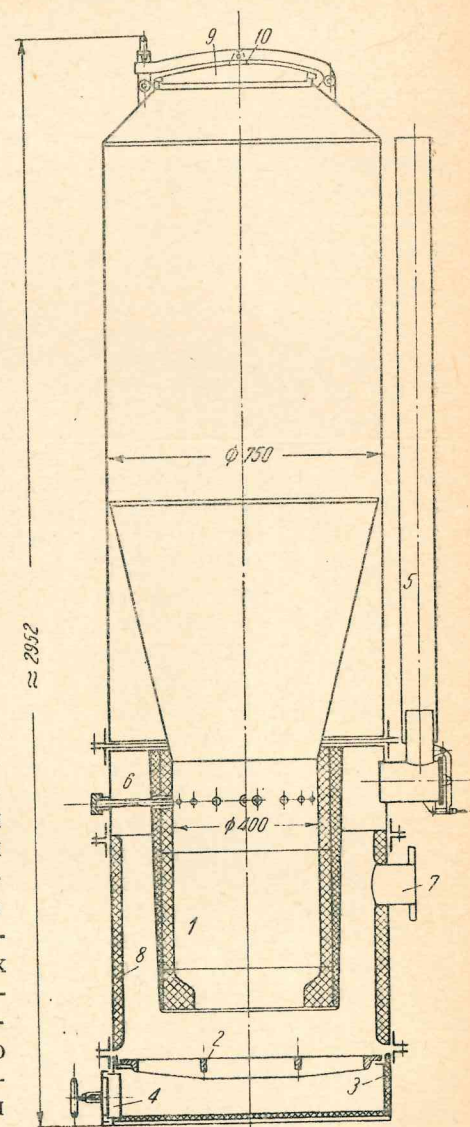


Рис. 30. Газогенератор типа МСВ-84/М1

8 — газовый пояс генератора, 9 — загрузочное отверстие, 10 — крышка загрузочного отверстия.

Как видно из схемы, этот газогенератор работает без подогрева воздуха. Газогенератор МСВ-84/М1 является серийным газогенератором для 1940 г. В мае 1940 г. проведен ряд опытов сжигания в этом газогенераторе торфа влажностью до 22—24%. При этих опытах изменялась лишь конструкция зольника (подвижные колосники, гидравлический затвор для возможности удаления золы во время работы газогенератора). Эти опыты дали благоприятные результаты.

Газогенераторы МСВ для двигателей мощностью 25—30 л. с. (СТЗ и ХТЗ). На рис. 31 показан продольный разрез газогенератора Моссудоверфи для двигателей СТЗ и ХТЗ. По своему устройству этот газогенератор очень похож на описанный ранее тип МСВ-84, отличаясь от него лишь размерами. Топливом для этого газогенератора служат чурки с влажностью не более 20%. Основные части газогенератора следующие: зольник 1, выполненный из трехмиллиметровой листовой стали, изолированный листовым асбестом, который поддерживается тонким стальным (1 мм) кожухом. Зольник имеет патрубок с люком 2 для удаления золы. В верхней части зольника приварено кольцо 3, на котором располагается колосниковая решетка 4. На зольник ставится газовый пояс 5 генератора, также выполненный из листовой стали толщиной 3 мм. С внутренней стороны газовый пояс изолирован листовым асбестом, покрытым в свою очередь тонкой листовой сталью. От газового пояса через патрубок 6 отводится получаемый генераторный газ. К верхней части газового пояса присоединяется стальная диафрагма 7 толщиной 4 мм. Диафрагма отделяет газовый пояс 5 генератора от воздушного пояса 10 и поддерживает топливник 8. Топливник выполнен из листовой стали толщиной 4 мм и с внутренней стороны имеет керамиковую футеровку 9. Между футеровкой и металлической частью топливника кладется изоляция из асбеста. В верхней части топливника имеется двенадцать фурм с внутренним отверстием 7 мм. Воздушный пояс 10 имеет два противоположно лежащих патрубка 11, служащих для подвода воздуха к газогенератору с тента по трубам 12. Над воздушным поясом газогенератора помещается бункер 13 с загрузочным отверстием 14 в верхней части. Соединение между воздушным поясом и бункером выполнено вместе с фланцем 15 конуса, нижняя часть которого с помощью набивки 16 плотно присоединяется к верхней части топливника. Диаметр газогенератора — около 500 мм.

Газогенератор МСВ для вспомогательного газогенераторного двигателя. На наших крупных газоходах кроме главных двигателей устанавливаются также и вспомогательные двигатели внутреннего сгорания. Еще не так давно эти вспомогательные двигатели работали на бензине, что заставляло иметь на газоходе также и запас жидкого топлива, опасного в пожарном отношении. В настоящее время для вспомогательных двигателей, мощность которых на газе не превосходит 2—3 л. с., разработана

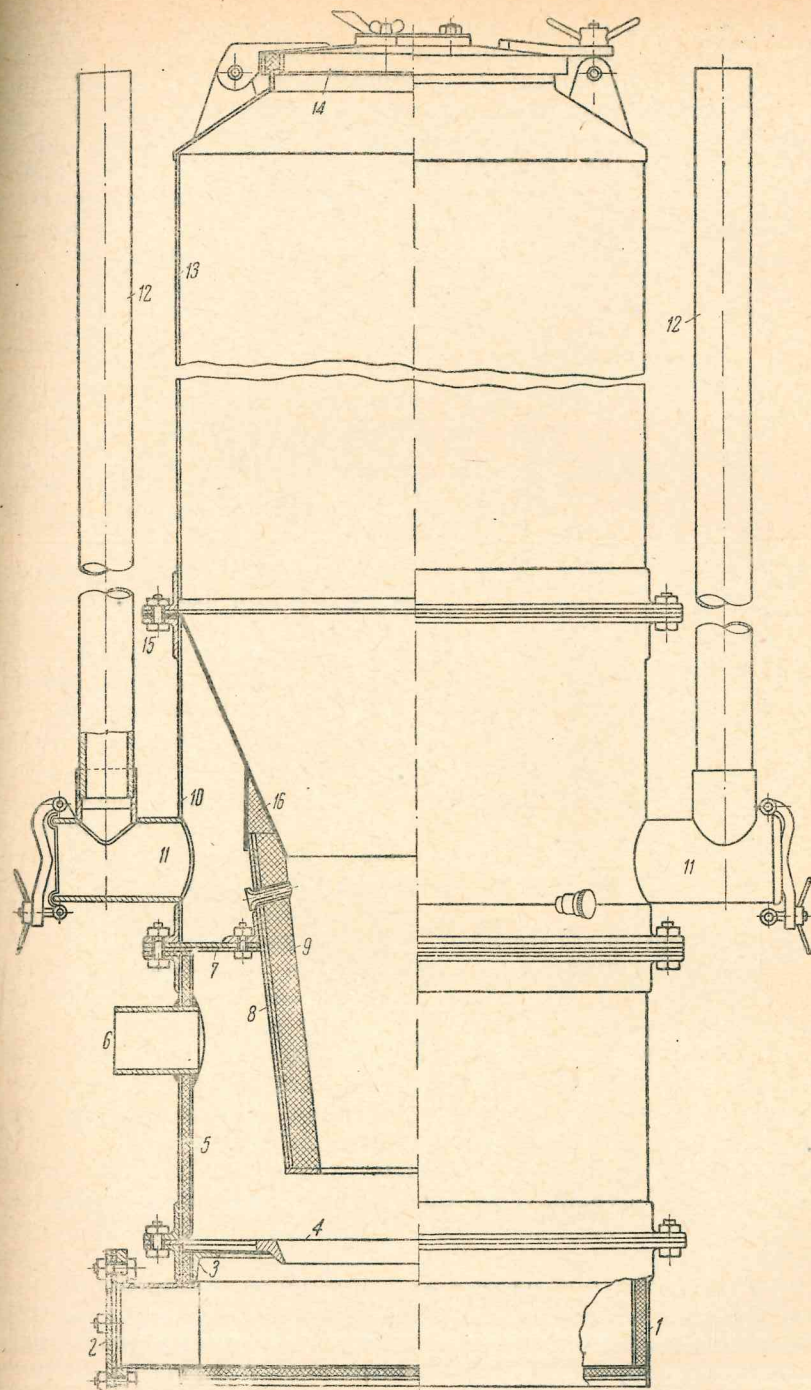


Рис. 31. Газогенератор для моторов СТЗ и ХТЗ

специальная конструкция небольшого газогенератора, общий вид которого показан на рис. 32. Основными частями данного газогенератора являются: 1—газовый пояс; 2—зольниковый люк; 3—колосниковая решетка; 4—асбестовая изоляция газового пояса; 5—тонкая листовая сталь, поддерживающая изоляцию; 6—патрубок для отвода генераторного газа; 7—топливник с футеровкой 8 и изоляцией 9; 10—воздушный пояс газогенератора; 11—крышка; 12—конус; 13—бункер; 14—труба для подвода воздуха с тента к воздушному поясу газогенератора; 15—загрузочное отверстие. Фурмы 16 этого газогенератора выполнены из стальных трубок, один конец которых входит в топливник, а середина имеет вырез а, через который воздух выходит в фурму из воздушного пояса генератора 10. Второй конец фурмы заглушен.

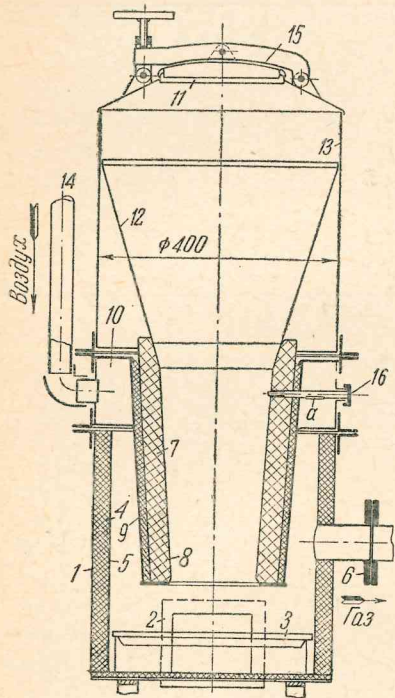


Рис. 32. Газогенератор для вспомогательного мотора

устройства, служащего для удаления из внутренней полости газогенератора паров воды, выделяющихся из топлива в зоне подсушки. Общий вид этого газогенератора в продольном разрезе показан на рис. 33 и в плане — на рис. 34. Верхняя часть бункера 1 газогенератора имеет двойные стенки, расположенные одна от другой с промежутком в 23 мм, образующим таким образом рубашку, которая отверстиями 2 соединяется с зоной подсушки газогенератора. Сверху его находится загрузочное отверстие. Верхняя часть бункера соединяется с газовым поясом газогенератора на болтах с помощью фланцевого соединения. Из верхней части газового пояса по патрубку 3 производится отбор газа, причем последний нагревает нижнюю часть 4 бункера и его воронку 5. Воздушный пояс 6 газогенератора находится внутри газового и охватывает кольцом топливник 7 против фурм 8. Топливник, выполненный из листовой стали, имеет

керамиковую футеровку, между которой и металлической частью топливника — изоляция из асбеста 9. Воздух к воздушному поясу газогенератора подводится с тента по двум трубам 10 с патрубками 11. Газовый пояс газогенератора выполнен из листовой стали и изолирован асбестом. В нижней части газового пояса расположен для удаления золы люк 12 с плотно закрывающейся крышкой. Под топливником находится колосниковая решетка 13, которая может встряхиваться для удаления с нее золы с помощью особого устройства с рычагом 14. Устройство для удаления избытка водяных паров из газогенератора и его действия заключаются в следующем. Как указано выше, топливо, загруженное в газогенератор, начинает подсушиваться, из него выделяются водяные пары, которые в рассмотренных выше газогенераторах обратного процесса полностью направлялись в зону горения, а затем в зону восстановления. При сравнительно небольшом их количестве они благоприятно отражались на составе генераторного газа, в котором увеличивалось содержание окиси углерода и водорода. Однако при очень влажном топливе значительная часть паров проходит через указанные зоны без изменения и этим ухудшает состав газа, понижая температуры в зоне горения и восстановления.

Для удаления избытка влаги в газогенераторах Лесосудомашстроя применено специальное устройство для конденсации водяных паров и удаления их из газогенератора. Составной частью этого устройства является указанная выше особенность конструкции верхней половины бункера газогенератора, имеющая рубашку и соединенная с зоной подсушки отверстиями 2. Пары воды в средней части бункера поднимаются около его стенок; при этом часть пара, соприкасаясь с относительно холодной внешней поверхностью кожуха, конденсируется (обращается в воду) и стекает в нижнюю часть рубашки бункера. Из нижней части бункера конден-

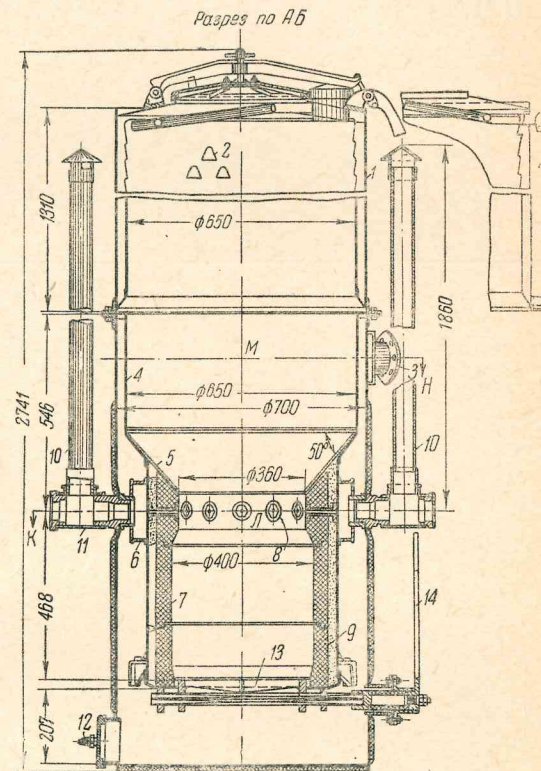


Рис. 33. Газогенератор Лесосудомашстроя (продольный разрез)

скается в нижнюю часть рубашки бункера. Из нижней части бункера конден-

сат по трубке стекает в конденсационный бачок, показанный на рис. 35. В конденсационном бачке выделившаяся смола опускается на его дно, а вода стекает за борт через водяную трубу очистителя. Главные детали этого бачка: 1 — цилиндрический корпус бачка; 2 — колпачок для промывки его водой; 3 — патру-

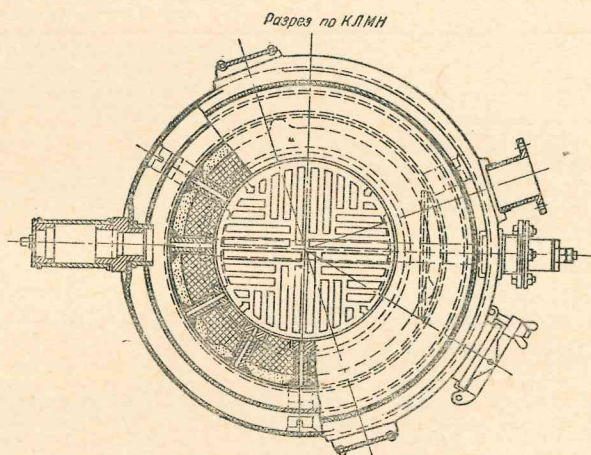


Рис. 34. Газогенератор Лесосудомашстроя (план)

бок для приемки конденсата и паров; 4 — игла клапана, закрывающая отверстие для стока смол; 5 — отверстие для удаления смол; 6 — патрубок для слива конденсата; 7 — пробный краник для определения уровня скопившейся в бачке смолы.

25. Газогенераторы, работающие на швырке

Разделка древесины на короткие чурки длиной 100—120 мм требует значительных затрат. В частности, стоимость 1 м³ чурки превосходит нередко в два и более раза стоимость 1 м³ дров длиной 0,5—1 м. Это в отношении стоимости расхода топлива на 1 э. л. с. ставит газогенераторные судовые установки в очень тяжелое положение; несмотря на очень высокий их к. п. д., сравнительно с паровой установкой, последняя, работая на длинных дровах, нередко имеет меньшую стоимость расхода топлива на развитую лошадиную силу.

Кроме того при распиловке на чурки значительная часть древесины теряется на опилки. Поэтому переход судовых газогенераторных установок на работу длинными дровами, в частности, на работу дровами длиной в 0,5 м, имеет большое народнохозяйственное значение и является первоочередной задачей газоходостроения.

Основными трудностями, встречающимися при проектировании и эксплуатации газогенераторов, работающих на швырке, явля-

ются: 1) застревание топлива в бункере газогенератора; 2) более длительное время, требующееся на подсушку и сухую перегонку топлива; 3) неравномерность распределения воздуха в зоне горения и 4) размельчение и уплотнение угля в зоне восстановления.

Это вызывало следующие дефекты работы газогенераторов: при застревании топлива зона горения поднималась до шахты бункера или образовывалось несколько зон горения; стенки газогенераторов прогорали или в лучшем случае нарушался процесс газификации. Выделение летучих при подсушке и сухой перегонке дров в большей степени происходит через торцевые поверхности дров. Последние в длинных дровах имеют меньшую величину, и при неравномерности распределения воздуха процесс подсушки и сухой перегонки проходит замедленно. Сухая перегонка частично продолжалась в зоне восстановления, вследствие чего пары смол не сгорали и попадали в генераторный газ, вызывая засмоление двигателей. Кроме того уголь, получаемый при длинных дровах, отделяясь от горящего полена, был сравнительно мелким и с пониженной механической прочностью; высокий столб дров в шахте и большой вес их вызывали дальнейшее измельчение угля в восстановительной зоне, уплотнение его и, следовательно, увеличение сопротивления зоны восстановления и понижение ее температуры; все это приводило к понижению мощности мотора из-за высокого разрежения газа и низкой его калорийности.

Указанные выше трудности газификации швырка в судовых газогенераторах для моторов малой мощности несколько задержали развитие таких газогенераторов, и на сегодня они еще не получили широкого распространения. Однако опытные образцы таких генераторов дали положительные результаты, и можно ожидать, что широкое распространение швырковых газогенераторов последует в недалеком времени.

Каким путем устраняются отмеченные выше затруднения газификации швырка, рассмотрим на нескольких примерах. Существующие судовые газогенераторы, работающие на швырке, по способу загрузки топлива можно разделить на две основные

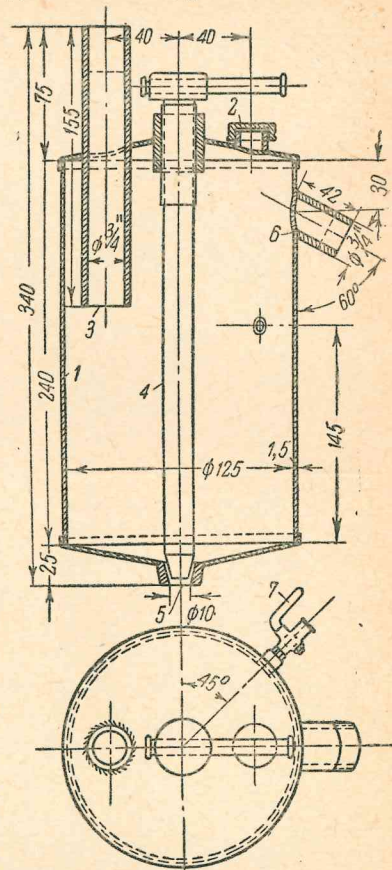


Рис. 35. Конденсационный бачок

группы: а) с горизонтальной укладкой дров и б) с вертикальной укладкой дров.

Газогенератор ЦНИИВТ-6 с горизонтальной загрузкой топлива (рис. 36 и 37) предназначен для питания двух двигателей по

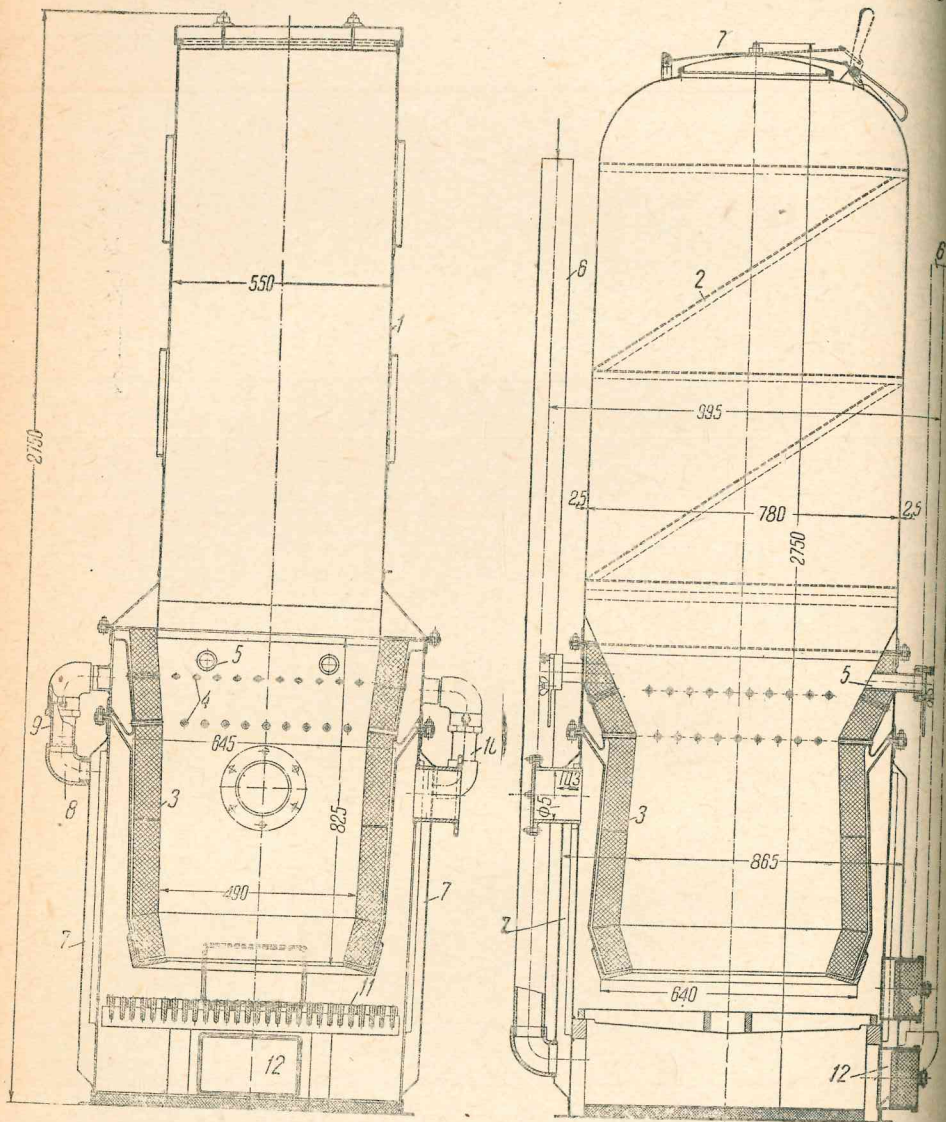


Рис. 36. Газогенератор ЦНИИВТ-6 (продольные разрезы)

60 э. л. с. Этот газогенератор работает на штырке длиной 500 мм с поперечным сечением дров 25—35 см². Поскольку загружаются в этот газогенератор в горизонтальном положении, его бункер и топливник имеют прямоугольное, а не круглое се-

чение. Ширина бункера на 5 см длиннее загружаемых полен и составляет 550 мм. Другая сторона сечения бункера 780 мм. Емкость бункера принята из расчета загрузки его через час и составляет 0,624 м³. Загрузочный люк бункера закрывается крышкой, прижимаемой двумя рессорными пружинами. Стенки бункера 1 выполнены вертикальными без уклонов, с тем чтобы дрова в нем не могли застревать; кроме того, ввиду малой

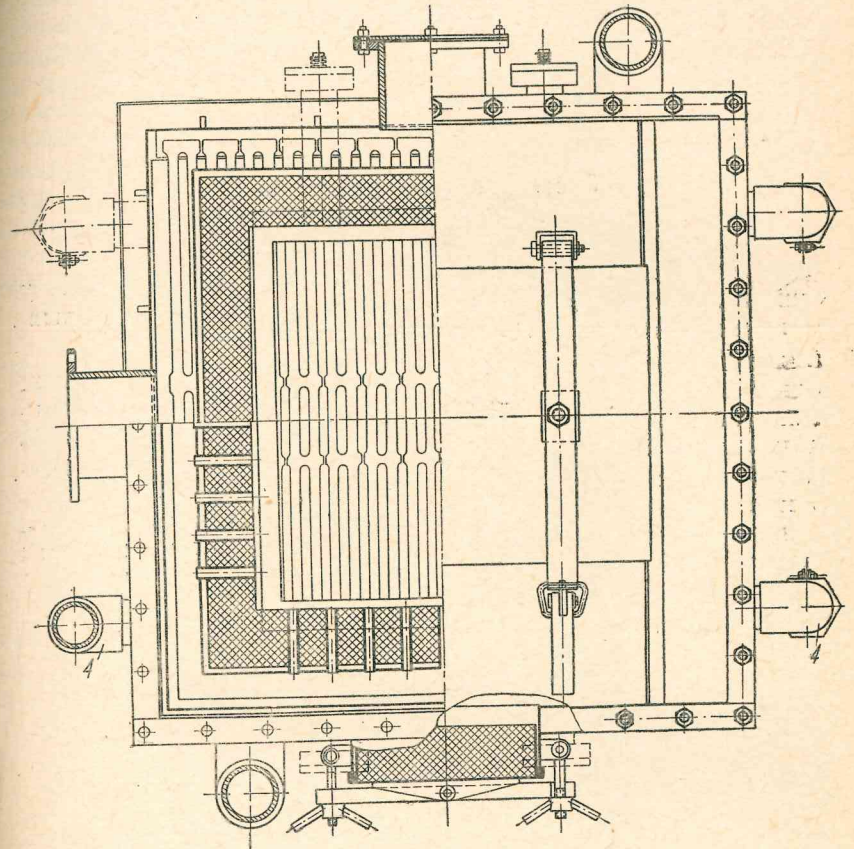


Рис. 37. Газогенератор ЦНИИВТ-6 (план)

жесткости стенок с внешней стороны, к ним приварены уголки жесткости 2. Топливники 3 этого генератора имеют фигурную форму. Со стороны торцевого сечения загружаемых дров верхняя часть топливника имеет значительное сужение вследствие необходимости учета уменьшения объема топлива в этой части генератора при сухой перегонке и плавного опускания дров. Сужение имеется и в продольном направлении, но в значительно меньшей степени (5°). Ввиду сравнительно большой мощности генератора он имеет два ряда фурм 4, отстоящих один от дру-

гого на 135 мм. Верхний ряд имеет 40 фурм, нижний — 36; внутренний диаметр их 8 мм.

Стенки топливника в восстановительной зоне сначала несколько расширяются в торцевой плоскости, а затем снова суживаются в обеих вертикальных плоскостях сечения. Такая форма топливника сделана с целью добиться некоторого разрыхления угля в восстановительной зоне, учитывая, что уголь проходит через значительное сужение около фурм. Уменьшение сечения топливника в самой нижней части принято с целью получить пониженную скорость движения газов у стенок топливника в восстановительной зоне. Это движение газов является вредным, так как углекислота лишь частично соприкасается с углем и в значительно большей степени — с относительно холодной стенкой топливника, вследствие чего образование окиси углерода происходит в недостаточной степени. При уменьшении выходного сечения уголь около стенки топливника уплотняется, и движение газов у стенок топливника сильно затрудняется.

Кроме того сужение выходного сечения топливника дает увеличение скорости газов в этом месте и способствует выносу золы и угольной пыли из зоны восстановления.

Топливник выполнен из стандартного огнеупорного кирпича. С целью облегчения розжига и для наблюдения за горением несколько выше фурм имеется по два противоположно расположенных лючка 5. Воздух с тента подводится по двум трубам 6 к нижней части генератора и поступает в полость 7, образованную стенками кожуха генератора; поднимаясь затем между ними, он нагревается и по патрубкам 8 подводится к четырем перепускным трубам 9, которые направляют его в воздушную коробку 10, из коробки он поступает в фурмы 4. Колосниковая решетка газогенератора 11 литая чугунная, выполненная секциями по два колосника; все секции взаимозаменяемы. Для очистки зольника предусмотрен люк 12, плотно закрывающийся крышкой. Объем зольника рассчитан на очистку его через 2 суток работы генератора.

Испытание этого генератора на стане Центрального научно-исследовательского института речного флота дали благоприятные результаты. Средняя мощность двигателей при 30-часовом испытании составляла 118,6 л. с. Расход топлива на 1 э. л. с. (при влажности 17,7%) около 1,01 кг. Средний состав газа: CO_2 —13,04%; O_2 —0,32%; H_2 —16,45%; CH_4 —1,47%; CO —16,77% и N_2 —51,95%. Средняя теплотворная способность 1056 кал/м³.

Газогенератор ЦНИИРФ-7 с вертикальной загрузкой топлива (рис. 38).

Газогенератор ЦНИИРФ-7 с вертикальной загрузкой топлива предназначен для питания газом двигателей мощностью 65—70 э. л. с. (типа МГ-17). Топливом для этого газогенератора является швырок длиной 500 мм с поперечным сечением 25—35 см² и влажностью до 25%. Бункер 1 этого генератора, выполненный из листовой стали, имеет цилиндрическую форму; диа-

метр его 520 мм, а высота 1500 мм (до уровня фурм). При работе генератора в нем по высоте располагается три ряда полен. Периодичность загрузки топлива — 30—35 мин. Бункер сверху имеет крышку 2, которая в закрытом состоянии для плотности прилегания прижимается рессорной пружиной 3 к асбестовому уплотнению рамы для устранения подсоса воздуха. В крышке имеется предохранительный клапан 4, отверстие которого может служить также и для замера топлива в бункере. Топливник 5, выполненный из обычного огнеупорного кирпича, имеет вид двух усеченных конусов, сходящихся вершинами. Верхний усеченный конус имеет угол наклона 15°. Это сделано для того, чтобы несколько поддерживать столб дров в бункере и не позволять ему нажимать на слой угля во избежание раздавливания и размельчения последнего.

Расширение конуса топливника в сторону колосниковой решетки преследует цель разрыхления угля, находящегося в зоне восстановления, что способствует лучшему уносу золы и угольной пыли. Фурмы 6 расположены в два ряда; верхний ряд имеет 24 фурмы диаметром 10 мм, нижний — 8 фурм. Расстояние между вертикально расположенными фурмами 150 мм; оси их расположены наклонно с подъемом в сторону топливника. Воздух всасывается из машинного отделения, вентилируя таким образом последнее, а для устранения возможности попадания газа в машинное отделение при остановке мотора приемные патрубки 7 снабжены обратными клапанами; кроме того для обеспечения горения при остановленном генераторе на нем предусмотрена труба 8 с дроссельной заслонкой.

Воздух входит в нижнюю часть газогенератора и, поднимаясь в полостях кожуха 9, нагревается до температуры, примерно, в 150°С, с которой он и входит в фурменную полость 10 через вырезы в диафрагме 11. Газ отбирается по тангенциально расположенному патрубку 12. Лючки 13, расположенные против фурм, служат для наблюдения за горением и для облегчения розжига.

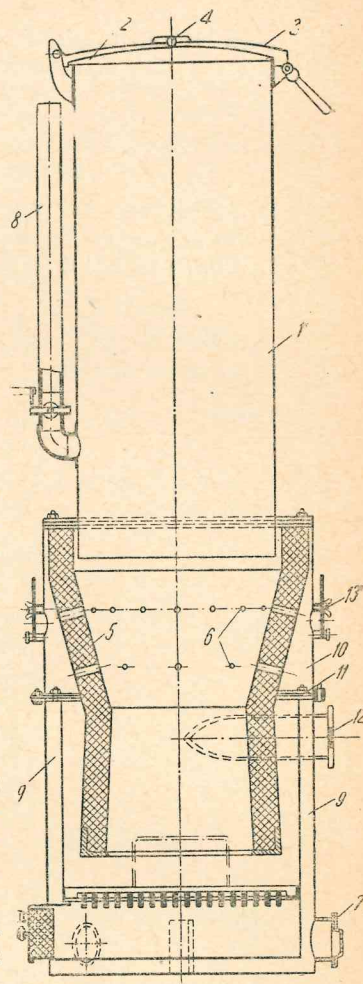


Рис. 38. Продольный разрез газогенератора ЦНИИРФ-7

Газогенератор ЦНИИРФ-7 на испытаниях показал хорошие результаты с двигателем ЧТЗ-60. Средний состав газа, полученный из древесины влажностью до 25%, был следующий: CO — 16,2%; H_2 — 15%; CH_4 — 2,5%; CO_2 — 13%; O_2 — 0,6%; N_2 — 52,7%.

Средняя теплотворная способность газа — 1093 кал. Расход топлива на 1 э. л. с. около 1,07 кг при мощности двигателя 56,3 л. с.

26. Приспособление для работы на швырке существующих чурочных газогенераторов

Приспособление чурочных газогенераторов для работы на швырке имеет также значительный интерес, поскольку мы имеем большое количество построенных газоходов. Работы в этом направлении проводятся как Московским судостроительным заводом в Ногатине, так и ЦНИИРФом, причем намечаются два направления этой работы, на которых мы и остановимся.

Приспособление газогенераторов МСВ-84 и МСВ-86 для работы на швырке. Газогенераторы МСВ-84 и МСВ-86 могут быть использованы и для газификации швырка (дров) размером $500 \times 50 \times 50$ мм и влажностью не более 18%. Для этой цели необходимы небольшие переделки указанных газогенераторов, сводящиеся вкратце к следующему.

По газогенератору МСВ-84 кольцо с горизонтально расположенными фурмами снимается (рис. 39) и взамен его ставится новое с фурмами 1, направленными вверх под углом в 25° ; на верхнюю часть топливника устанавливается другая, более высокий конус 2 высотой 700 мм с диаметром верхней части 744 мм и нижней — 440 мм.

По газогенератору МСВ-86 все фурмы устанавливаются наклонно под углом в 25° к горизонтальной плоскости, и ставится дополнительный конус.

При эксплуатации подобных переделанных газогенераторов необходимо иметь в виду следующие особенности:

1) перед розжигом газогенераторов их зона восстановления должна заполняться древесным углем;

2) подготовленное топливо (швырок) связывается пучками с диаметром до 400 мм и опускается в бункер вертикально;

3) шуровки топлива не требуется. Загрузка производится примерно через 1,5 часа.

При швырковом топливе получен следующий состав газа (газогенератор МСВ-84): CO — 15,16%; H_2 — 15,17%; CH_4 — 1,47%; CO_2 — 11,97%; N_2 — 56,23%.

Как видно из рисунков, работа этих газогенераторов проходит без подогрева воздуха, и завод не рекомендует пользоваться дровами с влажностью выше 18%.

Приспособление для работы на швырке газогенератора ЦНИИВТ-3 и МСВ-84 по способу, предложенному ЦНИИРФом. Газогенератор ЦНИИВТ-3, приспособленный для работы на швырке, показан на рис. 40. Основные изменения в конструкции этого газогенератора сводятся к следующему.

Диаметр загрузочного люка 1 увеличен до диаметра зольника. Внутри бункера имеется направляющий конус 2, расширяющийся с целью предотвратить застревание дров. Этот конус приварен у загрузочного люка к бункеру, а внизу крепится с помощью кольца 3. Это кольцо предотвращает попадание газа в пространство между кожухом и бункером.

Как видно, установка такого конуса в сильной степени уменьшает емкость бункера, вследствие чего загрузка топлива должна производиться через 15—20 минут. Шахта топливника изменяется на коническую с постепенным уменьшением сечения в сторону колосниковой решетки; для поддержания футеровки ставится кольцо 4. Материал футеровки остается прежним — огнеупорный кирпич. Топливом для этого генератора является швырок с размером $500 \times 65 \times 65$ мм при влажности до 22%. Повышенная влажность

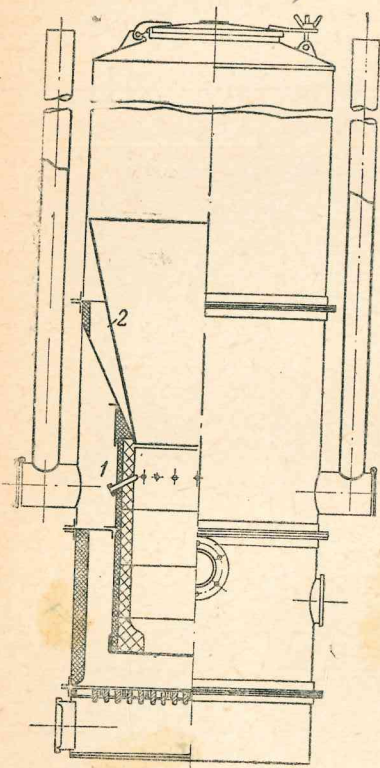


Рис. 39. Приспособление газогенератора МСВ-84 для работы на швырке

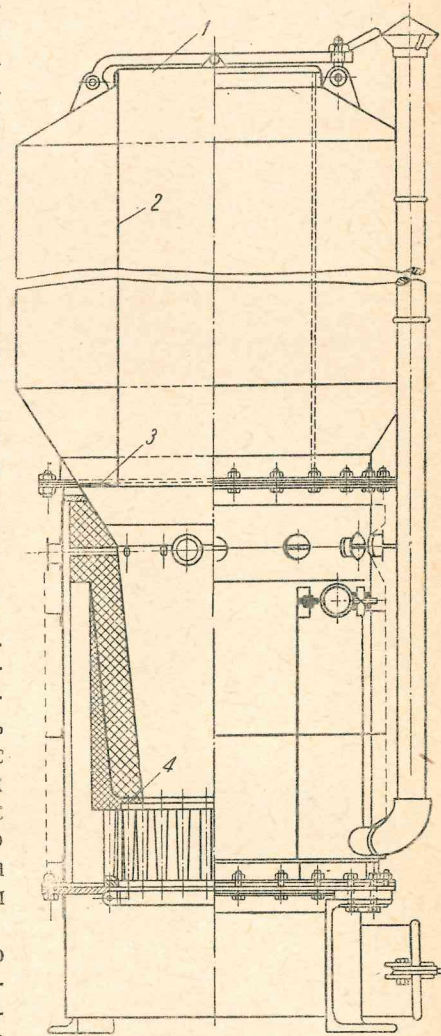


Рис. 40. Газогенератор ЦНИИВТ-3, приспособленный для работы на швырке

дров, как отмечалось выше, требует подогрева воздуха; следует отметить, что в этом типе газогенератора воздух подогревался и при работе на чурке.

Газогенератор МСВ-84 по предложению ЦНИИРФа переводится на швырок путем следующих мероприятий (рис. 41).

Диаметр загрузочного люка увеличивается. Внутрь бункера вваривается направляющий конус 1. С помощью конуса 2 устраняется попадание газа в пространство между конусом 1 и бункером. Форма топливника 3 изменяется на несколько более сложную. Фурмы 4 устанавливаются в два ряда.

Материал футеровки — огнеупорный кирпич. Диафрагма 5 отделяет газовый пояс от воздушного. С помощью изолированного дополнительного кожуха 6 вводится подогрев воздуха, в связи с чем требуется изоляция 7 воздушного пояса газогенератора. Такое изменение конструкции должно обеспечить сжигание швырка влажностью до 25%.

27. Охладители и очистители газа

Генераторный газ при выходе из газогенератора уносит с собой вредные примеси: угольную пыль, сажу, золу, пары воды, а иногда и смол, причем температура его доходит до 500—600°C и выше. Такой газ для питания двигателей не пригоден, так как вредные твердые примеси и смолы увеличивают износ цилиндров, поршней, поршневых колец и, отлагаясь на клапанах и свечах, нарушают газораспределение и зажигание.

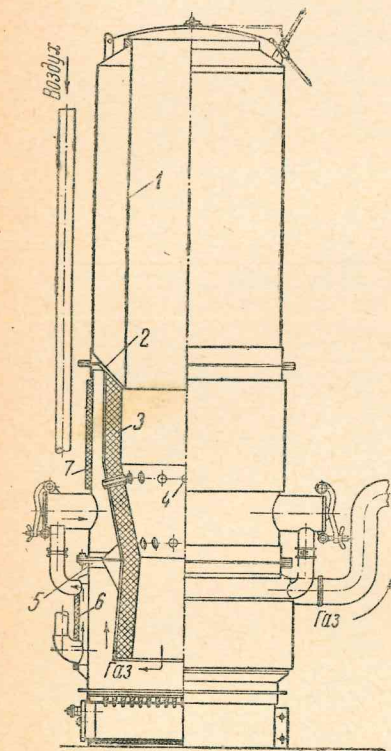


Рис. 41. Газогенератор ЦНИИРФ-МСВ для двигателей ЧТЗ-60 (на швырке)

Поэтому все газогенераторные установки должны иметь устройства для очистки газа.

Чем выше температура газов, тем в меньшем по весу количестве они могут заполнить объем цилиндров, а следовательно, и мощность двигателя при высокой температуре газов, вступающих в цилиндр, будет падать. Падение мощности двигателей по этой причине может быть значительным. Так, например, если принять мощность двигателя за 100% при температуре газовой смеси в 15°C, то с повышением температуры смеси газов мощность мотора будет уменьшаться.

На судах для охлаждения генераторного газа пользуются забортной водой. Очистительные установки служат: 1) для охлаждения и грубой очистки газа и 2) для тонкой очистки газа и удаления из него частиц воды.

Скруббер МСВ-87. Наиболее хорошо зарекомендовавшие себя в практике устройства для охлаждения и очистки газа—это

скруббер типа МСВ-87 и фильтр тонкой очистки типа ЦНИИРФ-6, которые и применяются наиболее часто в газоходостроении. Однако на газоходах встречаются и другие типы охладителей и очистителей газа, некоторые из которых также описаны ниже.

Скруббер МСВ-87 показан на рис. 42. Корпус 1 скруббера цилиндрической формы выполнен из листового железа с помощью сварки. Он состоит из двух частей: верхней и нижней, соединенных между собой фланцевым соединением 2. В нижней части скруббера приварены поддержки 3, на которых установлен конус 4, служащий для направления газа. Патрубок 5, расположенный в верхней части газогенератора, служит для отбора охлажденного и очищенного газа. В центре верхнего днища скруббера установлен на резьбе патрубок 6 с диаметром 1 1/4", через который подводится вода давлением около 1,5 атм. для охлаждения газа. Патрубок 6 в нижней части имеет распылитель 7, устройство которого показано на рис. 54, и водоотражатель 8.

Вода, поступая на винтовую поверхность распылителя и имея большое давление, распыливается на мелкие частицы, которые за-

полняют все пространство внутри конуса 4 и равномерно осаждаются на коксовой набивке 9, расположенной на решетке 10 скруббера; вода стекает вниз, увлажняя кокс, после чего удаляется из скруббера по трубе 11. Решетка 10 выполнена из листового железа со сверленными отверстиями диаметром 10 мм. Горячий и неочищенный газ из газогенератора подводится по изогнутой трубке 12 через водяной затвор 13. В самой нижней точке скруббера имеется спусковое устройство (пробка) 14.

Охлаждение и очистка газа в этом скруббере осуществляются следующим путем. Горячий и неочищенный газ, подведенный в

Температура газовой смеси в °С	Уменьшение мощности двигателя в %
20	5
40	8
50	11
60	14
70	16

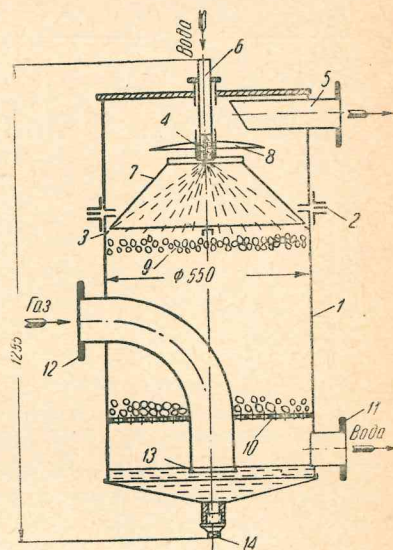


Рис. 42. Скруббер типа МСВ-87

нижнюю часть скруббера по трубе 12, проходит через колосниковую решетку и далее между кусками кокса, обильно смоченными водой. Соприкасаясь с влажной поверхностью кокса и меняя свое направление, частицы газа хорошо охлаждаются и оставляют твердые, захваченные в генераторе частицы.

При выходе из слоя кокса газ промывается водяной пылью из распылителя, затем ударяется о водоотражатель 8, теряя при этом часть захваченной влаги, и уходит по трубе 5 на тонкую очистку.

Фильтр тонкой очистки газа (сухой фильтр) типа ЦНИИРФ-6

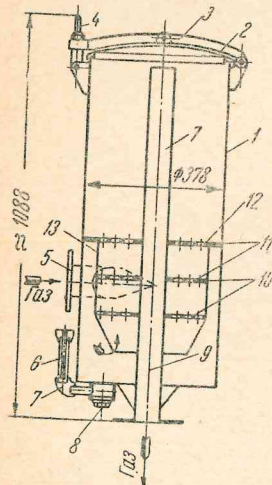


Рис. 43. Фильтр тонкой очистки ЦНИИРФ-6

Корпус 1 фильтра тонкой очистки имеет цилиндрическую форму и сварен из листового железа. Сверху он плотно закрыт крышкой 2, прижимаемой на прокладке с помощью рычага 3 и натяжного болта 4. По трубе 5, приваренной тангенциально сбоку фильтра, подводится из скруббера охлажденный и грубо очищенный газ. Нижняя часть фильтра тонкой очистки заполнена маслом, уровень которого замеряется мерной линейкой 6, расположенной на угловом патрубке 7; в нижней части патрубка имеется спускная пробка 8. В центре днища вварена газоотводная труба 9, верхняя часть которой несколько не доходит до крышки фильтра.

Немного ниже середины очистителя вокруг газоотводной трубы расположены решетки 10, 11 и 12, служащие для поддержания набивки фильтра; эти решетки охвачены внутренним цилиндром 13 фильтра тонкой очистки. В качестве набивки на решетках 10 и 11 располагается металлическая стружка, а над решеткой 12 — кенаф.

Работа тонкого очистителя газа этого типа заключается в следующем. Газ входит по тангенциально расположенной трубе 5 и, двигаясь вниз, получает внутри генератора завихрение. Соприкасаясь с поверхностью налитого масла, газы частично оставляют заключенную в них влагу и твердые частицы. Затем, поднимаясь, газ проходит во внутренней части очистителя через специальные насадки, окончательно очищается и из верхней его части по газоотводной трубе направляется в смеситель. Крышка 2 необходима для осмотра и смены насадки фильтра.

Гидравлический затвор необходим для обеспечения герметичности скруббера. Устройство его видно из рис. 44. Затвор устанавливается на трубопроводе отходящей воды из скруббера и располагается в корпусе судна с таким расчетом, чтобы патру-

бок его сливной трубы находился, примерно, на 100 мм выше грузовой ватерлинии судна, а уровень воды в нем был ниже скруббера, примерно, на 400 мм. Вода из скруббера подается в нижнюю часть затвора через патрубок 2. Если по каким-либо

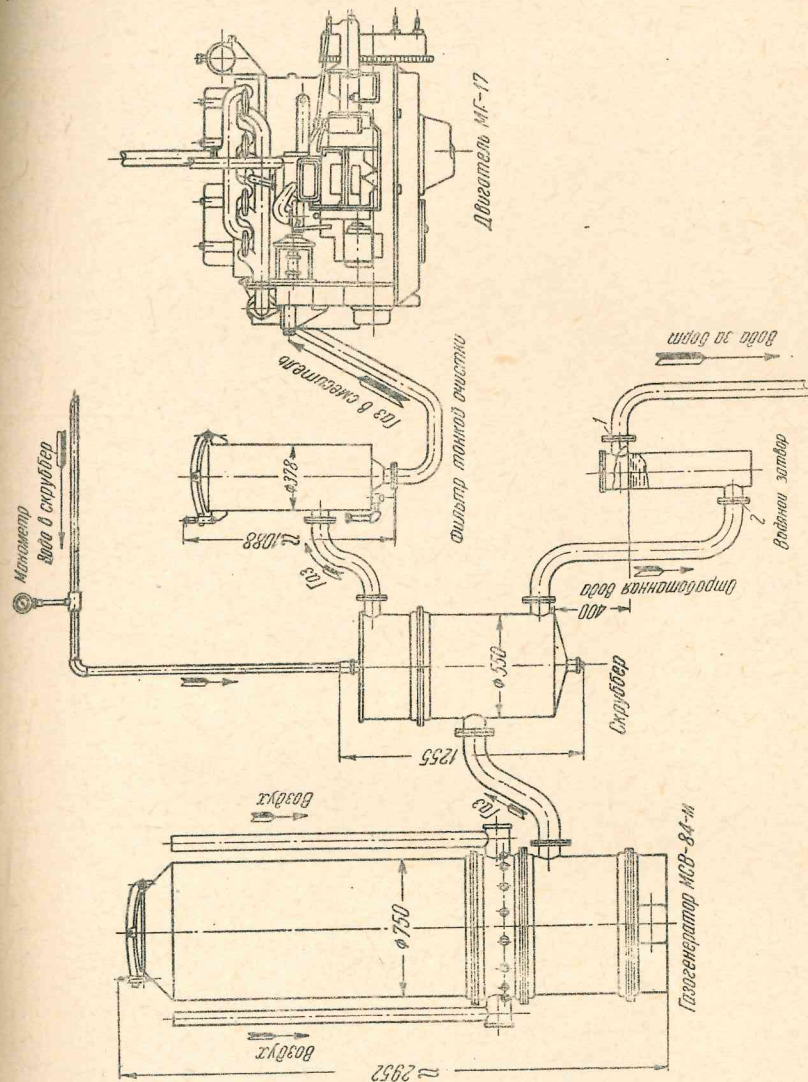


Рис. 44. Принципиальная схема газогенераторной установки под двигатель МГ-17

причинам уменьшится или временно прекратится подача воды в скруббер, то вода, находящаяся в корпусе затвора и его приемной трубе, не позволит попасть воздуху через этот трубопровод внутрь скруббера. Общее расположение очистителей и гидравлического затвора видно на рис. 1 и 2.

Скруббер ЦНИИВТ-3. Устройство для грубой очистки и охлаждения газа в установке ЦНИИВТ-3 показано на рис. 45. Работа

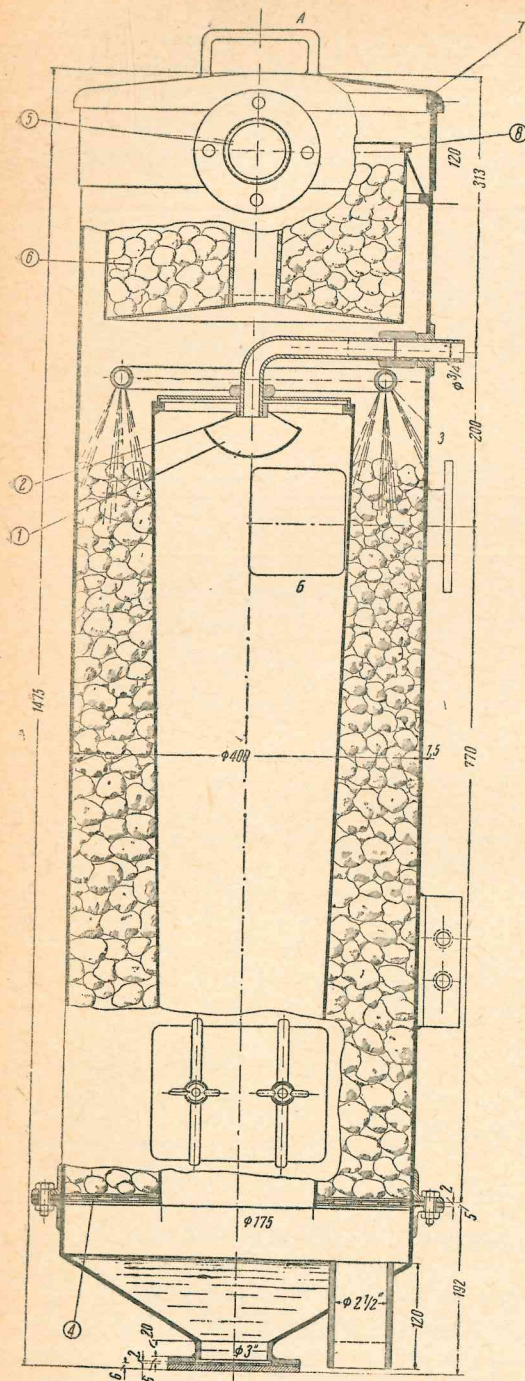


Рис. 45. Скруббер ЦНИИВТ-3

скруббера этого типа состоит в следующем. Получаемый в газогенераторе загрязненный всевозможными механическими примесями газ высокой температуры поступает в среднюю часть скруббера по патрубку *Б* и направляется вниз; по пути газ поливается тонкими струйками воды, выходящими из лейки *1*, к которой вода подводится по трубе *2*. Таким путем газ несколько охлаждается, и из него удаляются наиболее грубые примеси. В нижней части скруббера газы изменяют свое направление и начинают подниматься вверх по кольцевому пространству между двойными стенками очистителя, заполненному коксом и омываемому сверху водой, падающей через кольцо *3* с мелкими отверстиями. Кокс поддерживается решеткой *4*. Вода удаляется из нижней части скруббера.

Газы, проходя между кусками кокса, изменяют свое направление и скорость и, встречаясь с большой влажной поверхностью, очищаются от загрязняющих их частиц. Отбор очищенного газа производится из верхней части скруббера по трубе *5*. При этом газ должен пройти через сухой фильтр *6* для удаления частиц воды, т. е. для просушки. Сухой фильтр представляет собой полый цилиндр с двойными стенками; внутренность его заполнена коксом. Газы поступают с внешней поверх-

ности цилиндра через отверстия в боковых стенках и проходят через кокс к центру, где расположен патрубок для отбора газа, также снабженный отверстиями, расположенными по цилиндрической поверхности; патрубок закрыт снизу и открыт сверху — в камере отбора газа.

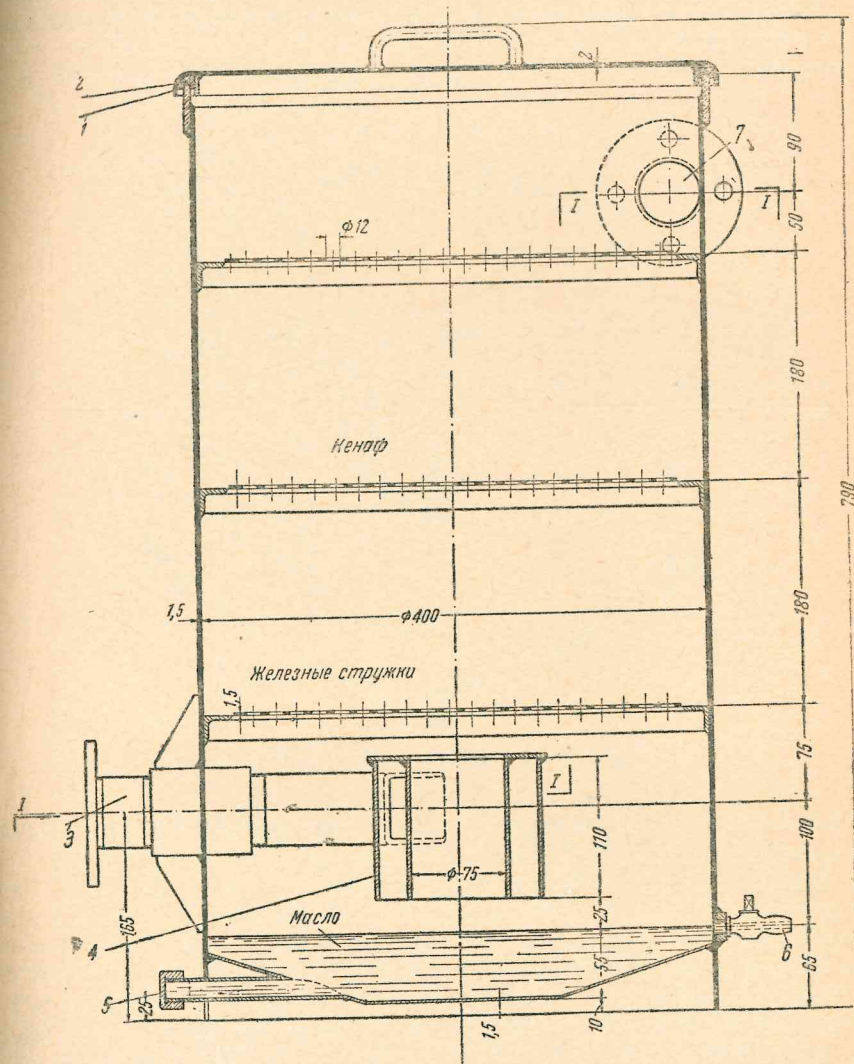


Рис. 46. Сухой очиститель установки ЦНИИВТ-3 (продольный разрез)

Верхняя часть очистителя закрывается крышкой *7* с уплотняющей прокладкой и упором для барашков, служащих для ее закрепления. Сухой фильтр — съемный. Он может быть удален через верхнюю часть очистителя-скруббера. Верхняя часть его может быть снята для смены кокса. Сухой очиститель имеет

уплотняющие прокладки 8 между его крышкой и корпусом. Нижняя часть скруббера также съемная. Кроме того в нижней части корпуса имеется люк для проверки работы лейки.

Сухой очиститель газогенераторной установки ЦНИИВТ-3. Генераторный газ в установке ЦНИИВТ-3 после промывки в очистителе-скруббере поступает в сухой очиститель для более тонкой очистки и удаления частиц воды. Сухой очиститель этой установки, показанный в продольном разрезе на рис. 46 и в

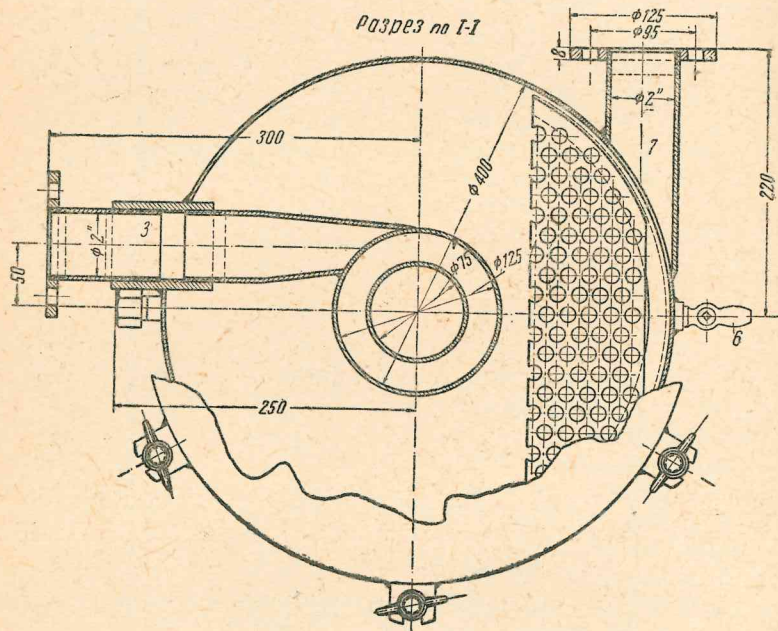


Рис. 47. Сухой очиститель ЦНИИРФ-3 (план)

плане — на рис. 47, представляет собой цилиндрический сосуд, закрывающийся сверху крышкой 1 на прокладке 2. Внутри он разделен тремя переборками-решетками на четыре части. Над нижней из решеток расположен слой железных стружек для грубой очистки газа; выше на другой решетке — слой волокон кенафа. Газ из скруббера или мокрого очистителя подводится в нижнюю часть сухого очистителя по трубе 3, и через кольцевую насадку 4 струя его направляется вниз на поверхность масла, налитого в нижнюю часть очистителя. Частицы примеси, соприкасаясь с маслом, здесь задерживаются. Уровень масла поддерживается сливным краном 6. Удаление масла полностью может быть произведено через спускную трубу 5. Отбор газа производится по трубе 7, расположенной в верхней части очистителя.

Мокрый очиститель газа Московской судостроительной верфи. Мокрый очиститель генераторного газа Московской судострой-

тельной верфи показан в разрезе на рис. 48. Съемная верхняя часть его во время работы заполнена водой, подаваемой от насоса по патрубку 1 под некоторым давлением. Сверху камеры для очистки имеется люк 2, плотно закрытый крышкой на шпильках. В днище камеры находятся три группы отверстий 7 с небольшими диффузорами (по четыре в каждом пучке), через

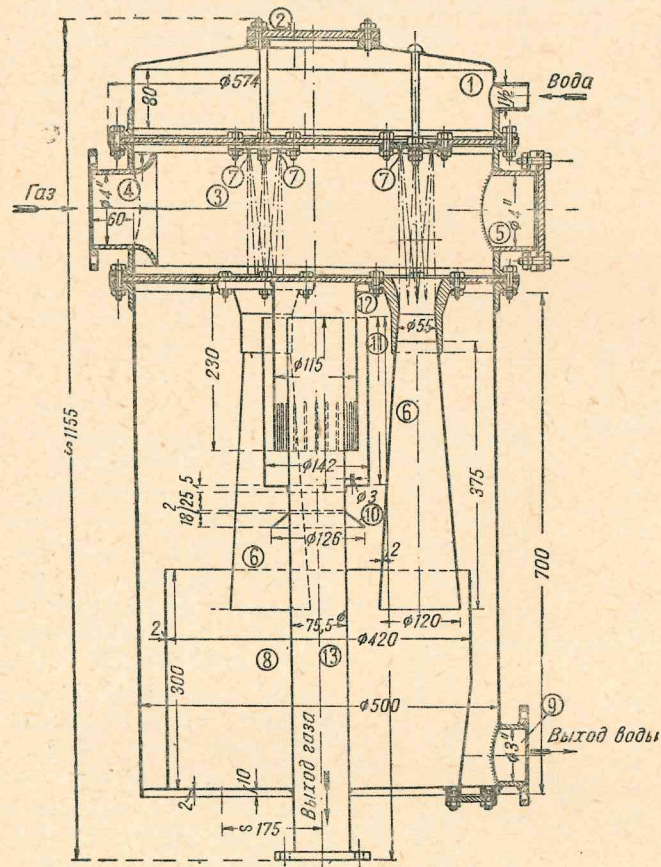


Рис. 48. Мокрый очиститель газа МСВ-84

которые вода выходит тонкими струйками в расположенную ниже камеру 3 поступления неочищенного газа. Сбоку этой камеры имеется патрубок 4 для подвода газа, против которого расположен смотровой люк 5. В днище этой камеры находятся три диффузора 6 большого размера, лежащие на одной оси с центром мелких отверстий 7, для подачи воды из верхней камеры. Газ, поданный в эту камеру, захватывается струйками воды и увлекается в диффузоры, приобретая в них значительную скорость. Струйки воды при этом промывают газ от твердых и смолистых частиц и выбрасывают смесь газа и воды в расположен-

ный под диффузорами цилиндрический сосуд 8. Из последнего промытый газ направляется вверх, а вода переливается через край и падает на днище нижней камеры, откуда по патрубку 9 удаляется из очистителя. Газ же, поднимаясь вверх, встречает на своем пути коническое кольцо 10, завихряется, вследствие чего из него отделяются увлекаемые им частицы воды. При подходе к потолку нижней камеры газ делает два поворота между патрубками 11 и 12 и, наконец, сделав еще один поворот, поступает в газоотводную трубу 13, из которой и удаляется снизу для направления на дальнейшую очистку от влаги в сухой очиститель.

В эксплуатации выявились некоторые недостатки этого очистителя, к которым можно отнести: засорение отверстий 7 при недостаточно чистой воде, значительное газовое сопротивление, повышенную затрату мощности на подачу воды с большим давлением (2 атм.).

Сухой очиститель газа Московской судостроительной верфи МСВ-84. Сухой очиститель Московской судостроительной верфи показан в разрезе на рис. 49. Очищенный в мокром очистителе генераторный газ подводится снизу в сухой очиститель по трубе 1, имеющей в верхней части большое количество отверстий. Над приемной трубой расположен металлический стакан 2, предохраняющий трубу от кокса, служащего для грубой очистки газа от влаги; стакан 2 направляет газ в нижнюю часть очистителя. Оттуда газ поднимается вверх, прохо-

Рис. 49. Сухой очиститель МСВ-84

дит через решетку 3, поддерживающую слой кокса, а затем и через слой последнего. Здесь, как отмечалось выше, газ оставляет наиболее крупные частицы влаги. Для дальнейшей осушки газ направляется через решетку 4, поддерживающую волокнистый слой 5, где задерживаются более мелкие частицы влаги. После такой очистки газ вновь поднимается и, сделав пол оборота, направляется через газоотводную трубу 6 в смеситель, а

Как видно из рис. 49, сухой очиститель может быть легко разобран для смены фильтрующих веществ.

Очистители газа для установки мощностью 120 э. л. с. (ЦНИИВТ). Мокрый очиститель газа (скруббер) для установки

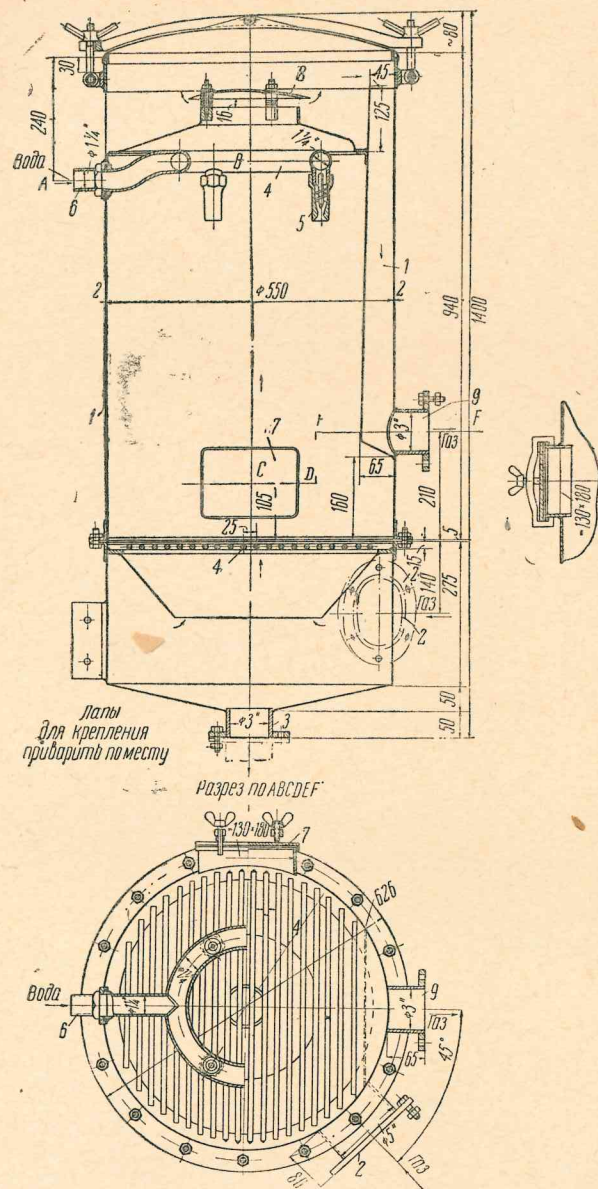


Рис. 50. Очиститель газа для установки 120 э. л. с.

в 120 э. л. с. показан в двух проекциях на рис. 50. Цилиндрический корпус 1 скруббера состоит из двух частей, соединенных болтами. Сбоку нижняя часть скруббера имеет приваренный

патрубок 2 для подвода газа из газогенератора, а в днище находится патрубок 3, через который отработанная в скруббере вода выходит за борт. Решетка 4 поддерживает слой кокса, на который сверху через распылитель 5 подается охлаждающая во-

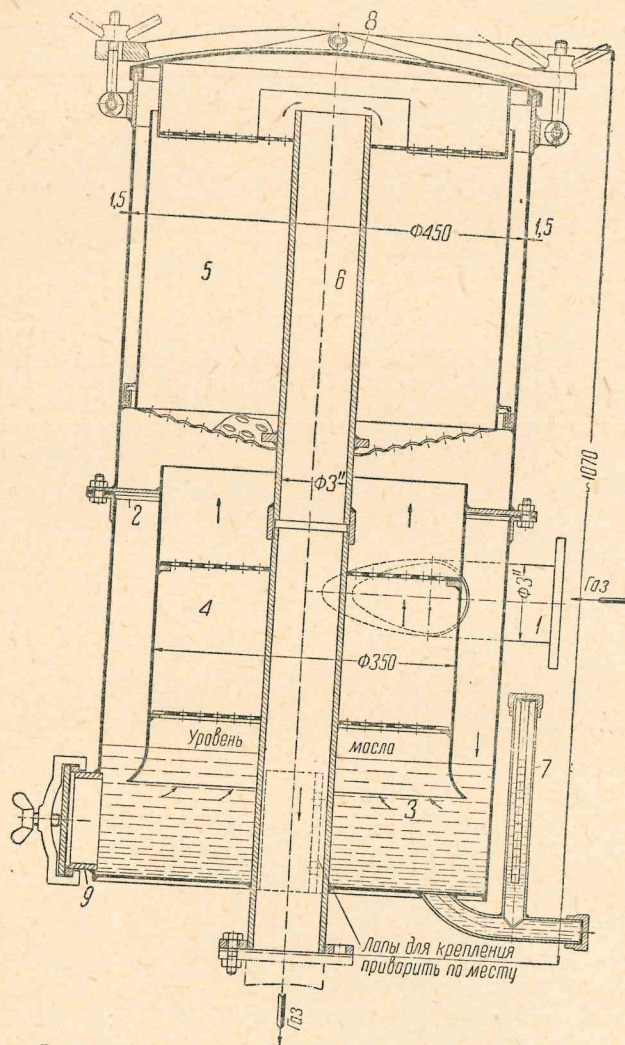


Рис. 51. Сухой очиститель установки 120 э. л. с.

да из трубы 6. Для осмотра внутренней части скруббера и смены кокса в корпусе скруббера есть люк 7. Поступивший через патрубок 2 неочищенный газ высокой температуры проходит через слой орошаемого водой кокса, охлаждается и очищается от примесей; далее газ проходит через каплеотбойник 8, служащий для грубой очистки газа от воды, а затем выходит из

скруббера через патрубок 9 для дальнейшего следования в сухой очиститель.

Сухой очиститель газа для этой установки показан на рис. 51. Он также состоит из двух частей, соединенных с помощью фланцев и болтов 2. Газ поступает в него через патрубок 1, приваренный к нижней части очистителя, проходит через слой масла 3, направляясь затем в нижний фильтр 4 с насадкой из металлической стружки; отсюда газ поднимается в верхний фильтр 5 с мягкой насадкой и затем через патрубок 6 к смесителю. Для спуска загрязненного масла и регулирования его уровня к нижней части очистителя приварен патрубок 7. Верхняя часть очистителя имеет люк 8 для смены насадки и осмотра внутренней части очистителя; нижний люк 9 служит для очистки.

Сухой фильтр для двигателей СТЗ и ХТЗ, изображенный на рис. 52, представляет цилиндрический сосуд 1 с двумя патрубками 2 и 3 для подвода и отвода газа и крышкой, крепящейся к верхней части очистителя нажимной скобой 4. Внутри очиститель имеет две вертикальные перегородки 5 с отверстиями; между этими перегородками помещается мягкая фильтрующая набивка (кенаф). Крышка уплотняется резиновым кольцом.

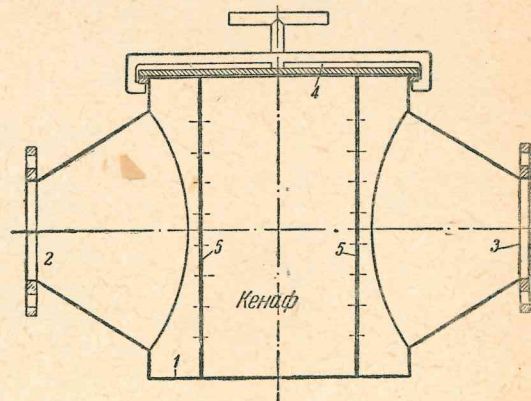


Рис. 52. Сухой фильтр для двигателей СТЗ и ХТЗ

Очиститель газа к установке Лесосудомашстроа мощностью 50 э. л. с. Для охлаждения и грубой очистки газа в этой установке служат также скруббер и фильтр тонкой очистки (тонкий очиститель).

Скруббер показан в двух проекциях на рис. 53. Его корпус 1 состоит из двух частей, соединенных между собой на болтах с помощью фланцев. В нижней части скруббера имеется приваренный к корпусу угольник 2, на котором располагается решетка 3, поддерживающая слой кокса. Загрязненный газ высокой температуры, подлежащий очистке и охлаждению, подводится через патрубок 4 в нижнюю часть скруббера под решетку 3. К днищу приварен патрубок 5 для удаления отработанной воды. Вода для охлаждения газа подается через трубу 6, вваренную сбоку скруббера в верхней его части, оканчивающуюся специальным распылителем 7, отдельно показанным на рис. 54. Под распылителем установлена решетка 8, имеющая вид усеченного конуса. Назначение ее заключается в следующем: вода подается к распылителю под значительным давлением (2—2,5 атм.), и поэтому вылетающие из распылителя струйки (воды)

имеют большую скорость (8—9 м/сек.). Они встречают на своем пути решетчатый конус и, ударяясь о него, раздробляются на мелкие капли, которые равномерно покрывают кокс. Выход очищенного и охлажденного газа производится через патрубок 9, расположенный в верхнем днище очистителя.

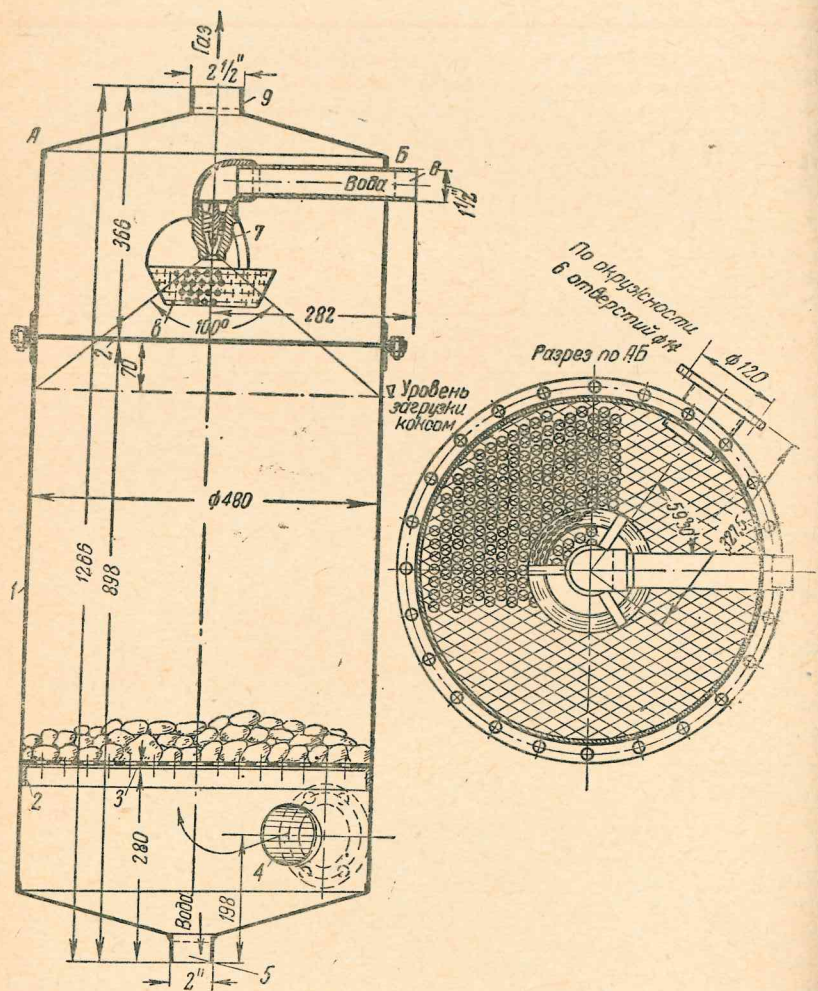


Рис. 53. Скруббер Лесосудомашстроа

Для окончательной очистки газа служит тонкий очиститель, показанный на рис. 55, причем в данной системе для окончательной очистки принят не сухой фильтр, а очистка газа производится водой с последующей подсушкой газа. Устройство и действие этого очистителя заключаются в следующем. Газ из скруббера поступает в верхнюю часть очистителя по патрубку 1.

Он подхватывается струйками воды, вылетающими из распылителя 2, к которому вода подается через патрубок 3. Газ при этом перемешивается с водяной пылью в камере 5 и через узкое сечение корпуса 4 выходит в расширяющуюся часть камеры 6 очистителя, в котором расположены сетки для дополнительного увлажнения газа и изменения его направления (на рисунке направление движения газа показано стрелкой). Окончательно увлажненный газ из камеры 6 попадает в нижнюю часть устройства по трубе 8.

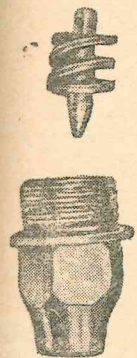


Рис. 54. Распылитель Кертинга

При выходе из этой трубы тонкие частицы воды вместе с увлекаемой ими угольной пылью и водой выходят за борт через патрубок 7, приваренный к днищу очистителя, а газ изменяет свое направление — поднимается, проходит через цилиндрическую часть осушителя 9 и направляется диафрагмой 10 к отражателю 11, при ударе о который оставшиеся частички воды в газе задерживаются в очистителе; затем газ, вновь изменив свое направление, уходит к смесителю через газоотводный патрубок 13.

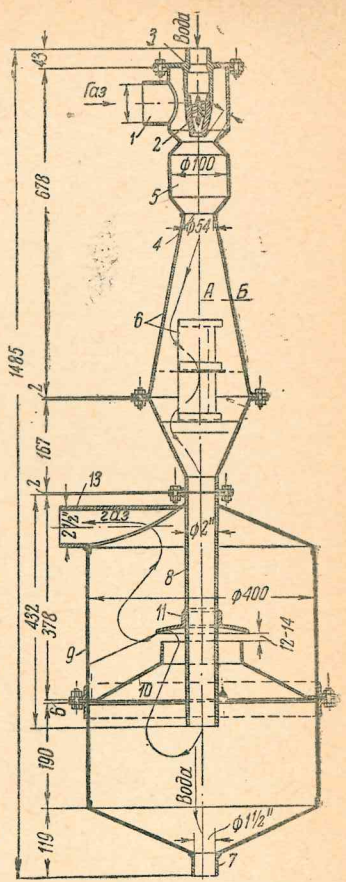


Рис. 55. Тонкий очиститель газа

ОБРАЗОВАНИЕ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ ИЗ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА И ВОЗДУХА. УСТРОЙСТВО СМЕСИТЕЛЕЙ

28. Схема смесителя и его работа

Во время первого такта, при нисходящем ходе поршня, в цилиндре двигателя образуется разрежение. Разность давлений в цилиндре двигателя и давления атмосферы заставляет воздух поступать в газогенератор и проталкивать тем самым полученные в нем газы через слой топлива, трубопроводы, очистители и т. д. Этой же разностью давлений пользуются и для составления рабочей смеси генераторного газа с воздухом. Образование рабочей смеси и регулирование ее пропорции производятся в особом устройстве, называемом смесителем. Схема смесителя и его работа показаны на рис. 56.

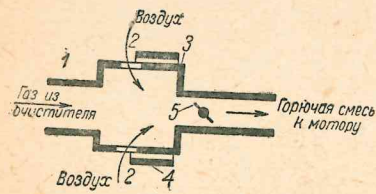


Рис. 56. Схема смесителя

из очистителя по газопроводу 1 и воздух через окна 2 поступают и смешиваются в корпусе смесителя 3. Горючая смесь, поступающая в цилиндр двигателя, должна состоять из определенного количества воздуха и генераторного газа, причем в отдельные периоды работы двигателя соотношения количеств воздуха и газа в смеси должны изменяться. Например, при пуске двигателя или при желании получить повышенную мощность необходимо увеличить в смеси количество генераторного газа за счет некоторого относительного уменьшения воздуха; при малых нагрузках мотора количество генераторного газа в смеси обычно увеличивается для поддержания нормального режима газообразования в генераторе.

Возможность изменения качества горючей смеси — первое требование, ставящееся перед клапаном-смесителем. Для выполнения этого требования (рис. 56) имеется заслонка 4. Сдвигая ее влево, мы уменьшаем сечение для прохода воздуха, увеличивая этим сопротивление для поступления его во всасывающий трубопровод — воздух будет поступать в меньшем количестве, в смеси больше будет генераторного газа или, как говорят, смесь

будет «богаче». При передвижении заслонки вправо проход для воздуха увеличивается, воздух поступает в большем количестве, смесь будет иметь в своем составе большее количество воздуха и относительно меньшее количество генераторного газа, т. е. смесь будет «беднее».

Вторым требованием для клапанов-смесителей является подача в цилиндр большего или меньшего количества горючей смеси по весу.

Регулирование количества смеси, подаваемой в цилиндр двигателя, производится на указанной схеме с помощью дроссельной заслонки 5. Поворотом этой заслонки уменьшается сечение для прохода смеси во всасывающий трубопровод; чем меньше будет проход для горючей смеси, тем больше будет сопротивление для прохода газов и тем больше будет разность давлений с обеих сторон дроссельной заслонки. Смесь, поступающая при этом во всасывающий трубопровод и цилиндр, будет иметь меньшее давление, а следовательно, в цилиндр двигателя поступит меньшее по весу количество смеси, и двигатель даст меньшую мощность. При открытии клапана будет происходить обратное явление — давление смеси, поступающей в цилиндр двигателя, увеличится, и по весу в цилиндр поступит большее количество газов — двигатель будет развивать большую мощность.

29. Типы смесителей

Схема смесителей может иметь различное конструктивное выполнение. Ниже рассмотрим наиболее часто встречающиеся (типовые) клапаны-смесители, применяемые на катерных установках.

Смеситель Московской судостроительной верфи. Смеситель Московской судостроительной верфи показан в двух проекциях на рис. 57. Газ подводится к смесителю по трубе 1 и поступает в смесительную камеру 2, где производится смешение его с воздухом, направляющимся через отверстия 3, расположенные по окружности корпуса смесителя. Регулирование количества подаваемого воздуха производится поворотом обоймы 4 (рис. 58); при совпадении отверстий обоймы с отверстиями для прохода воздуха на корпусе смесителя проход для воздуха будет наибольшим, и рабочая смесь получится бедной. Сдвигом обоймы с помощью ушек 5 на некоторый угол можно уменьшить проход для воздуха и даже совершенно прекратить подачу его внутрь смесителя. За обоймой на пути горючей смеси имеется дроссельный клапан 6, регулирующий количество смеси, подаваемой внутрь цилиндра.

Корпус смесителя имеет патрубок 7, к которому присоединяется карбюратор. Закрыв дроссельный клапан 6, можно перейти на питание мотора смесью паров бензина с воздухом, что и производится при пуске двигателя. Можно также питать мотор смесью генераторного газа с воздухом и парами бензина. Дрос-

сельный клапан 8 служит для регулирования количества подаваемой смеси паров бензина и воздуха.

Расположение бензинового карбюратора показано на рис. 59. Карбюратор устанавливается небольшой величины — для 50-сильного двигателя ЧТЗ применяется карбюратор 30-сильного керосинового двигателя СТЗ; применение карбюратора пони-

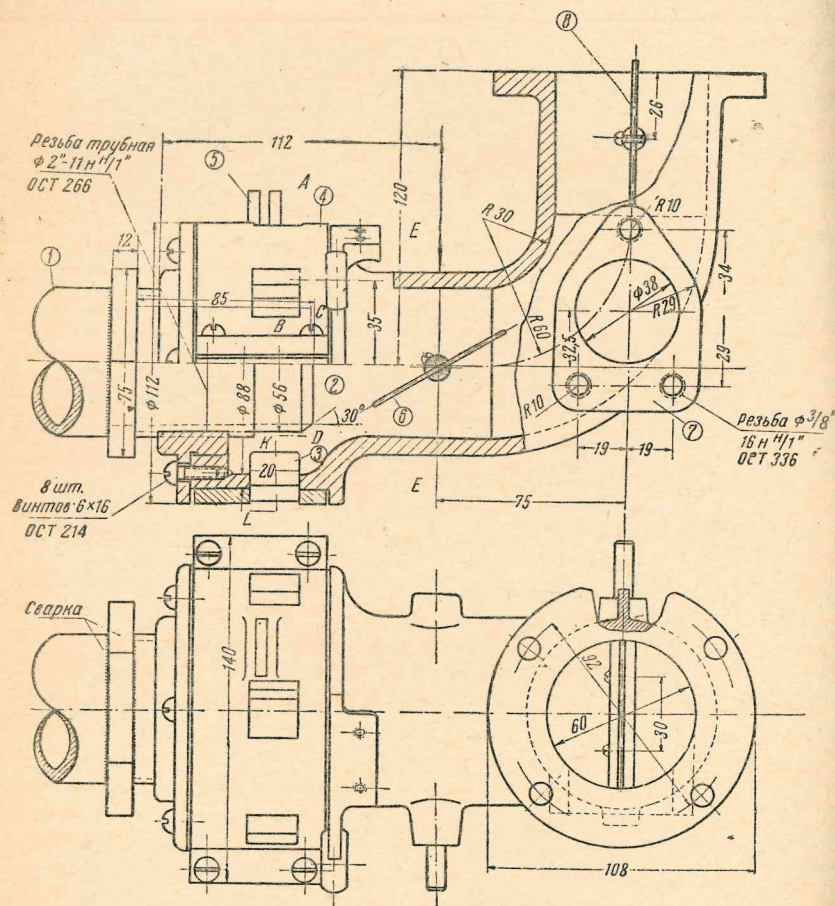


Рис. 57. Смеситель МСВ

женной производительности по сравнению с мощностью двигателя объясняется тем, что при большой производительности его не исключена возможность детонации. За тройником для установки карбюратора есть еще один вспомогательный дроссельный клапан для регулирования работы двигателя на бензине.

Смеситель завода ЧТЗ. Смеситель Челябинского тракторного завода в настоящее время является одним из наиболее распространенных. Схематическое его устройство показано на рис. 60. Генераторный газ подводится к смесителю по патрубку 1, а воз-

дух через патрубок 2, в котором имеется дроссельная заслонка 3, служащая для регулирования количества смеси, подаваемой в двигатель. Патрубок 7 служит для присоединения к смесителю карбюратора 8. Дроссельные заслонки 4 и 9, связанные с общим приводом, служат для переключения мотора с питания генераторным газом на питание жидким топливом или обратно и для питания двигателя одновременно смесью генераторного газа и паров бензина с воздухом. В положении, изображенном на рис. 60, воздух засасывается через заслонку карбюратора 10, проходит через карбюратор 8, насыщаясь там парами бензина, и направляется во всасывающий трубопровод через открытые заслонки 9 и 5 по патрубку 6. При открытии дроссельной заслонки 4 связанная с ней заслонка 9 на карбюраторе закрывается, и этим карбюратор выключается из действия. При открытой за-

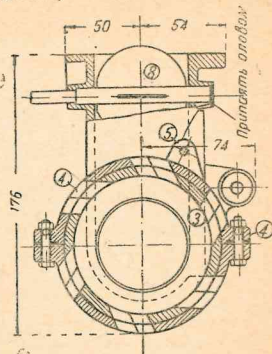


Рис. 58. Смеситель МСВ

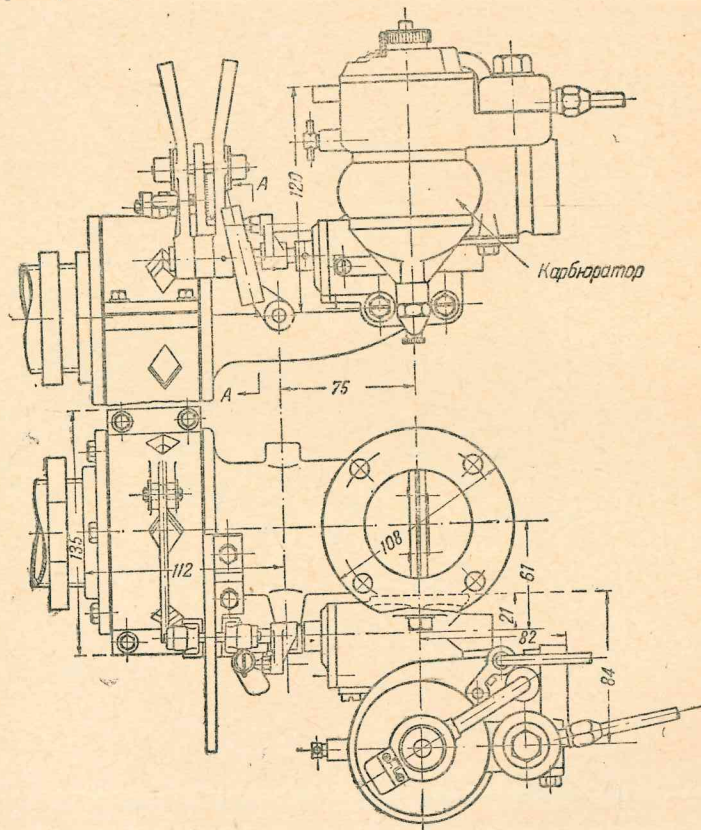


Рис. 59. Смеситель и карбюратор МСВ

слонке 3 воздух пойдет внутрь смесителя по патрубку 2, смешается с газом, поступающим через патрубок 1, и горючая газовая смесь через открытые заслонки 4 и 5 направится к двигателю.

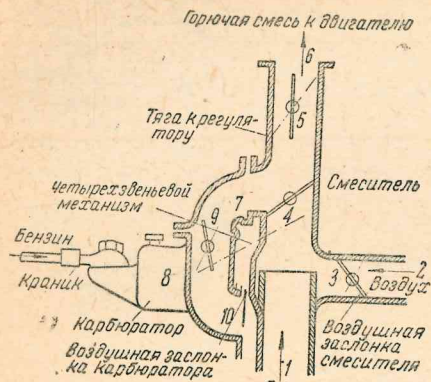


Рис. 60. Смеситель ЧТЗ (схема)

В патрубке 10, присоединяющем карбюратор к смесителю (при пуске двигателя на бензине), имеется еще третья дроссельная заслонка 2 для включения и выключения карбюратора при пуске двигателя в ход. Кроме того на всасывающей воздушной трубе карбюратора есть заслонка 4. Дроссельные клапаны работают следующим образом. Дроссельный клапан 1 регулирует количество подаваемой в двигатель горючей смеси как при работе на бензине, так и при работе на газе; он имеет отдельный привод, показанный в верхней части рисунка. Дроссельные заслонки 2 (карбюратор) и 3 (смеситель газа) служат для перевода двигателя с бензина на газ и обратно. Они связаны между собой системой четырех рычагов с общим приводом (показанным на рис. 61 справа). Взаимное расположение этих дроссельных клапанов при разных режимах двигателя сводится к следующему:

1) при полном закрытии дроссельной заслонки 3 смесителя (двигатель работает на бензине) заслонка карбюратора повернута на 50° и дает проход в двигатель смеси из карбюратора;

2) при полном открытии клапана заслонки 3 (двигатель работает на генераторном газе) дроссельная заслонка 2 полностью закрыта и карбюратор выключается. Заслонка 4 и неполное открытие дроссельной заслонки 2 ограничивают подачу смеси из карбюратора. Дроссельная заслонка 5 служит для подачи определенного количества воздуха, идущего на смешение с генераторным газом, и имеет свой отдельный привод. При работе двигателя на генераторном газе количество и качество газовой смеси, подаваемой в двигатель, регулируется, таким образом, открытием на больший или меньший угол дроссельных заслонок 1 и 5.

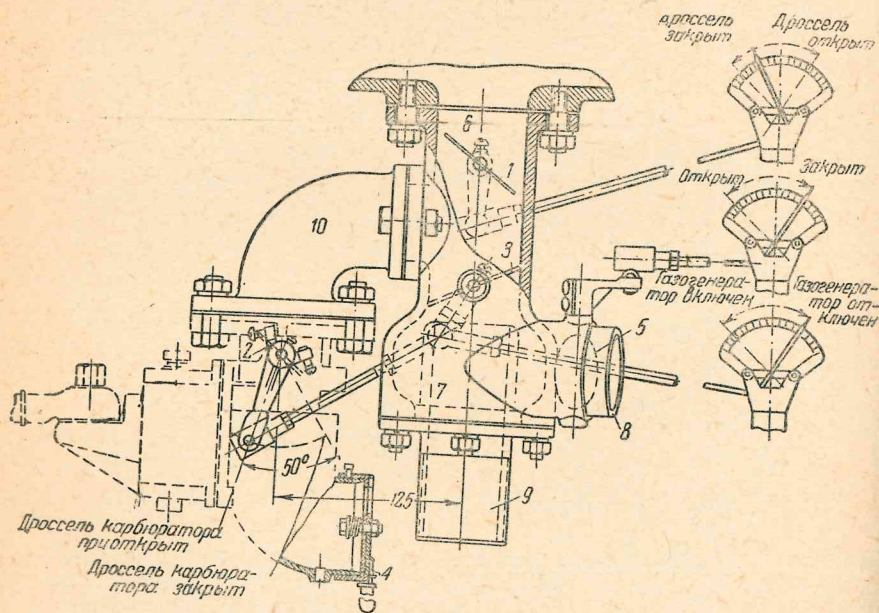


Рис. 61. Смеситель ЧТЗ

дальнейшем хорошее перемешивание с газом после выхода его из кольцевого сечения, образованного корпусом воздушной камеры и газовым патрубком 9. В камере 6, где происходит сме-

шение газа с воздухом, расположена дроссельная заслонка 1, являющаяся общим клапаном как при работе на газе, так и при работе на бензине. Ниже ее установлена вторая дроссельная заслонка 3, служащая для включения и выключения генераторного газа.

В патрубке 10, присоединяющем карбюратор к смесителю (при пуске двигателя на бензине), имеется еще третья дроссельная заслонка 2 для включения и выключения карбюратора при пуске двигателя в ход. Кроме того на всасывающей воздушной трубе карбюратора есть заслонка 4. Дроссельные клапаны работают следующим образом. Дроссельный клапан 1 регулирует количество подаваемой в двигатель горючей смеси как при работе на бензине, так и при работе на газе; он имеет отдельный привод, показанный в верхней части рисунка. Дроссельные заслонки 2 (карбюратор) и 3 (смеситель газа) служат для перевода двигателя с бензина на газ и обратно. Они связаны между собой системой четырех рычагов с общим приводом (показанным на рис. 61 справа). Взаимное расположение этих дроссельных клапанов при разных режимах двигателя сводится к следующему:

1) при полном закрытии дроссельной заслонки 3 смесителя (двигатель работает на бензине) заслонка карбюратора повернута на 50° и дает проход в двигатель смеси из карбюратора;

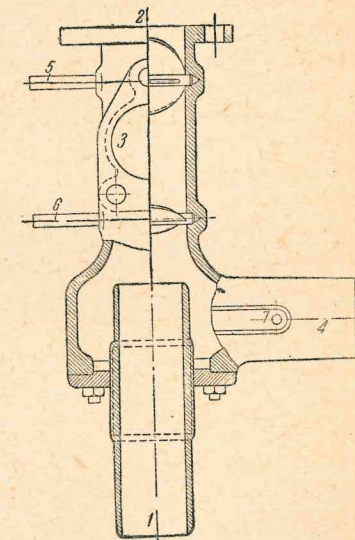


Рис. 62. Смеситель СТЗ и ХТЗ

Смеситель для двигателей СТЗ и ХТЗ. Смеситель для двигателей СТЗ и ХТЗ показан на рис. 62. Генераторный газ подводится к смесителю по патрубку 1, а через патрубок с фланцем 2 к двигателю проходит смесь генераторного газа с воздухом или паров бензина с воздухом из карбюратора, который присоединяется к смесителю на патрубок 3. Воздух для смешения с генераторным газом подается через патрубок 4. Для переключения двигателя с бензина на газ и обратно, а также для регулирования

ния качества и количества подаваемой в мотор смеси генераторного газа с воздухом, смеситель имеет дроссельные клапаны 5, 6 и 7, назначение которых то же, что и у рассмотренного выше смесителя ЧТЗ.

Смеситель газа для вспомогательного двигателя. Смеситель для этого двигателя схематически изображен на рис. 63. Корпус

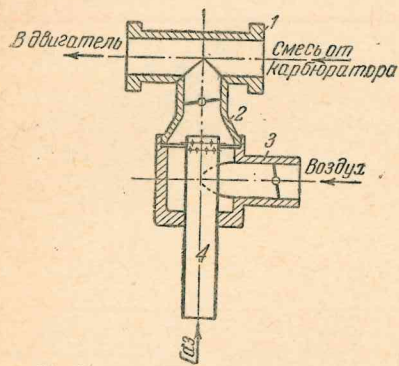


Рис. 63. Смеситель для вспомогательного двигателя

Верхняя часть смесителя соединяется с нижней на резьбе так же, как и вертикальный патрубок, что дает возможность регулировать при сборке смесителя положение выходных отверстий газового патрубка.

Смеситель для двигателя ЧТЗ с непосредственным пуском на газе. Рассмотренные выше смесители предназначались для двигателей, пускаемых в ход на жидком топливе. В последнее время выпускаются газоходы с непосредственным пуском на генераторном газе. Необходимость в карбюраторе при этом отпадает, но смеситель должен иметь патрубок, соединяющий его с вентилятором, устанавливаемым для обеспечения газа в смесителе перед пуском двигателя. Смеситель такого типа показан схематически на рис. 64.

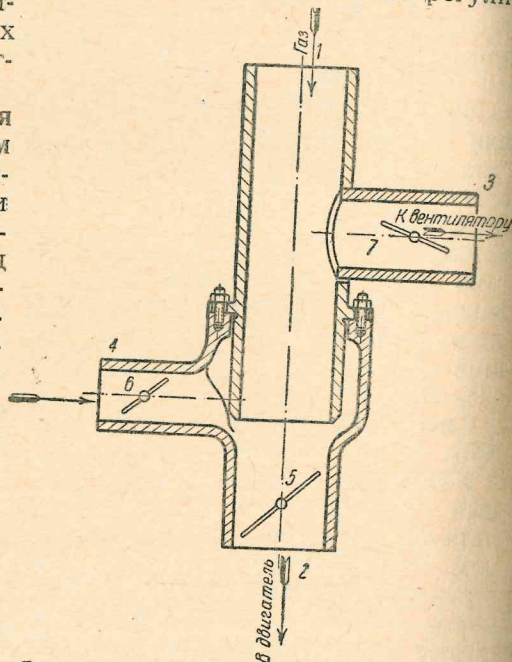


Рис. 64. Смеситель двигателя с пуском на газе

По трубе 1 к нему подается газ. Через патрубок 2 горячая смесь, составленная из генераторного газа, поступившего по трубе 1, и воздуха, поступающего через патрубок 4, подается к двигателю. Патрубок 3 служит для присоединения вентилятора, имеющего электропривод. Перед пуском двигателя в ход при закрытых дроссельных заслонках 5 и 6 заслонка 7 открывается и газ из системы газопроводов направляется к вентилятору. Когда газ заполнит смеситель, заслонка 7 закрывается и в момент пуска открывается дроссель 5 (смесь на двигатель) и открывается дроссель 6 для подачи воздуха.

ДВИГАТЕЛИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ГЕНЕРАТОРНОМ ГАЗЕ

30. Рабочий цикл двигателей

Двигатели газоходов как главные, так и вспомогательные являются четырехтактными двигателями внутреннего сгорания простого действия, работающими по циклу Отто. Главнейшими деталями подобного двигателя, показанного на рис. 65 в четырех положениях, являются: 1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — поршне-

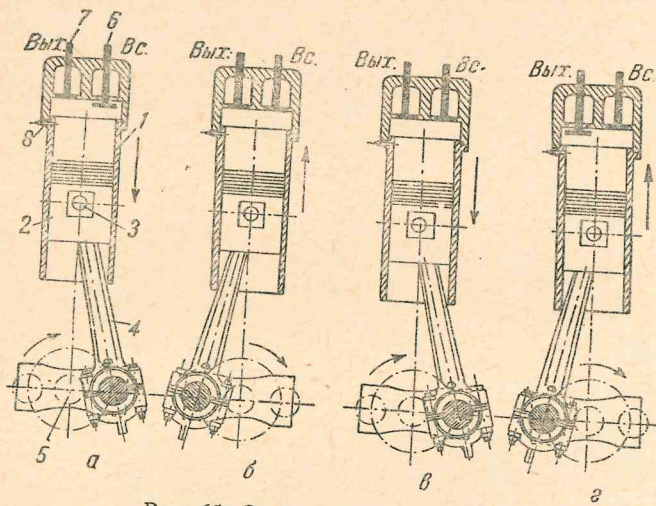


Рис. 65. Схема работы двигателя

вой палец; 4 — шатун; 5 — коленчатый вал; 6 — всасывающий клапан; 7 — выхлопной (выпускной) клапан; 8 — свеча.

Работа четырехтактного двигателя происходит следующим образом.

1. При нисходящем ходе поршня (рис. 65а) через открытый всасывающий клапан 6 в цилиндр поступает рабочая смесь генераторного газа с воздухом. Поступление рабочей смеси внутрь цилиндра происходит вследствие того, что при движении поршня вниз в цилиндре образуется разреженное пространство.

Этот первый нисходящий ход поршня, заряжающий цилиндр рабочей смесью, называется ходом всасывания, или первым тактом.

2. При дальнейшем вращении коленчатого вала поршень начинает свой восходящий ход и всасывающий клапан 6 закрывается. При движении поршня вверх объем над поршнем будет уменьшаться и поступившая за первый такт внутрь цилиндра рабочая смесь будет сжиматься. При этом давление рабочей смеси и ее температура будут постепенно повышаться. Этот второй ход поршня снизу вверх носит название хода сжатия, или второго такта (рис. 65б).

3. В конце второго такта, когда поршень почти достигает своего крайнего верхнего положения, сжатая и нагретая смесь газов воспламеняется от электрической искры, проскакивающей через свечу 8. Горючая смесь взрывается и химическая энергия ее переходит в тепловую, вследствие чего температура и давление газов внутри цилиндра резко повышаются. Под действием давления газов поршень движется вниз, производя механическую работу вращения коленчатого вала двигателя и соединенного с ним движителя. Этот нисходящий, третий по счету, ход поршня называется рабочим ходом, или третьим тактом.

При нисходящем движении поршня во время третьего такта объем над поршнем постепенно увеличивается, а давление газов и их температура внутри цилиндра вследствие этого постепенно понижаются — заключенная в газах тепловая энергия уменьшается, переходя в механическую работу. Рабочий ход поршня (рис. 65в), как и предыдущий ход поршня, происходит при закрытых клапанах.

4. В конце рабочего хода, когда давление газов упадет до незначительной величины, открывается выпускной (выхлопной) клапан 7 и отработанные газы начинают выходить из цилиндра. Поршень вновь начинает свой восходящий ход и выталкивает отработанные газы из цилиндра через открытый клапан 7. Последний, четвертый ход поршня называется ходом выпуска, или четвертым тактом (рис. 65г).

При дальнейшем вращении вала описанный процесс повторяется в той же последовательности.

Крайнее верхнее положение поршня называется верхним мертвым положением, или положением верхней мертвой точки (в. м. т.); соответственно, крайнее нижнее положение поршня будет называться положением нижней мертвой точки (н. м. т.). При работе двигателя поршень переходит мертвое положение по инерции и стоит ему лишь немного от него отклониться, как сжатые газы в начале рабочего хода сейчас же дадут движущую силу, которая через шатун и колено вала даст последнему вращательное движение.

При наивысшем положении поршня объем цилиндра над ним будет наименьшим. Пространство над поршнем займет сжатая

смесь. Отношение наибольшего объема над поршнем (нижнее мертвое положение) к наименьшему носит название степени сжатия.

Степень сжатия имеет очень большое значение для работы двигателя.

С увеличением степени сжатия коэффициент полезного действия двигателя и его мощность при том же числе оборотов увеличиваются. Однако, для каждого типа двигателей степень сжатия может быть увеличена лишь до определенной величины. Наименьшую степень сжатия (4—4,5) имеют бензино-керосиновые двигатели, работающие на легких сортах жидкого топлива. Для газовых двигателей степень сжатия может быть значительно повышена по сравнению с бензино-керосиновыми двигателями. Двигатели Дизеля, у которых сжимается не газовая смесь, а чистый воздух, степень сжатия может быть взята еще большей величины (до 16).

Рабочая смесь генераторного газа с воздухом имеет значительно меньшую теплотворную способность, чем рабочая смесь паров жидкого топлива с воздухом, применяемая для моторов, работающих на легком жидком топливе.

Рабочая смесь генераторного газа с воздухом имеет теплотворную способность около 500—600 кал/м³, в то время как у паров жидкого топлива она достигает 800—900 кал/м³. Это является первой и основной причиной снижения мощности двигателя при переводе его с питания жидким топливом на генераторный газ, так как при имеющемся объеме цилиндра газовая смесь вносит в него меньшее количество тепла.

Кроме того для работы газогенераторов и системы очистителей во всасывающем патрубке двигателя разрежение должно быть несколько большим по сравнению с двигателями, работающими на жидком топливе. Это также отрицательно сказывается на мощности двигателя, так как в имеющийся объем цилиндра при ходе всасывания подается меньшее по весу количество смеси.

Смесь генераторного газа с воздухом сгорает медленнее, чем смесь паров жидкого топлива, вследствие чего она в быстрходных двигателях не всегда успевает полностью сгореть в начале рабочего хода, что тоже приводит к понижению мощности двигателя.

При переводе двигателей с жидкого топлива на генераторный газ вследствие указанных причин мощность может упасть на 35% и более.

Одним из основных способов повышения мощности двигателей, работающих на газе, является повышение степени сжатия. Благоприятное влияние увеличения степени сжатия характеризуется следующими величинами:

Степень сжатия	5	7	9
Уменьшение мощности газового двигателя в %, взятое к мощности двигателя, работающего на бензине	35—38	29—30	20—21

При переделках бензиновых и керосиновых моторов на газовые увеличение степени сжатия наиболее часто достигается тем, что крышку цилиндра снизу несколько срезают; объем камеры сжатия при этом уменьшается и степень сжатия увеличивается (рис. 66). На рис. 66 срезаемая часть показана пунктиром. В некоторых случаях с этой целью меняют поршень (двигатель СТЗ).

При переделках двигателя Дизеля для работы на газе уменьшение степени сжатия может производиться несколькими путем — уменьшением толщины компрессионной прокладки на шатуне, что схематически показано на рис. 67, где справа видно положение для дизеля и слева — для газового двигателя. На рис. 67 также обозначены: 1—цилиндр; 2—поршень; 3—шатун; 4—компрессионная прокладка; 5 — коленчатый вал; 6—прокладки мотылевого подшипника; h и h_1 — высота камеры сжатия.

Примерные величины степени сжатия различных двигателей приведены в табл. 14.

Начало и конец всасывания, начало сжатия, а также начало и конец выпуска у четырехтактных двигателей не совпадают с верхним или нижним мертвыми положениями, причем воспла-

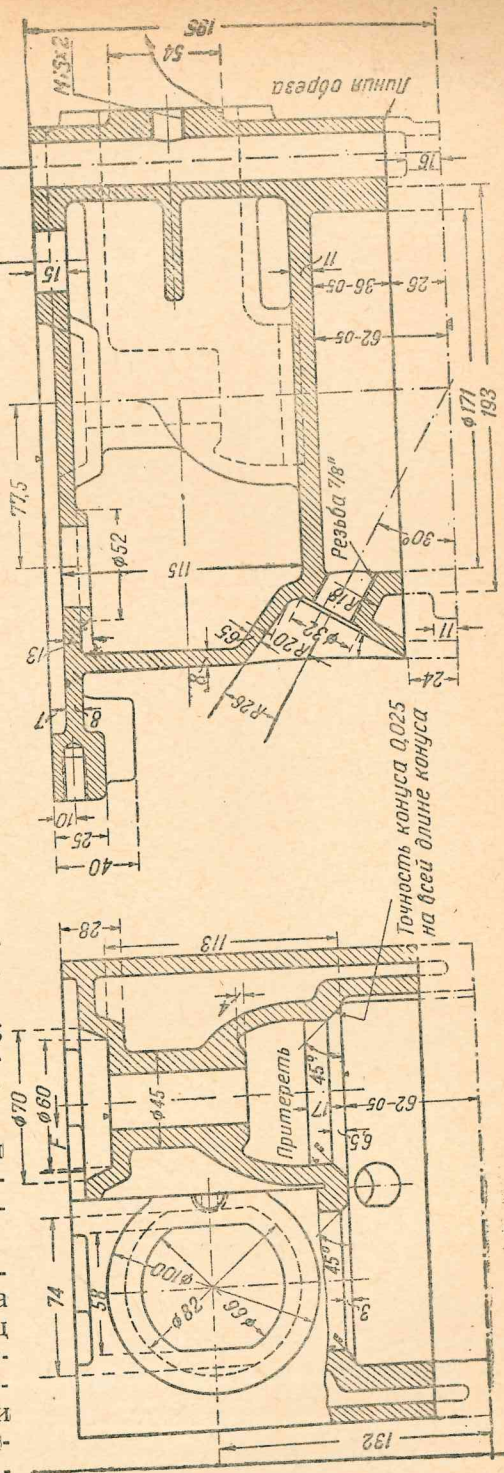


Рис. 66. Срез крышки цилиндра для увеличения степени сжатия

Степень сжатия для различных двигателей

Таблица 14

Тип двигателя	Степень сжатия	Тип двигателя	Степень сжатия	
I. Бензино-керосиновые:		II. Газовые, переделанные из дизельных:		
	СТЗ, ХТЗ		СТЗ, ХТЗ	6,0—7,0
	ЗИС		СТЗ	6,0—7,0
	ЧТЗ		ЧТЗ	6,0—7,0
		III. Газовые судовые и тракторные моторы СГ, МГ-17, МГС-17	7,85—8,0	

менение горючей смеси производится до достижения поршнем верхней мертвой точки. Это объясняется следующим: в конце хода всасывания, когда поршень находится в нижнем мертвом положении, в цилиндре над поршнем будет находиться смесь в несколько разреженном состоянии, так как на ее пути в цилиндр имеется сопротивление в виде клапанов, трубопроводов и т. д. Переходя через нижнее мертвое положение, поршень начинает подниматься сначала сравнительно медленно, и разрежение над ним еще сохраняется. Этим пользуются, оставляя всасывающий клапан еще открытым, что соответствует некоторому углу поворота вала. Вследствие этого в цилиндр поступает еще некоторое добавочное количество рабочей смеси, что увеличивает мощность двигателя.

Всасывающий клапан закрывается всегда после прохождения поршнем нижней мертвой точки.

После закрытия всасывающего клапана при дальнейшем ходе поршня вверх поступившая в цилиндр смесь сжимается.

Взрыв горючей смеси происходит не мгновенно, а на это требуется некоторое количество времени (очень короткое — тысячные доли секунды), поэтому у быстроходных двигателей воспламенение смеси всегда начинается раньше, чем поршень при ходе сжатия займет наивысшее положение, с тем чтобы в верхнем положении поршня давление сгоревших газов было наивысшим. Зажигание, таким образом, имеет опережение тем большее, чем быстроходнее двигатель и медленнее воспламенение смеси. При малом числе оборотов, например, во время пуска двигателя, вследствие большого опережения зажигания, смесь может полностью сгореть до прихода поршня в мертвое положение, и развившимся давлением газы могут повернуть газ в другую сторону (обратный удар). При ручном пуске это может

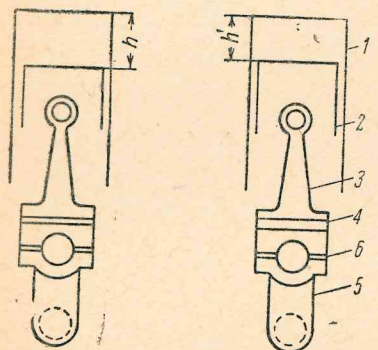


Рис. 67. Изменения компрессионной прокладки

привести к ранению моториста; поэтому при пуске двигателя дают позднее зажигание (после того как поршень перейдет верхнюю мертвую точку). В силу указанных причин двигатель должен иметь устройство для регулирования момента воспламенения смеси. Для выпуска отработанных газов требуется значительное время, поэтому открытие выпускного клапана мотора начинается до прихода поршня в нижнее положение. Выпускной клапан открывается всегда раньше нижней мертвой точки.

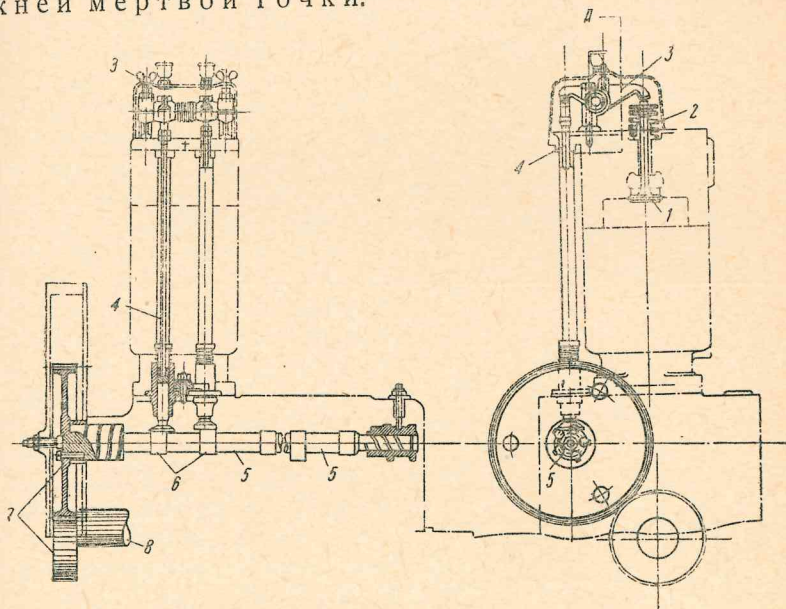


Рис. 68. Газораспределительный механизм ЧТЗ

Своевременное открытие и закрытие всасывающего и выпускного клапанов в двигателях осуществляются с помощью газораспределительного механизма, главнейшими деталями которого являются (рис. 68): 1—газораспределительные клапаны; 2—пружины клапанов; 3—траверсы (коромысла); 4—толкатели; 5—распределительный валик с кулачками 6; 7—привод распределительного валика (зубчатая передача) от коленчатого вала 8 двигателя.

Клапаны закрываются при помощи пружин. Пружины должны иметь достаточную, но не излишнюю упругость.

Вследствие недостаточной упругости пружины клапаны могут остаться открытыми при низком давлении в цилиндре и этим нарушить правильность газораспределения, излишняя же упругость пружины приводит к усиленному износу клапанов и их седел.

Своевременное открытие клапанов осуществляется нажимом кулачка распределительного вала при его вращении на толка-

тель клапана, поднимающего одно плечо коромысла; другой конец коромысла в это время нажимает на хвост клапана и открывает его, сжимая пружину. Положение клапана в открытом состоянии на заданном угле поворота вала осуществляется тем, что кулачок имеет специально рассчитанный профиль (рис. 69). При сходе кулачка с толкателя пружина клапана закрывает его. Между толкателем клапана и коромыслом при закрытом клапане всегда оставляется небольшой зазор для того, чтобы быть уверенным в полном закрытии клапана. Этот зазор должен иметь

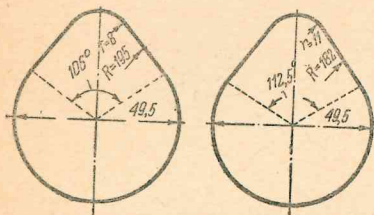


Рис. 69. Профиль всасывающего и выпускного кулачков двигателя «Сталинец-60» ЧТЗ

определенную величину, которая дается заводом-строителем. При увеличенном зазоре нарушается газораспределение (клапан открывается позже, закрывается раньше, ход его меньше) и увеличивается износ деталей газораспределительного механизма вследствие возникающих ударов при набегании кулачков.

В четырехтактном двигателе рабочий процесс происходит за два оборота коленчатого вала, и за это время каждый клапан должен один раз открыться и один закрыться; иначе говоря, за два оборота коленчатого вала кулачок распределительного вала должен подойти к толкателю один раз, и, следовательно, распределительный вал должен сделать один оборот за два оборота коленчатого вала. Это осуществляется тем, что зубчатое колесо привода, сидящее на распределительном валу, имеет диаметр в два раза больший по сравнению с соединенным с ним зубчатым колесом коленчатого вала.

31. Охлаждение двигателя

При сгорании рабочей смеси и последующем ее воспламенении в цилиндрах двигателей развиваются очень высокие температуры и тепло в значительном количестве передается стенкам цилиндров, их крышкам и днищу поршня. Для избежания высокого нагревания этих деталей и сгорания смазки между поршнем и цилиндром стенки цилиндров и крышки двигателей имеют полости, в которых циркулирует охлаждающая вода. Вода относительно низкой температуры подается под давлением в нижнюю часть зарубашечного пространства, поднимается, переходит в крышку цилиндра, а затем, нагревшись, уходит из нее за борт или в специальную цистерну.

Температуры входящей в двигатель воды и воды, выходящей из двигателя, указываются в заводских инструкциях. Как понижение температуры охлаждающей воды, так и повышение ее за пределы, указанные в инструкции, вредно отражаются на работе двигателей. Высокая температура воды ведет к перегреву крышки и цилиндра двигателя; низкая температура — к неравномер-

ному охлаждению и возникновению температурных напряжений. Поэтому на газоходах стремятся обеспечить постоянную температуру входящей воды, подавая в цилиндры смесь забортной холодной воды с нагретой отработанной водой, как это было показано на рис. 13. Подача воды в двигатель осуществляется специальным насосом, приводимым в действие самим же двигателем.

32. Смазка

Даже на очень хорошо отшлифованных металлических поверхностях машинных частей при рассмотрении их под микроскопом хорошо видны многочисленные впадины и выступы. При движении трущихся поверхностей выступы одной поверхности, попадая во впадины другой, вызывают скалывание отдельных кусков или смятие их неровностей, на что затрачивается работа трения. На трение иногда тратится очень значительная работа, вызывающая лишнюю затрату энергии; кроме того от трения нагреваются трущиеся детали двигателя. Вся работа, затрачиваемая на трение отдельных деталей, носит название «потери на трение», или «механические потери».

Трение бывает двух видов — трение скольжения и трение качения.

Трение скольжения возникает в тех случаях, когда поверхность одной детали движется параллельно поверхности другой. Примером такого трения является движение поверхности шейки вала во вкладыше подшипника, поршня в цилиндре, ползуна по параллели машины и т. д.

Трение качения возникает в тех случаях, когда одна деталь катится по другой, например, шарик подшипника по обойме, колесо по дороге или рельсу и т. п.

В первом случае — при трении скольжения — соприкасаются большие поверхности деталей, создавая условия для большого количества зацепления неровностей; при трении качения, когда соприкосновение двух деталей происходит теоретически в одной точке или по линии, практическая поверхность зацепления a гораздо меньше, чем обеспечиваются условия лучшего выхода выступов одной детали из впадин другой (рис. 70). Трение качения требует значительно меньшего расхода энергии. Известно, что перемещение груза по дороге волоком значительно тяжелее, чем перемещение его на тачке, тележке и т. п.

В технике борьба с механическими потерями на трение ведется следующими путями: применением смазки, заменой, где это возможно, обычных подшипников скольжения роликовыми или шариковыми подшипниками и тщательной обработкой трущихся поверхностей.

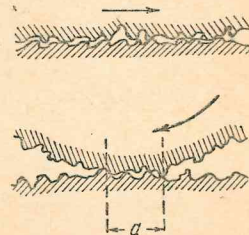


Рис. 70. Трение скольжения и качения

Смазка заменяет трение твердых тел трением жидкости, а так как силы сцепления между частицами жидких тел намного меньше, нежели у твердых, то и работа на трение в последнем случае будет гораздо меньше. С этой целью между трущимися частями машин вводится слой смазки достаточной толщины, чтобы избежать взаимного соприкосновения выступов трущихся поверхностей.

Слой смазки у трущейся поверхности А (рис. 71) вследствие прилипания имеет скорость движения, равную скорости движения самой детали. Слой масла у неподвижной поверхности В по той же причине остается неподвижным. В остальных же слоях

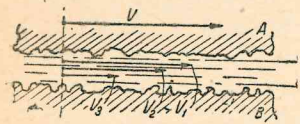


Рис. 71. Действие смазки

скорости V_1 , V_2 и V_3 слоев масла постепенно уменьшаются, как показано на рисунке, и, таким образом, трение двух твердых поверхностей заменяется трением частиц жидкой смазки.

Всякий смазочный материал должен обладать двумя основными свойствами — липкостью и вязкостью. Липкостью называется в данном случае свойство смазки прилипать к трущимся поверхностям деталей и увлекаться последними при их движении, чем и обеспечивается наличие слоя смазки между трущимися поверхностями. Под вязкостью смазки понимается величина сил сцепления между частицами смазки. Достаточная вязкость смазки является обязательной для того, чтобы под давлением трущихся поверхностей она не выжималась ими. Кроме того смазочные материалы не должны изменять своих свойств в пределах изменения температур, при которых работают данные детали, и не должны действовать на обработанные детали химически (разъедание).

Основным правилом для выбора того или иного смазочного материала является следующее: чем хуже обработаны трущиеся поверхности, меньше скорость движения их одна по другой, больше давление между поверхностями и выше температура этих деталей, тем более вязкие сорта смазки следует применять, и, наоборот, при хорошо обработанных поверхностях, работающих с большой скоростью при сравнительно невысоких температурах и небольших давлениях, следует применять менее вязкие сорта смазки.

Излишняя вязкость смазки ведет к увеличению потерь от трения, а недостаточная — к выжиманию смазки и «горению» подшипников и других деталей.

Главнейшими требованиями, предъявляемыми к смазочным маслам газовых двигателей, являются следующие:

- 1) определенная вязкость;
- 2) однородность состава;
- 3) при сильном нагревании масло должно сгорать с наименьшим количеством твердых остатков (без образования нагара);

- 4) температура воспламенения не должна быть ниже 200°C ;
- 5) масло не должно застывать при пониженной температуре, так как в противном случае запуск мотора с холодного состояния сильно затрудняется;
- 6) масло не должно иметь примесей грязи, воды и содержать кислот.

Этим условиям для двигателей СТЗ и ЧТЗ довольно хорошо удовлетворяют смазочные масла — автолы, характеристика которых приведена в табл. 15.

Таблица 15

Название	Удельный вес при 20°C не выше	Температура вспышки (по Бреннеру) не ниже	Вязкость при 50°C (по Энглеру) не выше	Температура застывания в $^{\circ}\text{C}$ не выше
Автол 8 . . .	0,914	190	8—9	—8
Автол 10 . . .	0,920	200	11	—5
Автол 18 . . .	0,926	215	18	0

Для работы в летнее время рекомендуется автол 18, и лишь при пониженной температуре машинного отделения (ранняя весна, поздняя осень) следует пользоваться более легкими сортами смазки. Эти смазочные материалы употребляются для подачи их в картер двигателя, для смазки траверс клапанов и т. п. Для смазки магнето, динамомашин, электромоторов, стартеров применяются более легкие сорта масла — костяное, веретенное или сепаратное, а для подшипников валовой линии, зубчатых колес редукторов — машинные масла или мази (солидол и т. п.). Для смазки двигателей МГ-17 рекомендуются специальные смеси авиационных и машинных масел.

33. Устройство и работа двигателей СТЗ и ХТЗ

Тракторные двигатели СТЗ и ХТЗ, одинаковые по конструкции, строятся Сталинградским тракторным заводом и Харьковским тракторным заводом. Эти двигатели, кроме тракторов, получили довольно широкое распространение и для других силовых установок; в частности, значительное количество разных катеров оборудовано двигателями СТЗ и ХТЗ. Они находят применение и для газоходов.

Двигатели СТЗ и ХТЗ — четырехтактные, четырехцилиндровые, имеют диаметр цилиндров 115 мм и ход поршня 152 мм. Число оборотов их при полной нагрузке составляет 1050 в минуту. Двигатель ХТЗ в продольном и поперечном разрезе показан на рис. 72 и 73.

Основной частью двигателя является блок-картер 1, к которому крепятся все остальные главные части мотора. Верхняя часть блок-картера образует рубашки цилиндров, в которые вставляются рабочие втулки 2 цилиндров. Между рабочими втулками цилиндров и верхней частью блок-картера циркулирует вода, охлаждающая цилиндры. В нижней части втулки имеется уплотнение, не позволяющее воде проникать в нижнюю часть

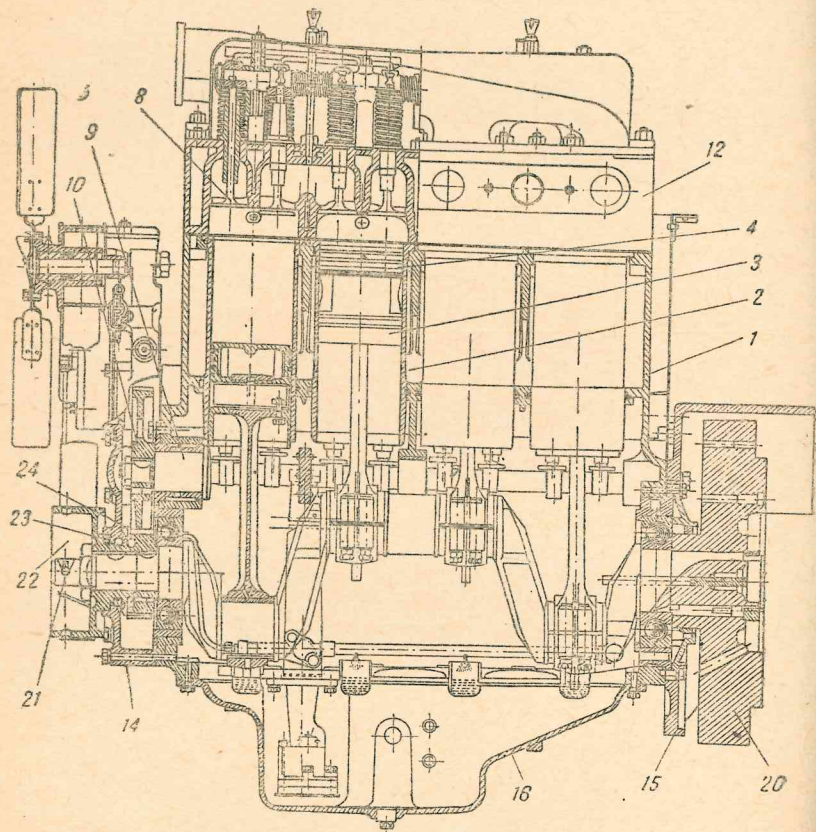


Рис. 72. Двигатель СТЗ—ХТЗ (продольный разрез)

картера, где расположен коленчатый вал. Внутри рабочих втулок ходят поршни 3 с четырьмя поршневыми кольцами 4, препятствующими побегу газов из верхней части цилиндра в картер. Для соединения с шатуном поршни имеют поршневые пальцы 5 (рис. 73), с которыми соединяются верхние головки шатунов 6. Нижние головки шатунов соединяются с шейками коленчатого вала 7. Последний лежит в двух съемных шариковых подшипниках; два средних его колена лежат на одной оси и расположены под углом в 180° по отношению к двум крайним коленам вала. Таким образом, когда поршни двух средних цилиндров на-

ходятся в верхнем мертвом положении, два поршня крайних цилиндров стоят в нижнем. На задней (кормовой для катера) части вала укреплен маховик 20. Нижняя часть блок-картера плотно закрывается корытообразной крышкой 16 с углублением для сбора отработанного масла, откуда оно забирается масляным насосом 11 для дальнейшего использования. Сбоку цилиндров, (около нижней части их, расположен распределительный вал 9, на котором имеются кулачки, служащие для подъема (открытия) всасывающих и выхлопных клапанов с помощью толкателей и траверсы. Распределительный вал получает движение от главного вала через зубчатую передачу 10. Клапан 8 двигателя с пружинами, траверсами и стойками расположен в крышке 12 цилиндра, общей для всех четырех цилиндров двигателя. Крышка цилиндров крепится к блок-картеру болтами. Между крышкой цилиндров и блок-картером имеется прокладка 13 для создания плотности этого соединения. Пружины клапанов и верхняя часть газораспределительного устройства закрыты общим для всех четырех цилиндров кожухом. Рабочая смесь подводится к цилиндрам по общему всасывающему трубопроводу 18, а отработанные газы выходят через газовыхлопной коллектор 19. Со стороны всасывающего трубопровода установлен карбюратор 17, а с противоположной стороны — магнето. Снизу к передней и задней частям блок-картера присоединены балки 14 и 15, которыми двигатель укреплен на машинном фундаменте. Кроме того на рис. 72 и 73 обозначено: 19—патрубок, отводящий воду; 21—штифт для пусковой рукоятки; 22—шкив; 23—сальник; 24—маслоотражательная шайба.

ходятся в верхнем мертвом положении, два поршня крайних цилиндров стоят в нижнем. На задней (кормовой для катера) части вала укреплен маховик 20. Нижняя часть блок-картера плотно закрывается корытообразной крышкой 16 с углублением для сбора отработанного масла, откуда оно забирается масляным насосом 11 для дальнейшего использования. Сбоку цилиндров, (около нижней части их, расположен распределительный вал 9, на котором имеются кулачки, служащие для подъема (открытия) всасывающих и выхлопных клапанов с помощью толкателей и траверсы. Распределительный вал получает движение от главного вала через зубчатую передачу 10. Клапан 8 двигателя с пружинами, траверсами и стойками расположен в крышке 12 цилиндра, общей для всех четырех цилиндров двигателя. Крышка цилиндров крепится к блок-картеру болтами. Между крышкой цилиндров и блок-картером имеется прокладка 13 для создания плотности этого соединения. Пружины клапанов и верхняя часть газораспределительного устройства закрыты общим для всех четырех цилиндров кожухом. Рабочая смесь подводится к цилиндрам по общему всасывающему трубопроводу 18, а отработанные газы выходят через газовыхлопной коллектор 19. Со стороны всасывающего трубопровода установлен карбюратор 17, а с противоположной стороны — магнето. Снизу к передней и задней частям блок-картера присоединены балки 14 и 15, которыми двигатель укреплен на машинном фундаменте. Кроме того на рис. 72 и 73 обозначено: 19—патрубок, отводящий воду; 21—штифт для пусковой рукоятки; 22—шкив; 23—сальник; 24—маслоотражательная шайба.

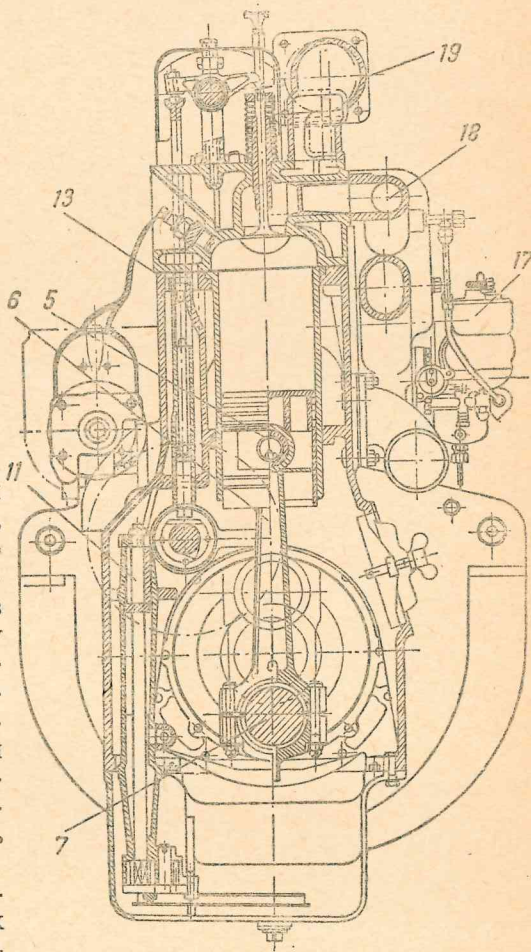


Рис. 73. Двигатель СТЗ—ХТЗ (поперечный разрез)

Газораспределение. Двигатель работает на четыре такта (всасывание смеси, сжатие ее, воспламенение и рабочий ход и, наконец, выхлоп); как было сказано, практически выполненная схема работы газов несколько отличается от теоретической в том отношении, что начало и конец всасывания, сжатия и расширения газов не совпадают с мертвыми положениями поршня, а несколько смещены. Так, всасывание начинается не в момент нахождения поршня в верхнем мертвом положении, а несколько позже, когда вал даст поворот в 10° . Начало сжатия запаздывает на 40° , рабочий ход заканчивается ранее — тогда, когда средняя линия шейки колена вала составляет с осью цилиндра угол в 50° ; в этот момент открывается выпускной клапан и начинается выхлоп, который заканчивается за верхней мертвой точкой при открытии всасывающего клапана, — на 10° после верхней мертвой точки.

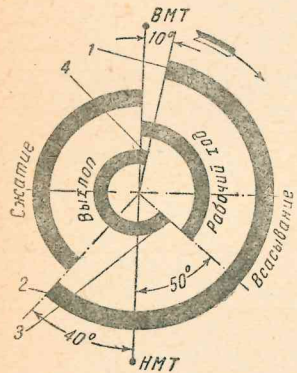


Рис. 74. Круговая диаграмма двигателя СТЗ

На рис. 74 показана круговая диаграмма двигателя с указанием начала открытия и закрытия каждого из клапанов двигателя. Двигатель СТЗ имеет четыре цилиндра. Для того чтобы машина работала равномерно, колена и кулачки распределительного вала расположены таким образом, чтобы по возможности при любом положении вала в одном из цилиндров происходил рабочий ход, а в трех остальных нерабочие такты (всасывание, сжатие, выхлоп). В табл. 16 показано, что происходит в каждом из четырех цилиндров при разных положениях коленчатого вала.

Таблица 16
Порядок работы цилиндров двигателей СТЗ, ХТЗ и ЧТЗ

Обороты коленчатого вала	Ц и л и н д р ы				
	первый	второй	третий	четвертый	
Первый оборот	1-й полуоборот	Рабочий ход	Выхлоп	Сжатие	Всасывание
	2-й полуоборот	Выхлоп	Всасывание	Рабочий ход	Сжатие
Второй оборот	3-й полуоборот	Всасывание	Сжатие	Выхлоп	Рабочий ход
	4-й полуоборот	Сжатие	Рабочий ход	Всасывание	Выхлоп

Своевременное открытие и закрытие клапанов двигателя осуществляются деталями, показанными на рис. 75. Коленчатый вал 11 двигателя через пару зубчатых колес 2—9 дает вращение распределительному валу 1 с находящимися на нем кулачками 3. На распределительном валу имеются кулачки — по одному на

каждый клапан двигателя. Против каждого кулачка установлен толкатель 4, лежащий в направляющей втулке 5. Толкатель соединен со штангой толкателя 6, верхняя часть которой может упираться в один конец двуплечего рычага (коромысла) 8, имеющего точку качания на стойке 7; другой конец коромысла соединен с хвостом клапана 13, который открывается вниз и поднимается в закрытом состоянии пружиной 12. Когда против толкателя находится цилиндрическая часть распределительного вала, толкатель стоит в нижнем положении, пружина клапана закрывает клапан, хвост клапана поднимает конец коромысла, и между другим концом коромысла и штангой толкателя получается небольшой зазор, величина которого регулируется шпилькой 10. Этот зазор необходим для уверенности в том, что клапан будет закрыт. При вращении распределительного кулачок набежит на толкатель и заставит его двигаться в направляющей втулке. Штанга толкателя, выбрав зазор, поднимает конец коромысла; другой конец его нажимает на хвост клапана и заставит его двигаться вниз, сжимая пружину. При движении клапана вниз он открывается и соединяет внутреннюю

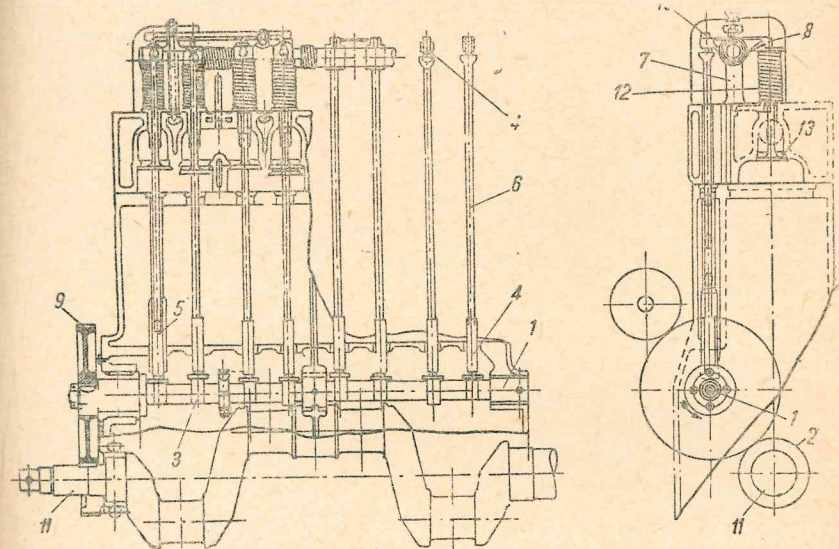


Рис. 75. Газораспределительные органы СТЗ—ХТЗ

часть цилиндра с всасывающим трубопроводом, если клапан был всасывающий, или с коллектором отработанных газов, если клапан был выпускной. При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок сбегает с толкателя, последний идет вниз, штанга толкателя и пружина закрывают клапан.

Поршень для жидкого топлива показан на рис. 76, и на рис. 77 — для генераторного газа. Поршень чугунный; в верхней его части имеются четыре прорези для установки поршневых колец. В средней части поршня имеются приливы, через ко-

которые проходят отверстия для поршневого пальца, представляющего собой полый стальной цилиндр.

Шатун двигателя (рис. 78) стальной кованый. Верхняя головка его надета на поршневой палец, а нижняя, разъемная, соединяется с шейкой коленчатого вала. Нижняя головка шатуна снабжена скользящим подшипником, залитым баббитом. На рисунке показано: 1 — верхняя головка шатуна, 2 — втулка верхней головки, 3 — вкладыш, 4 — нижняя часть подшипника, 5 — прокладки, 6 — шатунные болты.

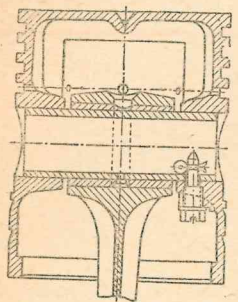


Рис. 76. Поршень двигателя СТЗ—ХТЗ для жидкого топлива

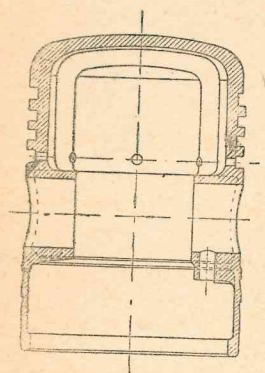


Рис. 77. Поршень двигателя СТЗ—ХТЗ для генераторного газа

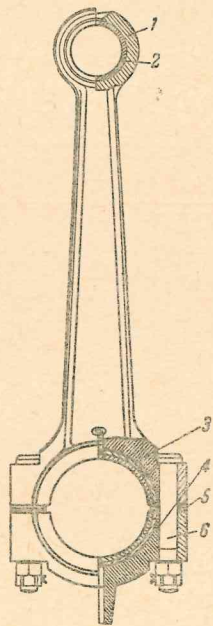


Рис. 78. Шатун двигателя СТЗ—ХТЗ

главнейших его частей следующий: приемный патрубок масляного насоса 13 выполнен в виде опрокинутого корыта, снизу закрытого сеткой 14, являющейся в данном случае фильтром для поступающего в насос масла. Из насоса масло направляется в расположенную горизонтально напорную трубу 15 через соединительный фланец 16. Под каждым колесом вала установлены небольшие корыта 17—22, против корыт в напорной трубе имеются отверстия, через которые масло направляется струйкой в указанные выше корыта. При работе двигателя нижняя часть шатунов задевает поверхность масла, налитого в корыта, и, поскольку скорость движения их велика, задетое масло разбивается на мельчайшие капли, сплошь заполняющие

картер во время работы двигателя. Эта масляная пыль оседает на всех поверхностях внутри картера и обеспечивает должную смазку подшипника шатуна и коленчатого вала, а также и поршня. С одной стороны напорной масляной цистерны имеется трубка 18 (рис. 79), по которой масло направляется для смазки

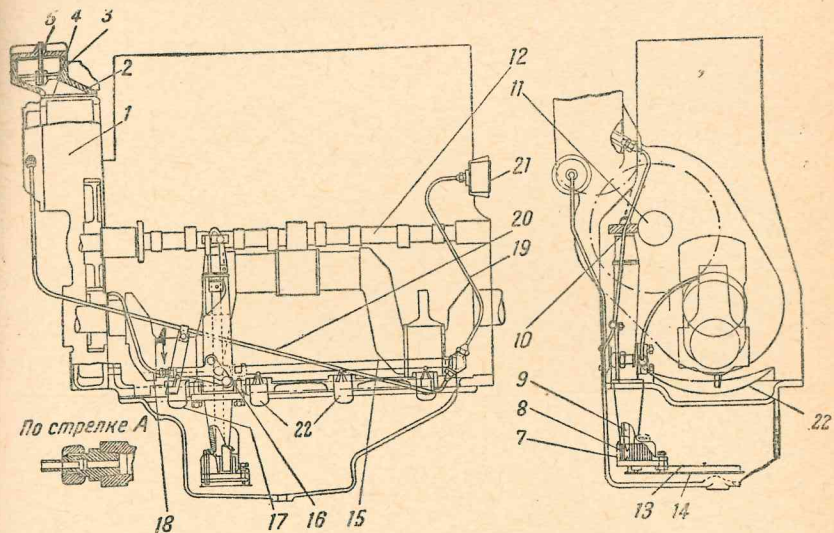


Рис. 79. Схема смазки двигателя СТЗ—ХТЗ

системы зубчатых колес, дающих вращение распределительному валу, масляному и водяному насосам. По трубе 20 масло из напорного трубопровода направляется для смазки частей регулятора.

Правильная работа масляного насоса определяется измерением давления в напорной трубе, поэтому она с помощью трубки 19 соединяется с манометром 21.

Приспособление двигателя СТЗ для работы на генераторном газе сводится к следующему:

1) с целью увеличения степени сжатия, для возможного уменьшения потери мощности двигателя при переводе его на генераторный газ, поршни двигателей заменяются другими (рис. 77), имеющими выпуклую форму днища и увеличенное расстояние от него до оси поршневого пальца. Такая конструкция поршня увеличивает степень сжатия в двигателе до 6;

2) всасывающий коллектор двигателя, предусматривавший подогрев смеси, заменяется конструкцией (показанной на рис. 80), не имеющей подогрева, так как последний у газового двигателя

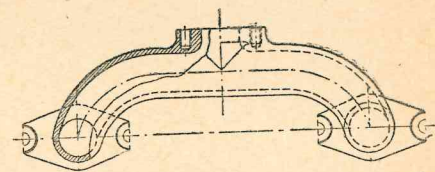


Рис. 80. Всасывающий коллектор ХТЗ

ведет к понижению его мощности; к этому всасывающему коллектору присоединяется описанный выше смеситель газа (рис. 62).

34. Газовый судовой двигатель НАТИ-ХТЗ (марка ГС)

В настоящее время Харьковским тракторным заводом выпущена первая партия судовых газовых двигателей ГС, построенных на базе тракторных двигателей СТЗ-НАТИ; общий вид дви-

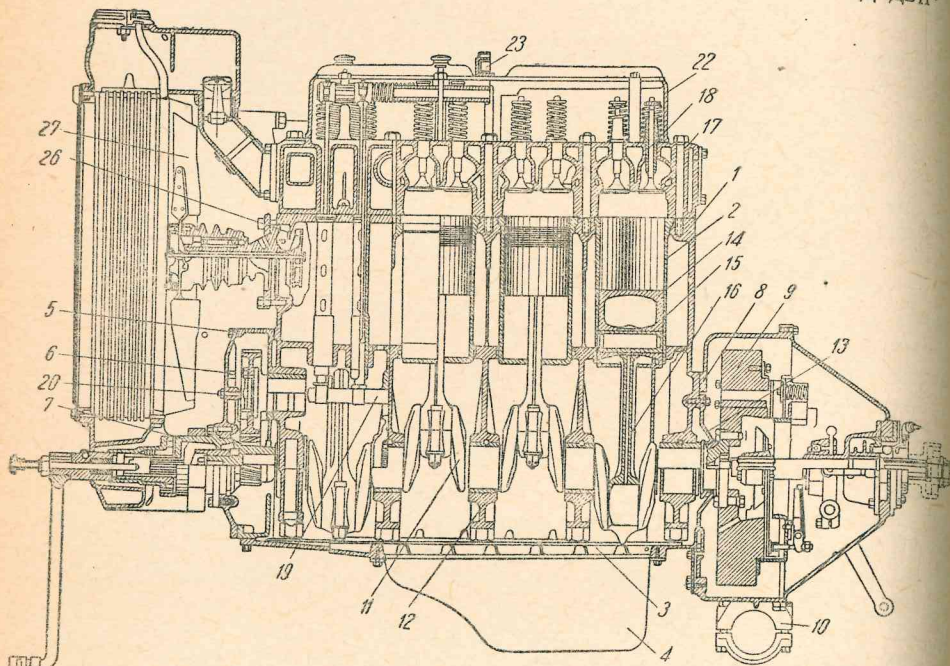


Рис. 81. Продольный разрез двигателя СТЗ-НАТИ.

1—блок цилиндров; 2—цилиндрические гильзы; 3—нижняя часть картера; 4—отстойник; 5—корпус распределительных шестерен; 6—крышка корпуса; 7—передняя балка двигателя; 8—задняя балка двигателя; 9—кожух маховика; 10—лапы для крепления двигателя к раме; 11—коленчатый вал; 12—крышки подшипников; 13—уплотняющая перегородка; 14—поршни двигателя; 15—распределительный валик; 16—шатуны; 17—головка блока; 18—клапаны; 19—распределительный механизм; 23—сапун двигателя; 24—всасывающий и выхлопной коллектор; 25—карбюратор типа „Энсайн“; 26—центробежный водяной насос; 27—вентиль; 28—масляный насос шестеренчатого типа

гателя дан на рис. 81 и 82. Двигатель ГС четырехтактный, четырехцилиндровый, развивает мощность в 45 э. л. с. при 1250 оборотах в минуту. Диаметр цилиндров этого двигателя 125 мм, ход поршня 152 мм. Степень сжатия у двигателя ГС значительно выше, чем у описанных ранее двигателей СТЗ и ЧТЗ-60.

Блок двигателя 1 отлит из чугуна вместе с верхней частью

картера и имеет четыре сменные цилиндрические втулки. С передней стороны к блоку крепится корпус распределительных шестерен 2 с крышкой 3. Задняя часть блока закрыта задней балкой 4, отлитой заодно с кожухом для маховика.

Нижняя часть картера 5 двигателя (рис. 83) значительно отличается от этой же детали тракторных моторов. Это сделано для более удобной установки двигателя на машинный фундамент, на который двигатель опирается двумя лапами задней балки и двумя лапами траверсы, сидящей на обточенном фланце шестеренчатого водяного насоса.

Для подтягивания мотылевых подшипников шатунов картер двигателя с одной стороны имеет четыре отверстия, закрываемых двумя люками. Выемка поршня с шатуном производится сверху; с этой целью мотылевый подшипник имеет уменьшенное расстояние между болтами. Мотылевые подшипники залиты белым металлом. Вал двигателя расположен на пяти рамовых подшипниках скольжения.

Диаметр всасывающего клапана 60 мм и подъем 11,2 мм; у выпускного—диаметр 52 мм и подъем 12,6 мм. Порядок работы цилиндров: 1—3—4—2.

Зажигание производится за 40° до верхней мертвой точки. Двигатель имеет зажигание от магнето СС4. Пуск двигателя производится с помощью электростартера. Пусковая рукоятка служит только для проворачивания двигателя. Стартер типа СМА 4564 развивает мощность до 2,5 э. л. с.

Для охлаждения двигатель снабжен центробежным насосом. Кроме того двигатель имеет шестеренчатый насос производи-

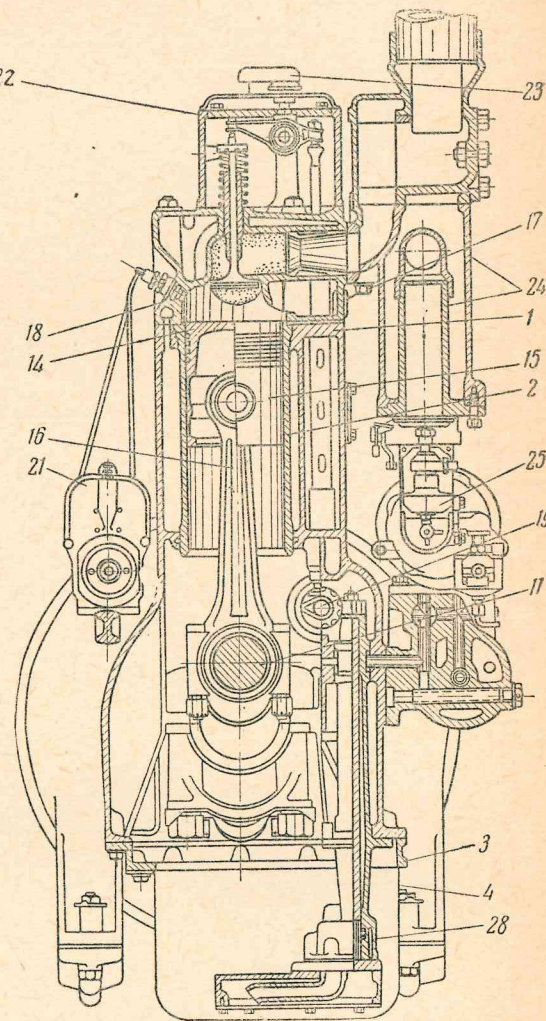


Рис. 82. Поперечный разрез двигателя СТЗ-НАТИ

тельностью 3,6—4 м³/час, часть воды которого используется для охлаждения двигателя (около 0,5 т), а остальная предназначена для охлаждения скруббера. Привод насосов осуществляется от переднего конца коленчатого вала простым карданным сочленением. Двигатель имеет динамо ГА-0302 с напряжением 12 вольт и мощностью 250 ватт. Динамо приводится в действие от двигателя с помощью клиновидного ремня.

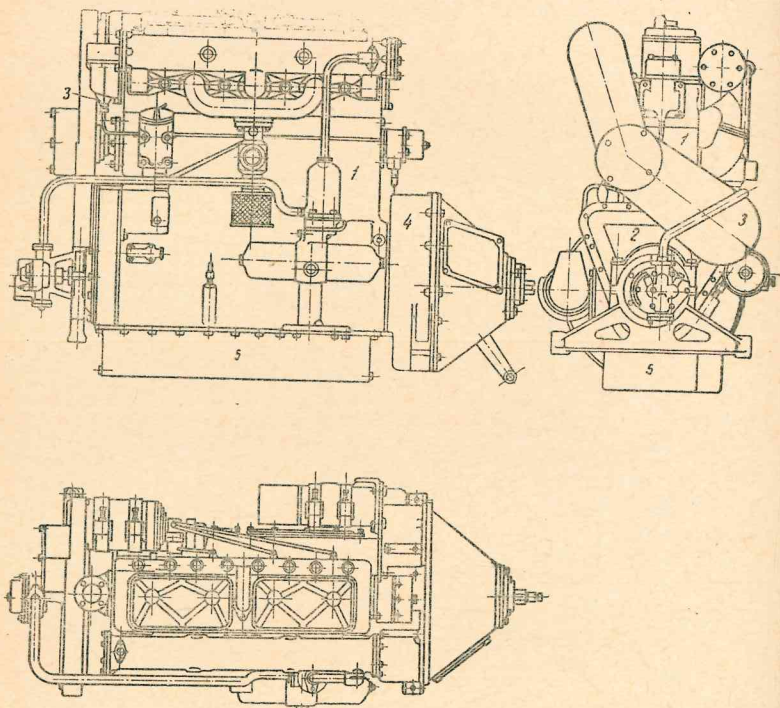


Рис. 83. Судовой газогенераторный двигатель ГС

Газораспределение двигателя НАТИ-ХТЗ(ГС) характеризуется следующей таблицей:

Начало всасывания после в. м. т.	8°
Конец всасывания после н. м. т.	38°
Начало выхлопа до н. м. т.	51°
Конец выхлопа после в. м. т.	9°

Первые двигатели этого типа имели некоторые дефекты (например, трудность пуска от электростартера); в дальнейшем же после устранения замеченных дефектов они должны получить широкое распространение.

35. Устройство и работа двигателя ЧТЗ «Сталинец-60» и главные его части

Двигатель Челябинского тракторного завода (ЧТЗ) нашел широкое применение в катерном флоте и, в частности, является

основным типом двигателя для газоходов постройки 1935—1939 гг.

Двигатель ЧТЗ — четырехтактный, четырехцилиндровый, имеет диаметр цилиндров 165 мм, ход поршня 216 мм и развивает

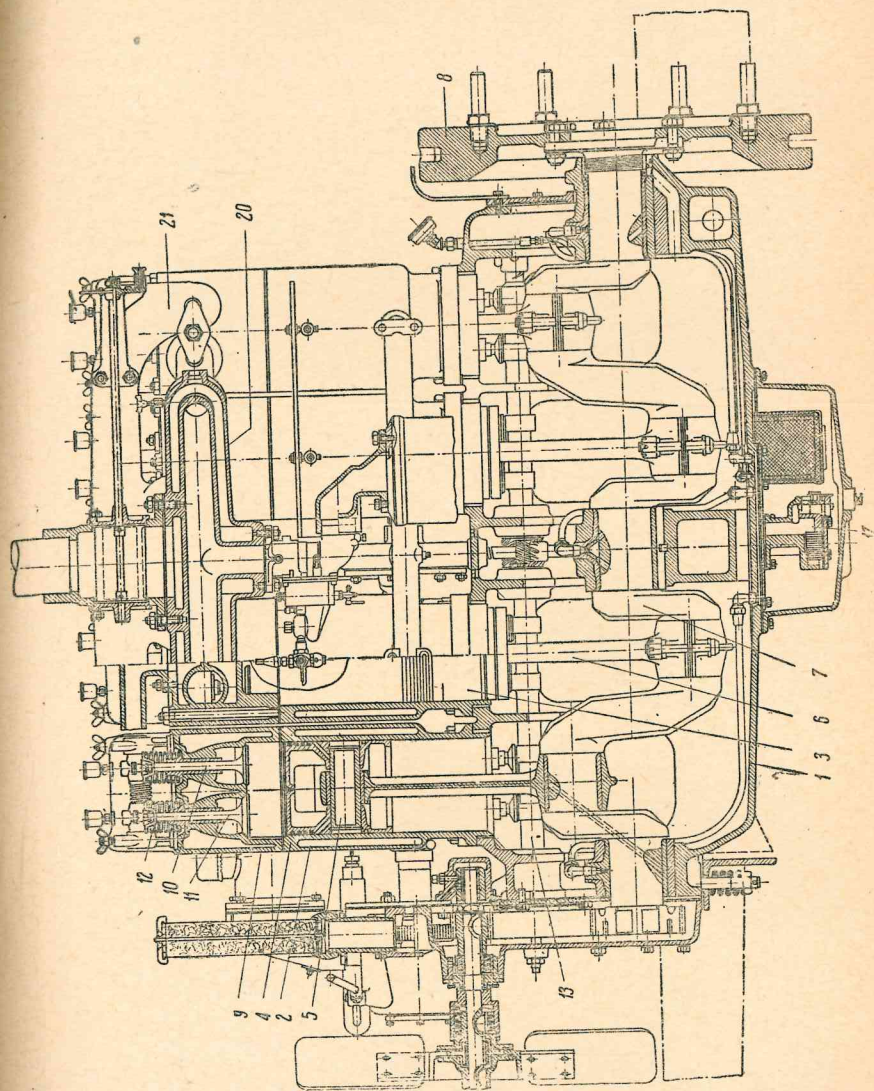


Рис. 84. Продольный разрез двигателя «Сталинец-60» ЧТЗ

при 650 оборотах в минуту при работе на жидком топливе (лигроин) 60 л. с., а с перегрузкой — до 78 л. с. При работе на генераторном газе мощность двигателя при том же числе оборотов составляет 52—56 л. с.

Общий вид этого двигателя в продольном разрезе показан на рис. 84 и в поперечном — на рис. 85. Основной деталью этого

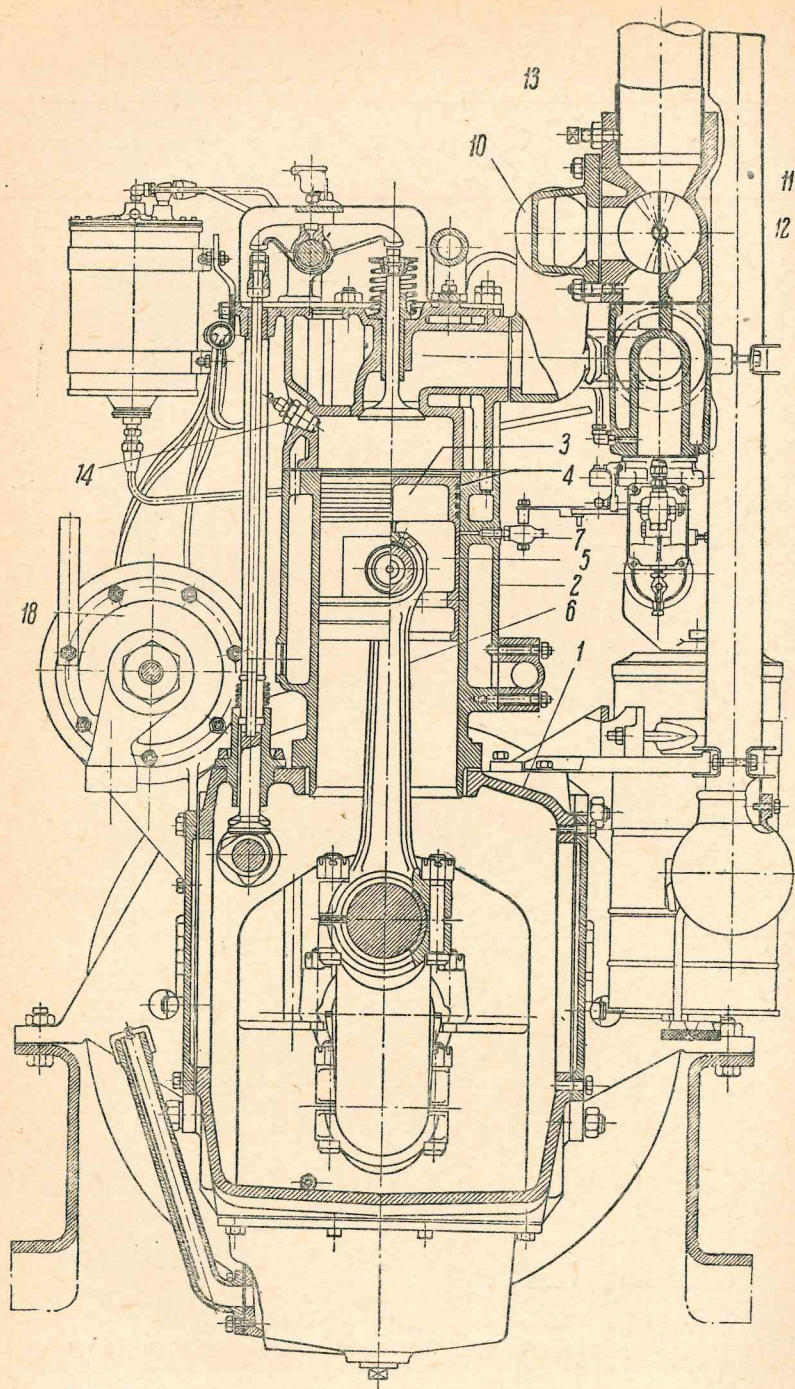


Рис. 85. Поперечный разрез двигателя „Сталинец-60“ ЧТЗ

двигателя, к которой крепятся все остальные главнейшие его части, является картер 1; к верхней части картера крепятся четыре отдельно отлитых рабочих цилиндра 2 двигателя, сверху закрытых отдельно выполненными крышками 9.

Цилиндры представляют отливку с двумя стенками, между которыми во время работы двигателя циркулирует вода для охлаждения. Подвод воды в зарубашечное пространство цилиндров производится снизу через патрубки, прилитые к цилиндрам. Нагретая вода направляется через отверстия в верхней части цилиндра в нижнюю часть полости крышки цилиндра и, охладив последнюю, выходит через отверстие в верхней части цилиндрических крышек и отводится по отдельному трубопроводу.

Внутри цилиндров движутся поршни 3 с поршневыми кольцами 4, не допускающими проникновения газов в картер. Каждый из поршней имеет по четыре уплотняющих поршневых кольца в верхней части цилиндра и по одному кольцу для съема лишней смазки в нижней части поршня. Для соединения с шатунами 6 поршни имеют поршневые пальцы 5, выполненные из закаленной стали. Шатуны имеют двутавровое сечение. У нижней головки их есть съемная часть для соединения с шейкой коленчатого вала.

Коленчатый вал 7 двигателя лежит на трех подшипниках. Шейки двух средних колен его лежат на одной оси и расположены под углом в 180° по отношению к двум крайним коленам вала. Таким образом, когда поршни двух средних цилиндров находятся в нижнем положении, поршни двух крайних цилиндров — в верхнем, и обратно. На задней части вала (кормовой) укреплен маховик 8. Сбоку цилиндров, около нижней части их, внутри картера расположен распределительный вал 13, на котором имеются кулачки для открытия всасывающих 10 и выпускных 11 клапанов двигателя. Закрывание клапанов производится клапанными пружинами 12. Открываются и закрываются всасывающие и выпускные клапаны с помощью толкателя и траверса.

Распределительный вал получает движение от коленчатого вала через зубчатую передачу. Кроме того от главного вала получают движение через зубчатую передачу еще следующие устройства двигателя: масляный насос 17, водяной насос для охлаждения цилиндров двигателя 18 и магнето. Общее расположение колес зубчатой передачи показано отдельно на рис. 86.

Крышки цилиндров (рис. 84—85) крепятся к последним болта-

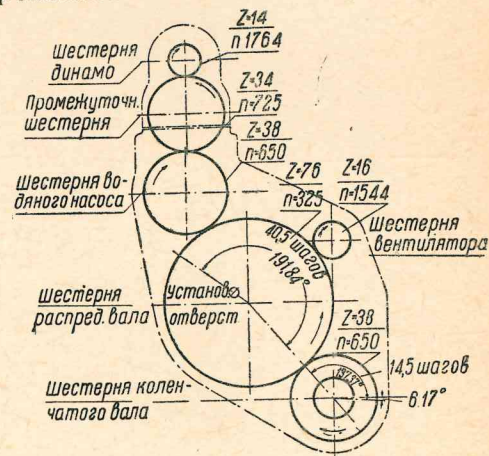


Рис. 86. Схема зубчатой передачи

ми. Между цилиндрами и крышками их имеется прокладка для обеспечения плотности этого соединения. В крышке цилиндров расположены всасывающий и выпускной клапаны, открывающиеся вниз и поддерживаемые в закрытом состоянии пружинами 12. Сбоку в отверстия крышек устанавливаются свечи 14 (рис. 85). Кроме того на крышках цилиндров имеются стойки, поддерживающие траверсы и устройства для открытия клапанов. Верхняя часть органов газораспределения закрыта кожухом. Рабочая смесь подводится к цилиндрам по общему всасывающему трубопроводу 20 с ответвлениями на каждый цилиндр. Отработанные в цилиндрах газы отводятся через коллектор 21.

Газораспределение. Круговая диаграмма газораспределения приведена на рис. 87.

Своевременное открытие и закрытие клапанов газораспределения (всасывающего и выпускного) осуществлено с помощью устройства, показанного на рис. 88. Коленчатый вал двигателя через зубчатое колесо дает вращение распределительному валу 1 с находящимися на нем кулачками. На распределительном валу имеются кулачки для подъема клапанов, по одному на каждый клапан двигателя. Против каждого кулачка установлен толкатель 4, лежащий в направляющей втулке 5. Толкатель соединен со штангой 7 толкателя, верхняя часть которой может упираться в один конец двуплечего рычага (коромысла), имеющего точку качения на стойке 16; другой конец коромысла расположен против хвоста клапана 19, который открывается вниз и поддерживается в закрытом состоянии пружиной 21.

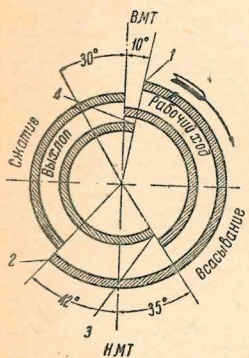


Рис. 87. Газораспределение ЧТЗ

Когда против толкателя находится цилиндрическая часть распределительного вала, то толкатель стоит в нижнем положении, пружина клапана закрывает клапан, хвост кулачка поднимает пружиной конец коромысла, и между другим кулачком и штангой толкателя будет небольшой зазор, величина которого регулируется гайкой 12. Порядок рабочих ходов по цилиндрам 1 : 3 : 4 : 2 — такой же, как и у двигателя СТЗ (см. табл. 15).

Передача работы, полученной от газов в цилиндре двигателя, на коленчатый вал мотора осуществляется с помощью кривошипношатунного механизма, частями которого являются поршень, поршневой палец и шатун. Поршень и шатун показаны на рис. 89. Поршень сделан из чугуна; в верхней его части 1 имеются четыре прореза для установки поршневых колец; в нижней части имеется одна прорезь для маслоснимающего кольца. В средней части поршня находятся приливы, через которые проходят отверстия для поршневого пальца 3, представляющего собой стальной полый цилиндр. Шатун 5 двигателя — стальной кованый. Верхняя головка его 6 надета на поршневой палец, а нижняя 7 — разъемная — соединяется с шейкой коленчатого

вала. Нижняя головка шатуна выполняется со скользящим, залитым баббитом, подшипником, части которого соединяются между собой с помощью стяжных болтов, крепящихся корончатой гайкой 10, закрепляемой на месте шплинтом 11. Между

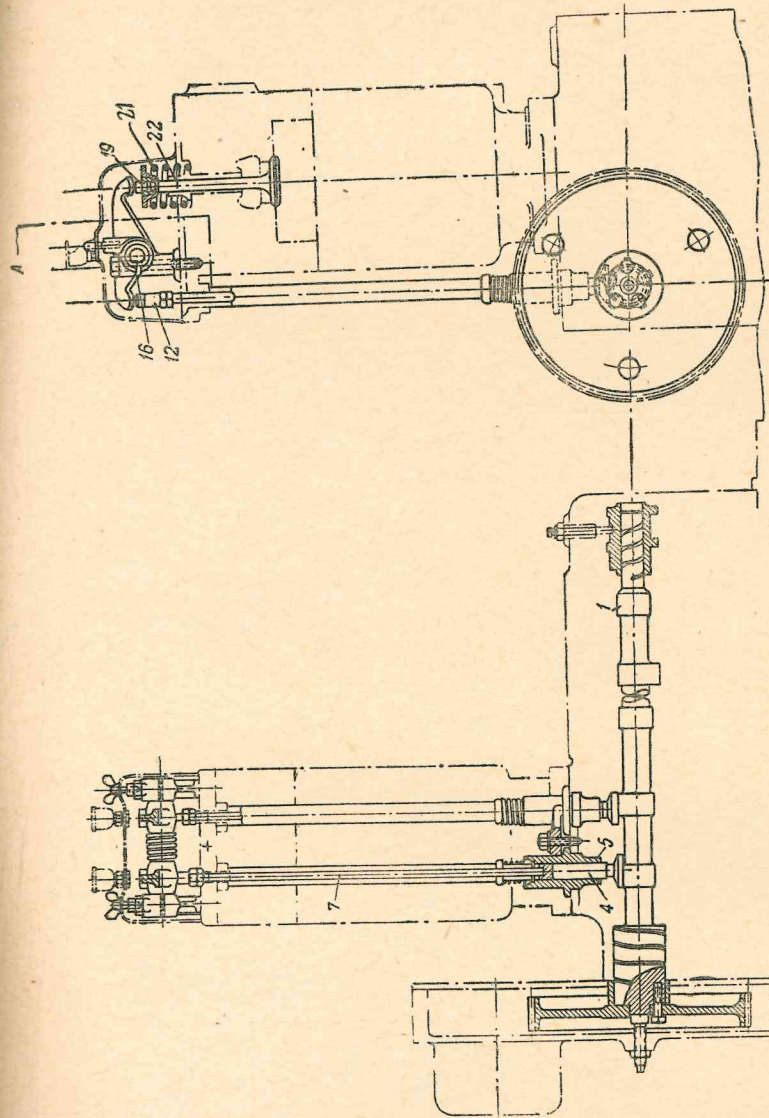


Рис. 88. Привод газораспределения ЧТЗ

частями подшипника имеются прокладки 8, служащие для установки необходимого зазора между вкладышами подшипника и шейкой вала.

Смазка движущихся частей мотора ЧТЗ осуществляется разбрызгиванием находящегося в картере масла и кроме того пода-

чей его специальным масляным насосом на главнейшие части двигателя.

Общая схема смазки показана на рис. 90. Масло подается внутрь мотора через маслоприемник, расположенный в верхней

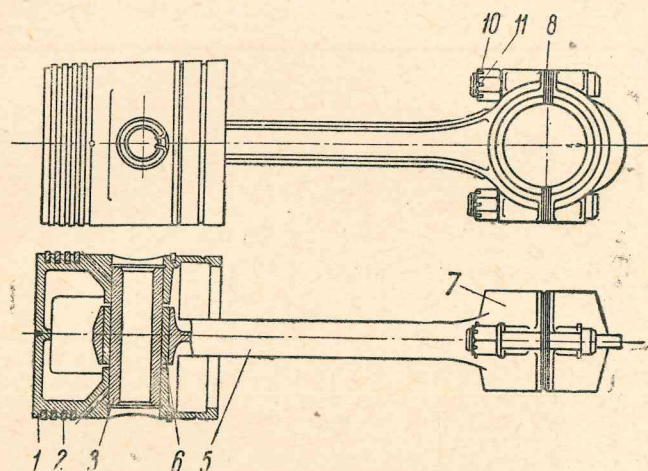


Рис. 89. Поршень и шатун двигателя „Сталинец-60“ ЧТЗ

части картера над передаточными шестернями, и, смазав их, направляется в нижнюю часть картера. В нижней части картера установлен зубчатый масляный насос 1, рабочие шестерни кото-

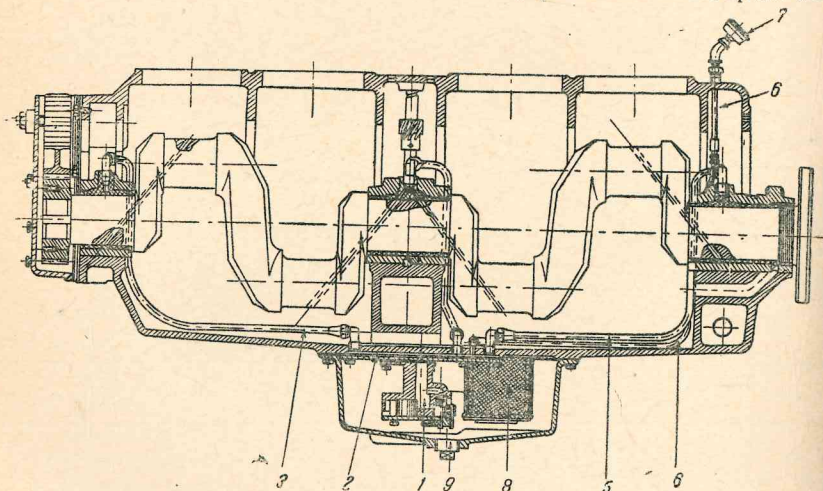


Рис. 90. Схема смазки двигателя ЧТЗ

рого получают вращение от распределительного вала через зубчатую передачу. Путь масла в двигателе для принудительной смазки его частей следующий (рис. 90). Отработанное масло, прошедшее через сетчатый фильтр 8, поступает в приемную

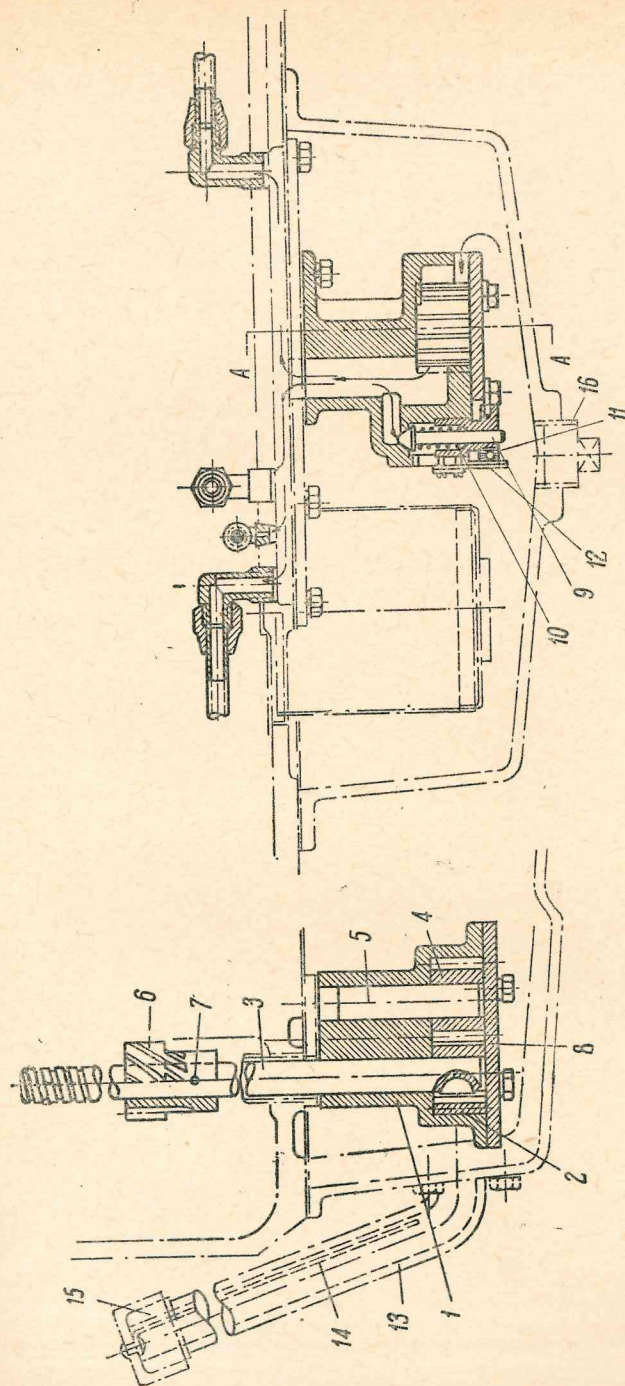


Рис. 91. Масляный насос двигателя ЧТЗ

трубку масляного насоса 1, который нагнетает масло в масляную камеру 2, где давление масла повышается и оно направляется по маслопроводным трубкам 3 и 5 к рамовым подшипникам для смазки шеек коленчатого вала. От шеек коленчатого вала, расположенных в рамовых подшипниках, масло направляется через сверление в коленчатом валу для смазки мотылевых подшипников (нижних подшипников шатунов). Масло, выходящее через зазоры мотылевого подшипника после смазки их вращающимся коленчатым валом, разбрызгивается по картеру и смазывает цилиндры, поршневые кольца, толкатели, подшипники распределительного вала и его кулачки, зубчатые колеса, а затем стекает в нижнюю часть картера. Работа масляного насоса контролируется путем измерения давления масла в напорной камере, для чего последняя с помощью трубки 6 соединена с манометром 7. Давление масла в напорной камере при нормальной работе мотора составляет 1,3 — 1,8 атм., а в начале работы, пока еще масло не нагрелось, давление его может доходить до 2—2,5 атм. Чтобы давление не превышало указанных величин, масляный насос имеет предохранительный клапан, открывающийся автоматически при повышении давления сверх допустимого. В нижней части двигателя имеется пробка 9 для спуска масла. Устройство масляного насоса этого двигателя показано на рис. 91. Главнейшие части его:

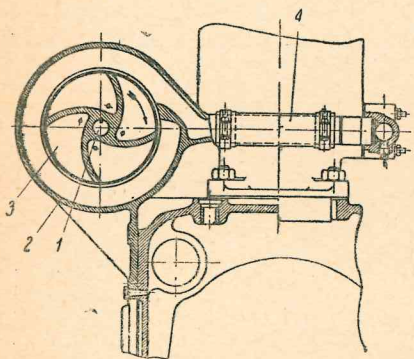


Рис. 92. Центробежный насос двигателя ЧТЗ

1—корпус насоса, в котором расположены рабочие колеса насоса — ведущее 2 и ведомое 4; ведущее колесо получает движение от валика 3, связанного с распределительным валом через колесо 6, закрепленное на валике штифтом 7. Ведомое колесо насоса вращается на оси 5. Корпус насоса снизу имеет крышку 8. В корпусе насоса установлен предохранительный клапан 9 с пружиной 10 и регулирующим винтом 11 и плоской пружиной 12. На рисунке также показаны: масломерное колесо 13 с линейкой 14, укрепленной в колпачке 15, и спускная трубка 16. Путь масла в насосе показан стрелкой.

Насос для подачи воды в рубашки рабочих цилиндров показан на рис. 92. Его главнейшие части: чугунный корпус 2 и крыльчатка 3 (ротор), вращающаяся на валу 1. Вода в насос подается около оси ротора и при вращении последнего под действием центробежной силы отбрасывается к окружности корпуса насоса, где давление воды повышается, вследствие чего она и вытекает с некоторым напором через напорную трубу 4. Вал насоса получает движение от коленчатого вала двигателя через зубчатую передачу.

Двигатель ЧТЗ, описанный выше, применяется для тракторов. Для газоходов в этот двигатель вносятся следующие изменения.

- 1) Степень сжатия повышается путем подрезания нижней части крышки цилиндров с соответствующим укорочением толкателей и шпилек, крепящих цилиндрическую крышку к цилиндру.
- 2) Всасывающий коллектор заменяется или приспособляется к приему из смесителя смеси генераторного газа с воздухом или из карбюратора смеси паров бензина и воздуха.
- 3) Дополнительно устанавливается смеситель.

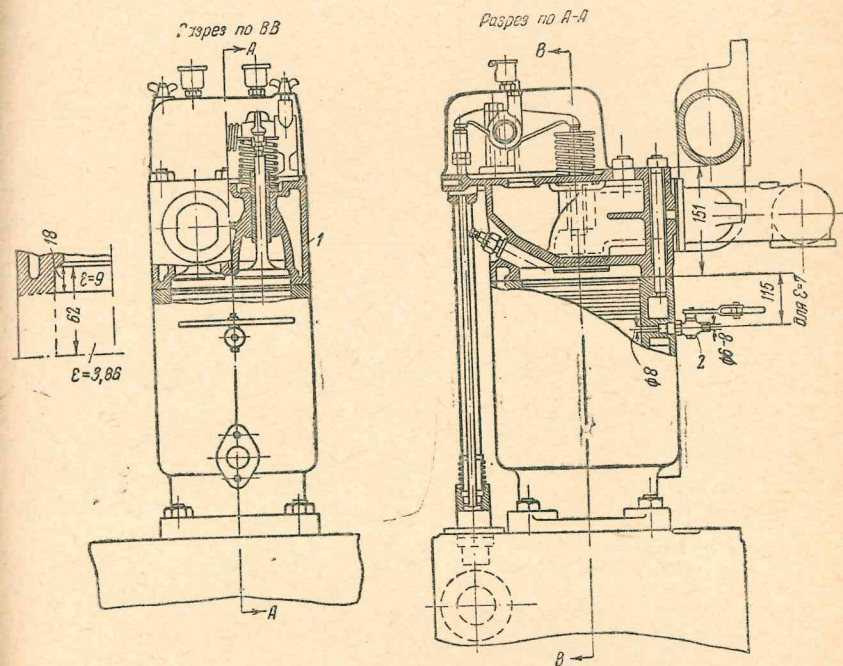


Рис. 93. Цилиндр газового двигателя ЧТЗ

4) Карбюратор к двигателю ставится на меньшую мощность (для двигателя ЧТЗ — карбюратор 30-сильного двигателя СТЗ); кроме того принимаются меры к тому, чтобы не допустить образования карбюратором горючей смеси на полную мощность двигателя, что может вызвать детонацию с резким повышением напряжений в деталях двигателя.

5) Изменяется система охлаждения (снимаются радиатор и вентилятор) на охлаждение смесью заборной воды с водой, отработанной в рубашках и крышках цилиндров двигателя.

6) От вентиляторного валика мотора установка на нем шкива с гибкой передачей приводят в действие центробежный насос достаточно большой производительности, служащий для подачи

воды в очистители и частично для охлаждения цилиндров двигателей.

7) Двигатель помещается на жесткую фундаментную раму из угольников, на которую устанавливается также и реверсивная муфта с упорным подшипником. Вал мотора соединяется с реверсивной муфтой упругой муфтой.

Челябинским тракторным заводом выпускались также двигатели, уже приспособленные для работы на генераторном газе. Для этого в описанную конструкцию двигателя внесены следующие изменения (рис. 93).

1) Крышки цилиндров 1 заменяются другими. Внешняя форма их оставлена без изменения, но степень сжатия двигателя увеличена до шести за счет снижения высоты крышки.

2) Изменено расположение декомпрессионных кранов 2, так как при оставлении их на старом месте пуск газового двигателя затруднен вследствие уменьшения объема камеры сжатия. У газового двигателя декомпрессионные краны расположены ниже, чем у лигроинового. Первые серии газовых двигателей ЧТЗ выпускались со степенью сжатия семь. В следующих сериях двигателей принята степень сжатия шесть, причем предусмотрено два положения декомпрессионных кранов — на 90 и 120 мм от верха цилиндра. Верхним положением пользуются в новых двигателях, еще не имеющих износов, с хорошей компрессией и в летнее время; нижним положением рекомендуется пользоваться в холодное время года.

3) Всасывающий коллектор во избежание его подогрева отработанными газами, что снижает мощность двигателя, отделен от выхлопного коллектора, и к нему присоединяется смеситель.

4) Карбюратор на газовом двигателе оставлен тот же, что и на лигроиновом (Энсайн ААЕ), но, как отмечалось, производительность его снижена специальной заслонкой 4 и неполным открытием дроссельного клапана 2 на смесителе (рис. 61).

36. Вспомогательный двигатель Л-6-2

Двигатель Л-6-2 (рис. 94) применяется на наших газоходах в качестве вспомогательного двигателя, служащего для привода в действие динамомашин. Этот двигатель может работать как на бензине, так и на генераторном газе. В последнем случае мощность его сильно снижается, поскольку он применяется для работы на газе без изменения степени сжатия. Двигатель Л-6-2 четырехтактный, двухцилиндровый. Основные размеры его: диаметр цилиндра 60 мм, ход поршня 90 мм, число оборотов 2200 в минуту.

Мощность двигателя при работе на бензине 6 э. л. с., а при работе на генераторном газе — около 3 э. л. с. Приспособление этого двигателя к работе на генераторном газе состоит в следующем: к всасывающему коллектору присоединяется смеситель (рис. 63), на котором устанавливается карбюратор двигателя. Вентилятор и радиатор двигателя снимаются, и охлаждение его

переводится на смесь заборной воды с отработанной водой из рубашек двигателя.

На распределительном валу устанавливается центробежный насос для охлаждения двигателя. Общий вид двигателя в том виде, как он поставляется заводом, показан на рис. 94. Оба цилиндра двигателя отлиты в одном блоке и присоединяются к общему чугунному картеру. Головка цилиндров, общая для обоих ци-

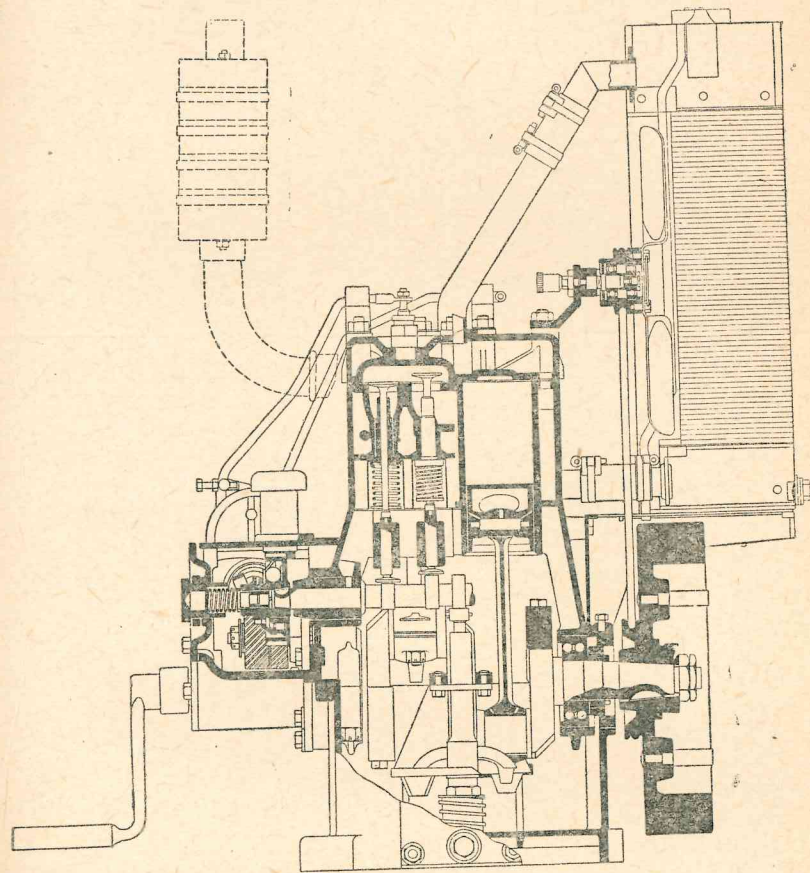


Рис. 94. Двигатель Л-6-2

линдров, отлита отдельно. Поршни двигателя чугунные, с тремя поршневыми кольцами, расположенными выше поршневого пальца. Пальцы поршней плавающего типа с бронзовыми сухарями. Шатуны стальные, штампованные, в сечении имеющие двутавровую форму. Верхняя головка шатуна имеет бронзовую втулку, а нижняя — заливку из белого металла. Главный вал двигателя с двумя коленами, расположенными под углом в 180°, стальной, штампованный с противовесами и лежит в двух шариковых подшипниках. Распределительный валик двигателя,

штампованный заодно с газораспределительными кулачками, лежит на двух опорах и приводится в действие от главного вала двигателя через зубчатую передачу. Зубчатые колеса — стальные с косо расположенными зубцами.

Картер двигателя чугунный со съемными щитами, закрывающими смотровые окна. Смазывается двигатель разбрызгиванием, причем масло подается в корыто с помощью плунжерного насоса, приводимого в действие от эксцентрика распределительного вала.

Разбрызгивание осуществляется захватыванием масла нижней частью головок шатунов. Масло наливается непосредственно в картер двигателя. Объем его в картере около 2,25 л. Зажигание производится свечами от магнето высокого напряжения. Клапаны двигателя расположены с одной стороны цилиндров. Наибольшие зазоры между толкателями и цилиндрической частью кулачков составляют у выпускного клапана 0,2 мм и у всасывающего 0,3 мм. Газораспределение

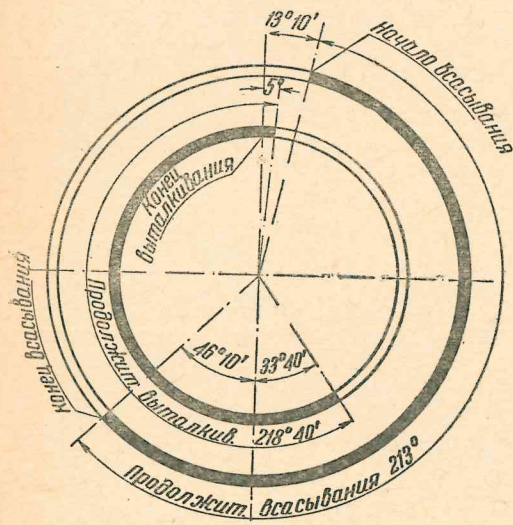


Рис. 95. Газораспределение двигателей типа Л-6-2

ние двигателя (рис. 95) характеризуется следующими данными:

- 1) начало открытия всасывающего клапана $13^{\circ} 10'$ после верхней мертвой точки;
- 2) закрытие всасывающего клапана $48^{\circ} 10'$ после нижней мертвой точки;
- 3) начало открытия выпускного клапана $33^{\circ} 40'$ до нижней мертвой точки;
- 4) закрытие выпускного клапана 5° после верхней мертвой точки.

37. Газовые двигатели МГ-17 и МГС-17

Челябинский тракторный завод с 1937 г. начал выпуск тракторов С-65 с бескомпрессорными дизелями М-17, а затем, учитывая успешное развитие газогенераторного дела, на базе нового дизеля, показанного на рис. 96 и 97, совместно с НАТИ были разработаны конструкции газового тракторного двигателя МГ-17 (рис. 98) и специального судового газового двигателя МГС-17.

При испытании судового двигателя МГС-17 были обнаружены некоторые дефекты, устранение которых несколько задержало

выпуск их в эксплуатацию. В 1940 г. значительное количество газоходов оборудовано газовыми тракторными моторами МГ-17. Эти двигатели четырехтактные, четырехцилиндровые. Все четыре цилиндра двигателя отлиты в одном блоке 1 вместе с верхней частью картера (рис. 99). В этот блок вставлены рабочие втулки цилиндров (гильзы) 2, изготовленные из специального

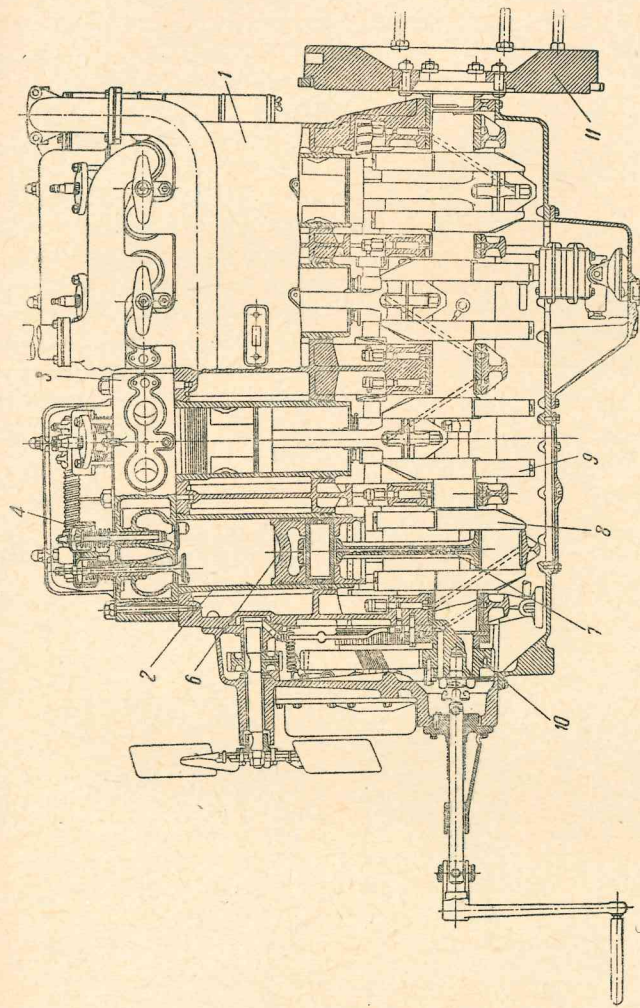


Рис. 96. Продольный разрез дизельного мотора М-17:

1—блок цилиндров; 2—цилиндровые гильзы; 3—головки цилиндров; 4—выхлопные клапаны; 6—поршни; 7—шатуны; 8—коленчатый вал; 9—чугунные пружины; 10—шестерни; 11—маховик

чугуна. Гильзы в верхней части опираются на блок своими буртиками, а в нижней части имеют резиновое уплотнение. Пространства между рабочими втулками и блоком цилиндров образуют водяную рубашку 3 для охлаждения. На блок сверху устанавливаются на шпильках крышки цилиндров 5. Между крышками цилиндров и блоком для уплотнения имеются медно-асбестовые прокладки. Каждая крышка на два цилиндра. В крышках цилиндров расположены всасывающие и выхлопные клапаны 4

и верхние свечи 7. Кроме этих свечей имеются еще четыре наклонно расположенные свечи, установленные в цилиндрах со стороны водяной трубы. Двигатель, таким образом, имеет двойное зажигание для более быстрого воспламенения горения смеси. Свечи расположены в наибольших выемках с целью предохранения от забрызгивания их электродов маслом. На верхней плоскости головок цилиндров установлено по две стойки 8, которые поддерживают валик 9 для траверс 10. Нижняя часть крышки цилиндра образует для каждого цилиндра камеру сжатия 11, имеющую цилиндрическую форму.

Поршень двигателя 12 из алюминиевого сплава имеет плоское днище; на поршне имеются четыре компрессионных поршневых кольца и два маслосбрасывающих. Выше компрессионных колец в поршне имеется кольцевая выточка для предохранения первого кольца от перегрева.

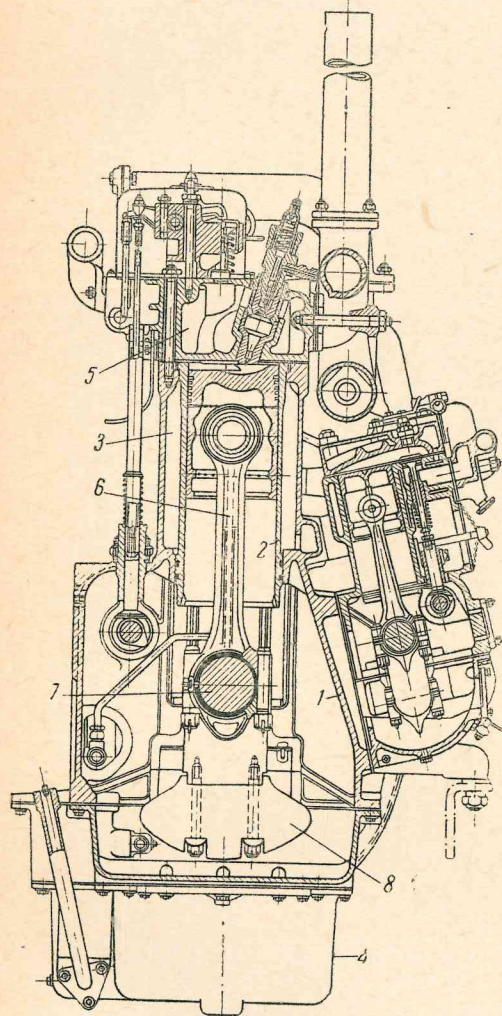


Рис. 97. Поперечный разрез двигателя М-17: 1—картер двигателя; 2—цилиндрические гильзы; 3—водяная рубашка; 4—нижняя съемная часть картера; 5—форкамера; 6—шатун; 7—коленчатый вал; 8—чугунные противовесы

Таблица 17

Характеристика газовых двигателей ЧТЗ марок МГ-17 и МГС-17.

	МГС-17
Мощность в э. л. с.	65—68
Число оборотов в минуту	850
Диаметр цилиндра в мм	155
Ход поршня	205
Степень сжатия	7,86—8
Длина двигателя в м	2,2
Ширина в м	1,0
Высота в м	1,4
Газораспределение:	
Начало открытия всасывающего клапана за в. м. т.	5°
Закрытие всасывающего клапана за н. м. т.	35°
Начало открытия выпускного клапана до н. м. т.	50°
Закрытие выпускного клапана за н. м. т.	10°
Зажигание до в. м. т.	40°
Подъем клапанов в мм	16
Порядок работы цилиндров	1-3-4-2
Зазор между коромыслами и клапанами, в мм	0,3

Газораспределение. Механизм газораспределения выполнен по схеме двигателя ЧТЗ-60 (рис. 100); главные части его: 1—распределительный вал с кулачками и закрепленным на нем зуб-

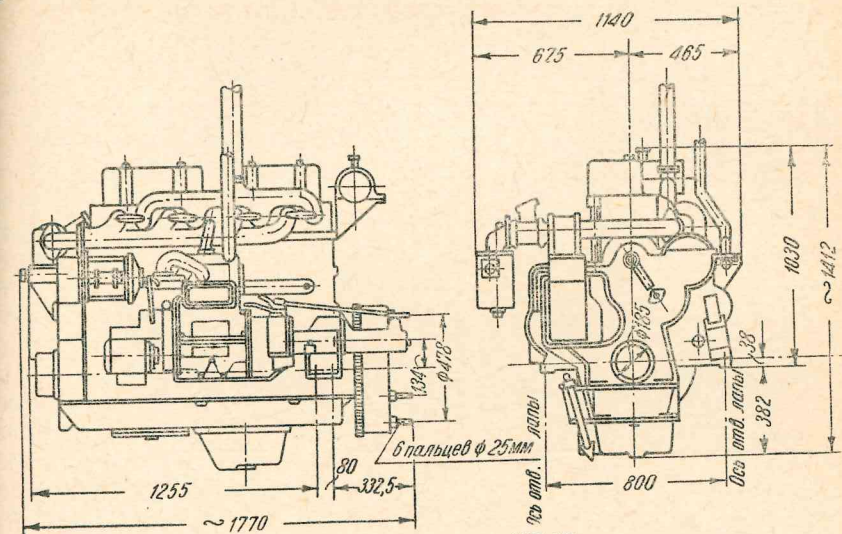


Рис. 98. Двигатель МГ-17

чатом колесом 2; 3—штанги с толкателями; 4—траверсы (коромысла); 5—клапаны в бронзовых направляющих; 6—пружины.

В целях устранения перекоса стержней клапанов траверса при открытии клапана давит на него через специальный направляющий стальной стакан 7, установленный в направляющей втулке 8. Для уменьшения компрессии при пуске двигателя привод имеет дополнительное устройство.

В крышках цилиндров расположен декомпрессионный валик 9 со срезами, над крышками установлены штанги 10, которые при повороте декомпрессионного валика упираются в удлиненные концы траверс 4 выхлопных клапанов. Поворот декомпрессионного вала осуществляется тягой 11. Распределительный вал лежит в трех

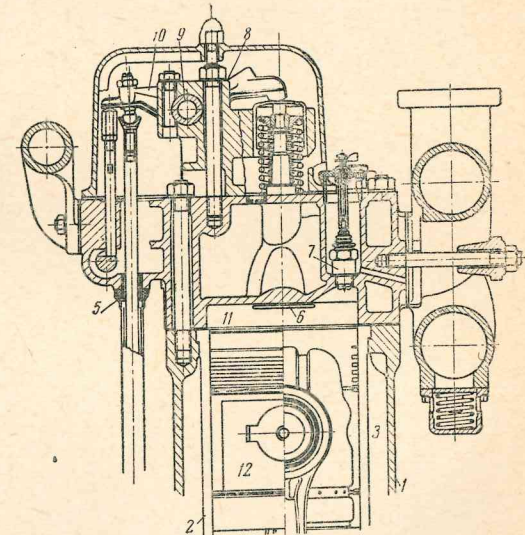


Рис. 99. Поперечный разрез крышки газового двигателя МГС-17

подшипниках с баббитовой заливкой. Двигатели МГ-17 и МГС-17 и их газораспределение характеризуются таблицей 17.

Смазка. Смазка двигателя МГ-17 и МГС-17 комбинированная — принудительная и разбрызгиванием. Масло в количестве 18—19 л заливается в нижнюю часть картера через специальное отверстие, закрываемое пробкой, с контрольной линейкой для измерения уровня масла (16 — рис. 89—99).

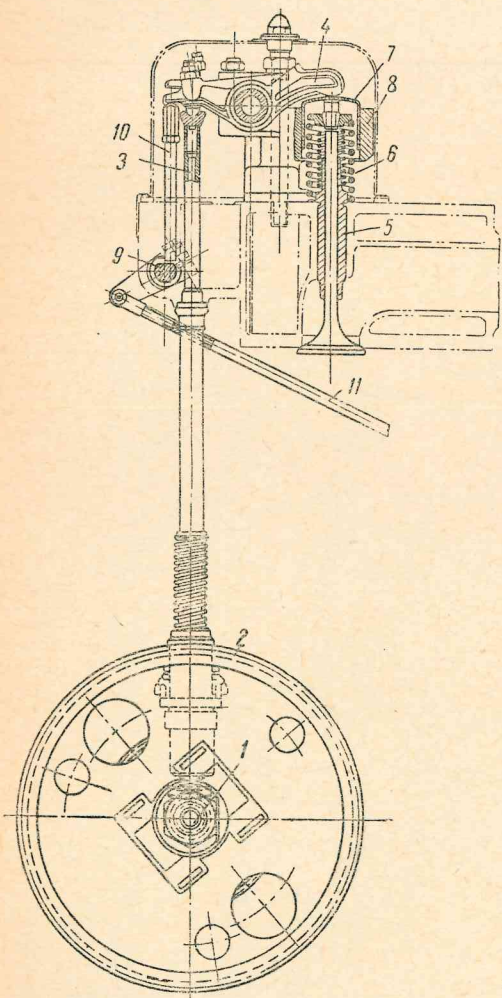


Рис. 100. Механизм газораспределения дизельмотора М-17

зочную магистраль. Входной и выходной каналы фильтра соединены каналом 9, в котором расположен шариковый предохранительный клапан, нагруженный пружиной. При засорении фильтра давление в его приемной трубе повышается, шариковый клапан этим давлением открывается и перепускает масло мимо фильтра в смазочную магистраль. По магистрали масло

В нижней части картера (рис. 101) установлен двойной масляный насос 1 шестеренчатого типа, приводимый в действие от распределительного вала 2 через вертикальный вал 3 насоса и винтовые шестерни. Маслоприемник 4 одного насоса расположен в передней части двигателя и служит для отбора масла из этой части картера при наклонном положении оси двигателя и передачи его в масляную цистерну. Маслоприемник 5 другого насоса расположен в масляной цистерне. Из него масло направляется в насос и в напорный маслопровод 6. Нагнетательный трубопровод снабжен редукционным клапаном 7, регулирующим давление масла в напорной трубе (около 2 атм.).

Далее масло поступает в двойной масляный фильтр 8, установленный сбоку двигателя. Масло в фильтре, проходя через узкие щели между навитой на барабан фильтра проволокой, очищается и поступает в сма-

поступает сначала в холодильник 10, а затем идет на смазку рамовых подшипников 11, откуда по сверлению вала 12 на смазку мотылевых подшипников, а часть масла по сверлению в шатуне 13 поднимается для смазки поршневого пальца. От переднего рамового подшипника масло по сверлениям в блоке 14 поступает на смазку переднего подшипника распределительного вала. К валу вентилятора динамо масло подается из магистрали по трубопроводу 15, а через сверление по этому валу и по шестерне — на смазку распределительных зубчатых колес. По трубке в передней части блока масло проходит к подшипнику вала водяного насоса. Кроме того по трубке 16 от главной магистрали масло поднимается и поступает в валики траверс клапанов и по сверлениям в траверсах проходит к направляющим стаканам клапанов и наконечникам штанг.

Остальные детали смазываются разбрызгиванием.

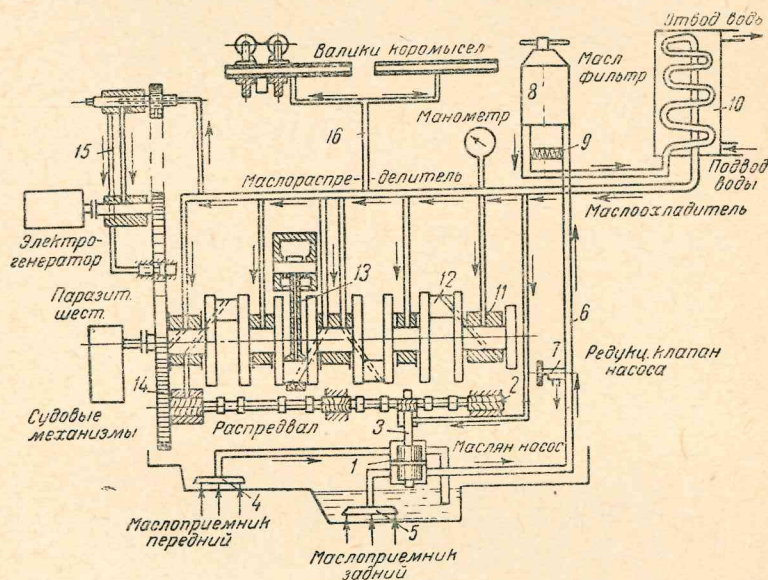


Рис. 101. Схема смазки двигателя МГ-17

Охлаждение двигателя. Водяной насос двигателя МГ-17 центробежного типа, расположенный сбоку картера, приводится в действие от коленчатого вала через зубчатые колеса. Приемная труба его на газоходах принимает воду из смежной цистерны, а по напорной трубе вода подается в нижнюю часть рубашек цилиндров, поднимается в них, переходит в крышки двигателя, направляется за борт и частично смешивается с водой, поступающей на охлаждение мотора.

Охлаждение двигателей МГС-17 отличается тем, что охлаждающий насос двигателя установлен в специальном агрегате судовых механизмов, о чем будет сказано ниже. На рис. 102 дана схема смесителя и регулятора.

Газ входит в смеситель по патрубку 1, воздух — через трубу 2 с направляющим конусом 3. Количество подаваемого в смеситель воздуха регулируется от руки с помощью дроссельной заслонки, установленной в воздушной трубе, а количество газовой смеси, подаваемой в двигатель, регулируется дросселем 4, на-

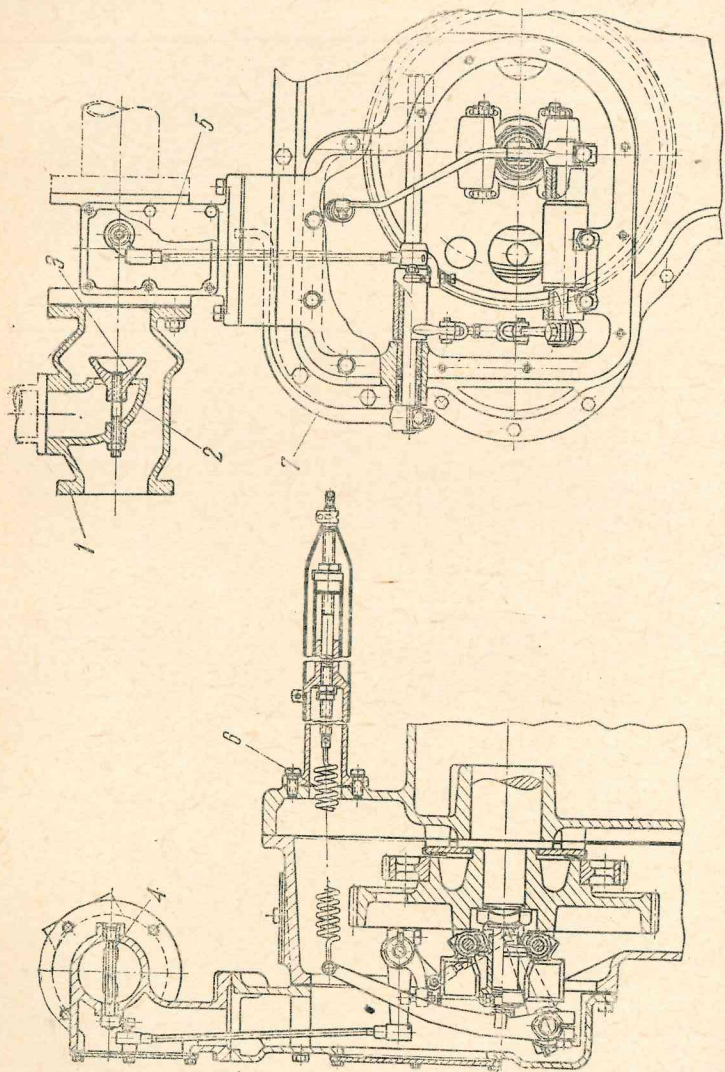


Рис. 102. Смеситель и регулятор

ходящимся в коробке 5. и приводимым в движение от регулятора при помощи системы рычагов.

Число оборотов центробежного регулятора можно уменьшать натяжением пружины 6. Воздействовать на дроссель, т. е. открывать или закрывать подачу смеси, можно также при помощи рычага 7.

Пуск двигателя МГ-17 осуществляется с помощью специального бензинового двигателя (рис. 103), расположенного сбоку мотора и присоединенного к его картеру; пуск двигателя МГС-17 предусмотрен от электростартера. Эти устройства рассмотрены позже.

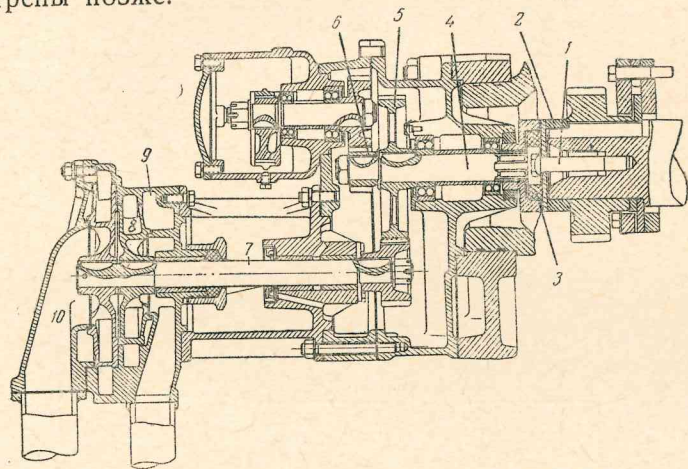


Рис. 103. Агрегат вспомогательных механизмов

Зажигание двигателя, как уже отмечалось, двойное и осуществляется от двух магнето, работающих синхронно. Магнето с вращающимися магнитами типа БС-4.

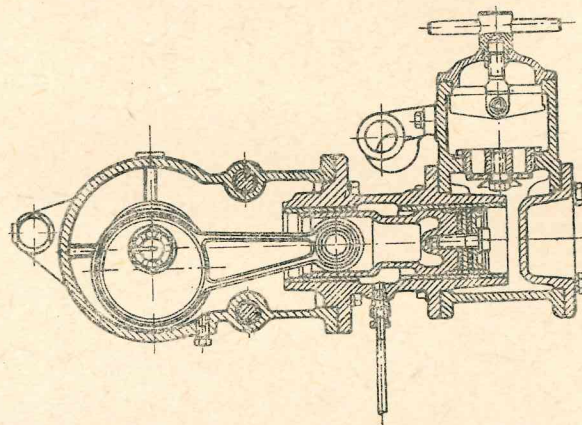


Рис. 104. Трюмный насос

Двигатель МГС-17 (Р2) такой же конструкции, как и МГ-17, но имеет следующие особенности: 1) от двигателя дополнительно приводятся следующие механизмы: центробежный насос для подачи воды в скруббер, трюмный насос, два масляных насоса реверсивной гидромфты. Эти насосы вместе с насосом для охлаждающей воды двигателя соединены в один агрегат судовых

механизмов, расположенный впереди двигателя и составляющий с ним одно целое; 2) за двигателем устанавливается гидромфта; 3) динамомашинка устанавливается мощностью в 500 ватт с напряжением 12 вольт.

Агрегат судовых механизмов показан на рис. 103.

На переднем конце коленчатого вала с помощью болта 1 укреплен стальная втулка 2 с двумя кулачками, входящими в выемки текстолитовой шайбы 3. Шайба 3 имеет две выемки, в которые с другой стороны шайбы входят кулачки муфты, надетой на шлицы приводного вала судовых механизмов 4, лежащего в двух шариковых подшипниках. Вал вспомогательных механизмов 4 имеет две шестерни, из которых большая 5 сцеплена с зубчатыми колесами водяных и масляных насосов, а малые 6 — с зубчатым колесом трюмного насоса. От вала 7 насосов, имеющих число оборотов 2000 в минуту, приводится в действие насос для охлаждения двигателя 8, расположенный в одном корпусе 9 с насосом скруббера 10. Трюмный насос спроектирован поршневым (рис. 104); диаметр цилиндра его 50 мм и ход поршня 30 мм. Для питания гидравлической муфты приняты насосы шестерчатого типа.

КАРБЮРАТОРЫ

38. Назначение карбюратора и требования, предъявляемые к нему

Для того чтобы двигатель дал первые обороты, необходимо, как выше отмечалось, осуществить ход всасывания, затем сжатия и в конце его воспламенить горючую смесь. Из этого видно, что при пуске мотора с первого же хода всасывания в цилиндр двигателя должна подаваться готовая горючая смесь. В первых газоходах этого достичь не удавалось, так как при первых оборотах двигателя в цилиндры его засасывались сначала воздух и водяные пары, заполнявшие при остановленном моторе газопровод, очистители, а иногда и часть самого газогенератора. Поэтому в газоходах, построенных до 1939 г., сначала пускали мотор на бензине и лишь после того, как работой мотора был удален из газопровода воздух, двигатель переводили на генераторный газ. Новые газогенераторные установки имеют на газовой трубе вентилятор, подводящий генераторный газ к смесителю до пуска мотора, а самый пуск производится у тракторных моторов электрическим стартером (ЧТЗ) или специальным пусковым двигателем внутреннего сгорания.

Для получения газообразной горючей смеси из жидкого топлива и воздуха на время пуска двигателя имеют специальное устройство, называемое карбюратором.

Назначением карбюратора является:

- а) испарение жидкого топлива в определенном количестве в соответствии с нагрузкой двигателя;
- б) смешение полученных горючих паров топлива с воздухом в определенном соотношении и возможность изменения этого соотношения, т. е. получение «богатой» или «бедной» смеси;
- в) подача смеси в двигатель в определенном количестве.

Понятие об устройстве и действии карбюратора. Схематически в разрезе карбюратор показан на рис. 105. Он состоит из двух основных частей — поплавковой камеры 1 и смесительной камеры 2. Поплавковая камера поддерживает постоянный уровень бензина в карбюраторе, независимо от нагрузки двигателя и числа его оборотов.

Главными деталями поплавковой камеры являются: поплавок 13, качающийся на рычажке 3 около оси 4 в зависимости от изменения уровня бензина; игольчатый клапан, состоящий из иглы 5, поднимаемой или опускаемой поплавком или рычажком

его; седла клапана 6, над которым помещен бензинопровод, подводящий топливо самотеком к карбюратору из расположенной несколько выше карбюратора бензиновой цистерны.

Назначение поплавковой камеры заключается в следующем: если во время работы двигателя часть бензина из поплавковой камеры будет удалена, уровень бензина в ней понизится, поплавок опустится, игла 5 откроет клапан 6, и бензин будет посту-

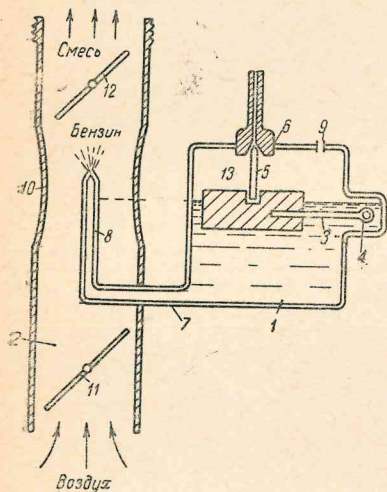


Рис. 105. Схема карбюратора

пать в поплавковую камеру. При поступлении туда бензина уровень его повысится, поплавок поднимется, игла 5 закроет клапан 6 для подачи бензина и последний займет в поплавковой камере первоначальный уровень.

Назначением смесительной камеры 2 карбюратора является приготовление рабочей смеси и регулирование качества ее, а также и количества смеси, подаваемой в цилиндры двигателя.

Поплавковая камера соединена со смесительной камерой трубкой 7, оканчивающейся насадкой 8, имеющей одно или несколько очень мелких отверстий. Насадка 8 называется жиклером.

Выходное отверстие жиклера находится немного выше уровня бензина в поплавковой камере. При остановленном моторе уровень бензина в жиклере будет находиться ниже его выходного отверстия, и бензин не будет вытекать. Жиклер расположен в середине корпуса смесительной камеры, представляющей собой цилиндр 10 переменного сечения, один конец которого (верхний на чертеже) соединен со всасывающим трубопроводом, а другой открыт для поступления воздуха.

Перед жиклером и за ним расположены дроссельные клапаны 11 и 12, служащие для регулирования качества и количества смеси, подаваемой в цилиндры двигателя.

Во время работы двигателя или при его пуске ход всасывания (1-й такт) отбирает воздух или газы из верхней части карбюратора, вследствие чего над жиклером образуется разреженное пространство. Сообщающиеся сосуды — поплавковая камера и жиклер — будут иметь разные давления на уровень бензина: в поплавковой камере — давление атмосферы, так как она соединена отверстием 9 с атмосферой, а над жиклером — разрежение. Давлением атмосферы часть бензина из поплавковой камеры будет подаваться в жиклер и выходить из него тонкой струей в виде фонтана. В то же время мимо дроссельного клапана 11 в смесительную камеру с достаточно большой скоростью пойдет из атмосферы воздух. Струйки воздуха, встречаясь с мелко-

дробленными струйками бензина, имеющими большую поверхность, испаряют бензин, смешиваются с парами его, образуют рабочую смесь, которая через дроссельный клапан 12 направляется через всасывающий трубопровод в цилиндры двигателя. Если дроссельный клапан 11 прикрыть, то проход для воздуха будет сильно затруднен, и он начнет поступать в меньшем количестве; кроме того разрежение за жиклером увеличится и больше будет вытекать бензина через жиклер; смесь вследствие этого обогатится парами бензина. При полном открытии этого дроссельного клапана смесь будет более бедной.

Назначением дроссельного клапана 12 является регулирование количества смеси, подаваемой в цилиндры двигателя. Эта регулировка основана на следующем: если дроссельный клапан 12 закрыть совсем, то при ходе всасывания смесь не будет подаваться в цилиндры двигателя, в его цилиндрах будет лишь большее разрежение воздуха. Если клапан 12 открыть на небольшую величину, то смеси будет подано небольшое количество и в конце всасывания цилиндры двигателя заполнятся смесью, имеющей очень малое давление, а следовательно, и малый вес. При полном открытии этого клапана смесь свободно пройдет в цилиндры, наполняя их с малым разрежением, а следовательно, вес поданной в цилиндр горючей смеси увеличится, и при сгорании ее разовьется большая работа.

Карбюраторы бывают разных систем; ниже рассмотрены два типа, обычно применяемые для газоходов.

39. Карбюраторы двигателя СТЗ и ХТЗ

Карбюраторы двигателя СТЗ и ХТЗ в газоходостроении применяются нередко и для двигателей ЧТЗ. Схематически в разрезе этот карбюратор показан на рис. 106, общий вид в продольном разрезе — на рис. 107 и поперечный разрез — на рис. 108. Поплавковая камера этого карбюратора расположена здесь над смесительной камерой, а не рядом с ней, как было на рассмотренной выше схеме.

Поплавков в камере выполнен в виде кольца. Игольчатый клапан закрывается иглой при ее подъеме при перемещении рычажка поплавка. Жиклер имеет вид трубки, идущей вниз от поплавковой камеры, причем конец его в самой поплавковой камере

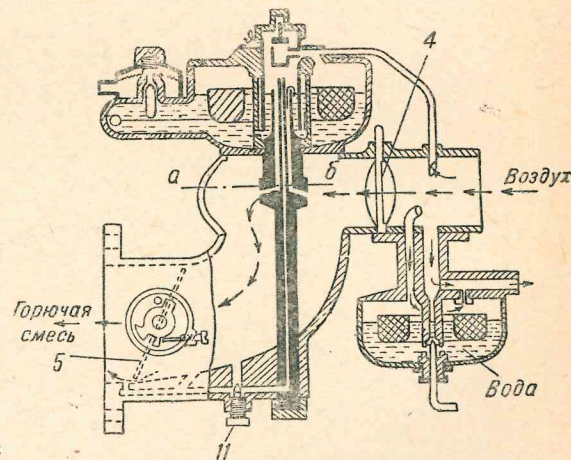


Рис. 106. Схема работы карбюратора СТЗ

стоит выше постоянного уровня бензина в ней, регулируемого поплавком; в смесительной камере у жиклера для выхода бензина имеются отверстия, расположенные на равной высоте.

У смесительной камеры, находящейся под поплавковой, сбоку лежит патрубок для подвода воздуха и расположенный несколько ниже его горизонтальный патрубок для отвода рабочей смеси. В указанных патрубках (рис. 106) помещаются дроссельные клапаны 4 и 5, назначение которых рассмотрено выше (количественное и качественное регулирование подачи рабочей смеси).

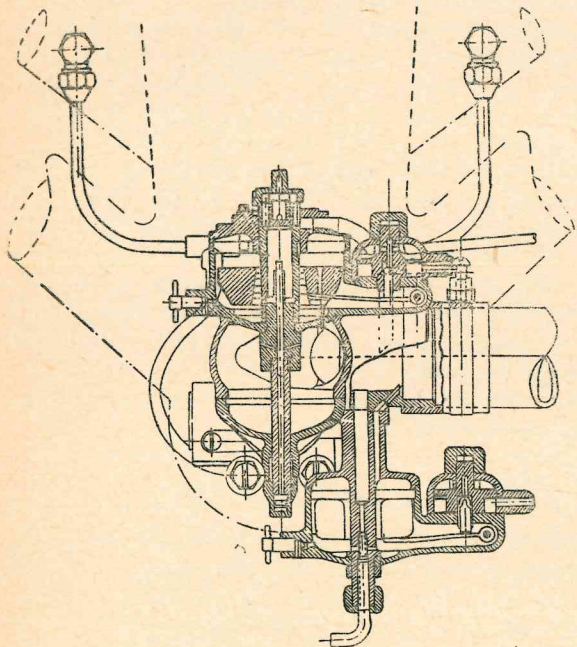


Рис. 107. Карбюратор СТЗ (продольный разрез)

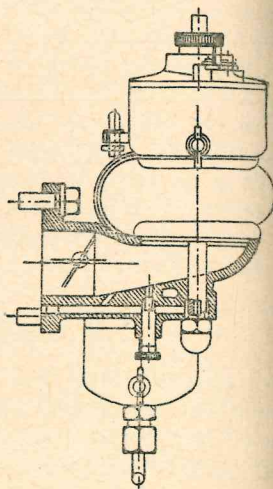


Рис. 108. Карбюратор СТЗ (поперечный разрез)

В поплавковой камере над жиклером есть еще регулирующий колпачок с крышкой сверху. Колпачок снизу имеет проход для бензина из поплавковой камеры, а верхняя часть его связана трубкой с патрубком, подводящим воздух в карбюратор.

При работе двигателя в смесительной камере образуется разрежение и бензин из жиклера переходит в камеру смешения; при этом над жиклером образуется разреженное пространство и уровень бензина в нем поднимается; таким образом бензин будет поступать в жиклер, а затем в смесительную камеру, как и показано на рис. 106.

При такой схеме подачи в смесительную камеру будет засосано излишнее количество бензина; для регулирования надлежащего количества необходимо менять величину разрежения над жиклером, что производится сообщением верхней части колпач-

ка в большей или меньшей степени с патрубком, подающим в карбюратор воздух, путем вращения крышки колпачка.

Наибольшая подача бензина в жиклер будет в том случае, когда в верхнюю часть колпачка крышкой его подача воздуха будет прекращена. Внутри жиклера имеется дополнительная трубка, соединяющая верхнюю часть колпачка с пространством карбюратора за дроссельным клапаном для смеси, перекрываемая игольчатым клапаном 11 (рис. 106). Этот клапан увеличивает разрежение в верхней части колпачка, когда двигатель дает малое число оборотов. Так как в этом случае дроссельный клапан 5 почти закрыт, то разрежение в смесительной камере, учитывая при этом малое число оборотов двигателя, будет недостаточным для получения богатой смеси; во избежание этого внутренность колпачка и соединяется с сильно разреженным в этом случае пространством за дроссельным клапаном 5.

При сжатии рабочей смеси в цилиндре (2-й такт) она нагревается; чем больше степень сжатия, тем выше может нагреться смесь, а при высоких степенях сжатия она может даже самовоспламениться значительно раньше, чем поршень дойдет до своего верхнего положения. Чтобы этого не было, в карбюраторе двигателя СТЗ предусмотрено устройство для подачи в цилиндры двигателя небольшого количества воды, испарение которой в цилиндрах понижает температуру сжатой горючей смеси, устраняя возможность ее самовоспламенения.

40. Карбюратор двигателя ЧТЗ

Карбюратор двигателя ЧТЗ типа Энсайн показан схематически на рис. 109, а конструктивное устройство его дано на рис. 110. Устройство его несколько сложнее, чем у описанных выше карбюраторов, но основные части те же.

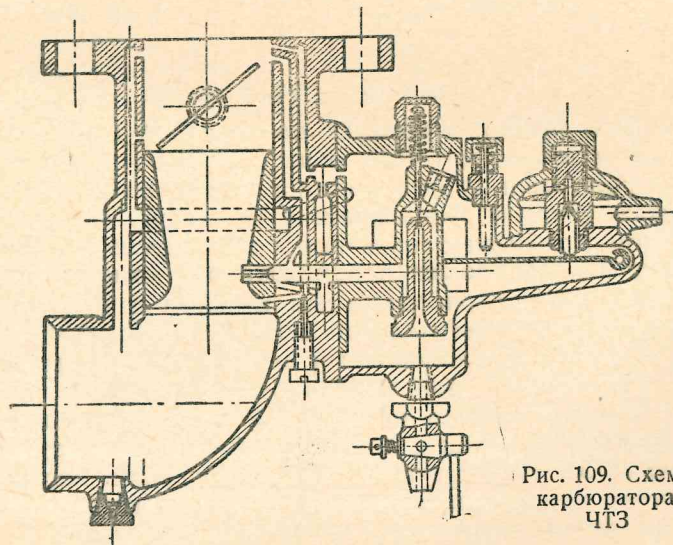


Рис. 109. Схема карбюратора ЧТЗ

Карбюратор имеет (рис. 110) поплавковую камеру 1 и смесительную камеру 2. Поплавок 5 у этого карбюратора раздвоенный, а рычажок 6 имеет форму вилки. Игольчатый клапан 8 прекращает доступ бензина в карбюратор при подъеме поплавка. Перед поступлением в карбюратор бензин проходит через фильтр 10 с сеткой 11. Для подачи большого количества бензина в карбюратор, с целью получения на короткое время очень бога-

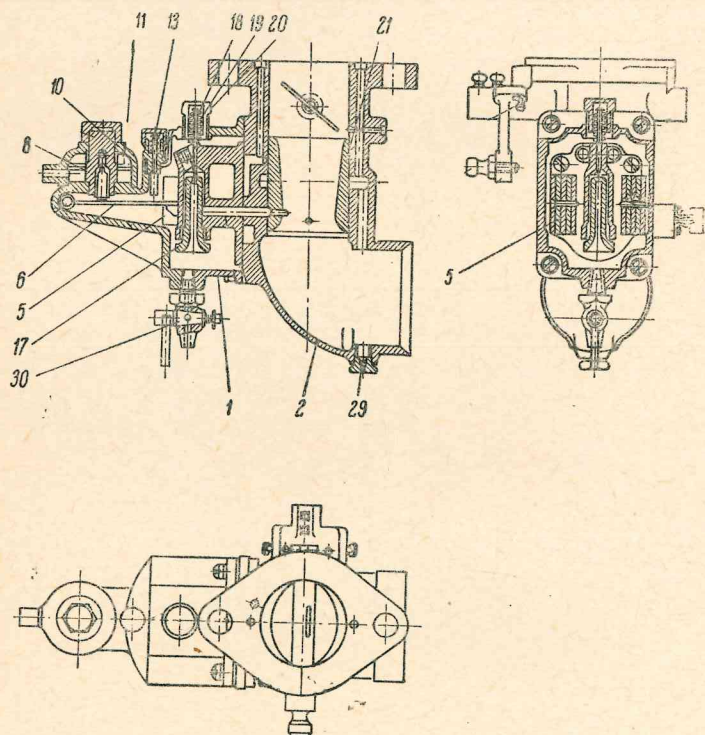


Рис. 110. Карбюратор ЧТЗ в разрезе

той смеси (при пуске), в корпусе поплавковой камеры имеется стержень 13, нажимая который можно опустить поплавок независимо от состояния уровня бензина в поплавковой камере и поддерживать таким образом игольчатый клапан открытым. Бензин при этом может заполнить всю поплавковую камеру; главный жиклер 17 расположен в поплавковой камере; над ним имеется колпачок с горизонтальным каналом для отвода бензина в диффузор 21 смесительной камеры. Над отверстием главного жиклера есть регулировочный игольчатый клапан 18 с пружиной 19 и регулировочным колпачком 20. В нижней части смесительной камеры имеется отверстие 29 для стока излишнего неиспарившегося бензина; в поплавковой камере находится спускной клапан 30. Назначение отдельных каналов карбюратора будет описано при рассмотрении работы этого карбюратора, допускающего резкие перемены в мощности двигателя.

Работа карбюратора двигателя ЧТЗ при большой нагрузке и на холостом ходу показана на рис. 111—112. При работе двигателя с полной нагрузкой в узком сечении диффузора будет разрежение, которое удалит часть содержимого горизонтального канала главного жиклера 4 (рис. 111) и пространства над главным жиклером. Под действием этого разрежения топливо поднимается в главном жиклере и через верхнее отверстие его и горизонтальный канал пойдет в диффузор, где смешается с воздухом и образует рабочую смесь. При малых нагрузках или холостых ходах дроссельный клапан устанавливается в положение, близкое к закрытому, и разрежение за ним будет очень большое, а перед дросселем ничтожное. По каналу холостого хода 1 содержимое выйдет из горизонтальной трубки жиклера и из пространства над главным жиклером. Количество топлива, выпускаемое из отверстия главного жиклера, вследствие увеличения разрежения возрастает, и вытекающее топливо заполнит нижнюю часть горизонтального канала, откуда пойдет в канал холостого хода, компенсационную камеру 2 и ее жиклеры. Смесь при этих условиях будет поступать в цилиндры двигателя в небольшом количестве, но богатая парами бензина.

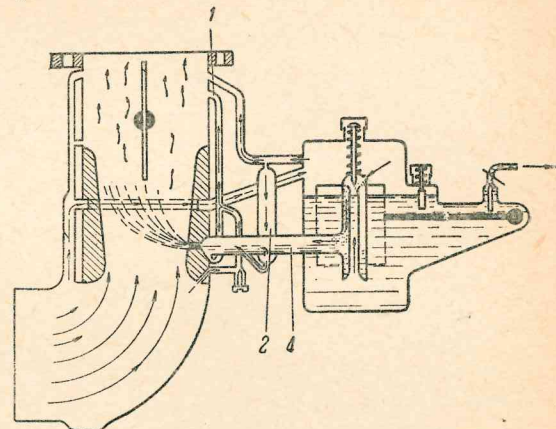


Рис. 111. Схема работы карбюратора ЧТЗ при полной мощности

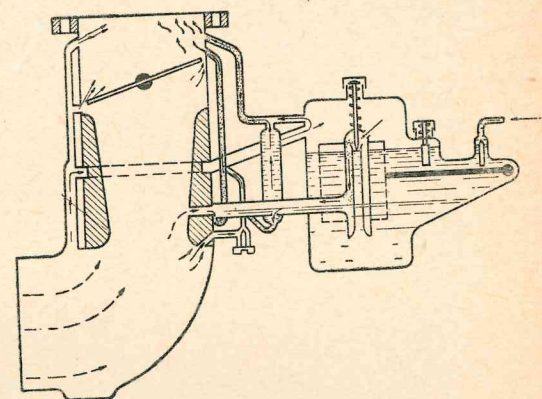


Рис. 112. Схема работы карбюратора ЧТЗ при холостом ходе

Назначение компенсационной камеры заключается в улучшении подачи топлива во время перехода от малых нагрузок к большим. Если быстро открыть дроссельный клапан, то резко снижается разрежение в каналах холостого хода и топливо из компенсационной камеры поступает в горизонтальный канал главного жиклера, откуда будет вытекать в диффузор, создавая этим на время изменения хода с малого на полный богатую смесь и в большом количестве.

Назначение компенсационной камеры заключается в улучшении подачи топлива во время перехода от малых нагрузок к большим. Если быстро открыть дроссельный клапан, то резко снижается разрежение в каналах холостого хода и топливо из компенсационной камеры поступает в горизонтальный канал главного жиклера, откуда будет вытекать в диффузор, создавая этим на время изменения хода с малого на полный богатую смесь и в большом количестве.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ГАЗОХОДОВ

41. Устройство и принцип действия приборов для зажигания

Воспламенение рабочей смеси в рабочем цилиндре в конце хода сжатия в газовых двигателях и двигателях легкого жидкого топлива (бензиновых, керосиновых) осуществляется с помощью электрической искры, получаемой от тока высокого напряжения.

Устройство для зажигания состоит из трех основных частей: 1—свечей, ввинчиваемых в цилиндры двигателя, между контактами которых проскакивает в должный момент искра, воспламеняющая рабочую смесь; 2—проводников электрического тока, проводящих последний к свече; 3—источника тока, подающего в должный момент электроэнергию к свечам.

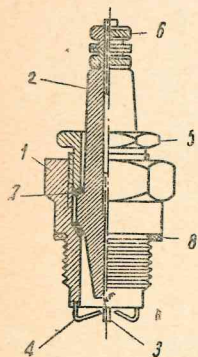


Рис. 113.
Свеча ЧТЗ

Свеча. Действие свечи основано на том, что если в электрической цепи высокого напряжения будет разрыв с небольшим расстоянием между проводниками (у свечей обычно 0,5—0,75 мм), ток дает тогда между ними искру или ряд искр, следующих одна за другой, воспламеняющих рабочую смесь.

Свеча, применяемая для двигателей СТЗ и ЧТЗ (рис. 113), состоит из изолированного металлического стержня 3, расположенного в фарфоровой втулке 2, служащей изоляцией; в верхней части этот металлический стержень имеет зажим 6 для присоединения проводника от источника тока. Фарфоровый изолятор расположен в металлическом корпусе свечи 1, имеющем в нижней части нарезку для соединения его с цилиндром двигателя, а в верхней — шестигранную головку под гаечный ключ. Между изолятором и корпусом свечи лежат упругие уплотнительные прокладки 7, чтобы газы не прорывались через свечу в атмосферу и для уменьшения хрупкости всего устройства. Изолятор укрепляется гайкой 5. Прокладка 8 служит уплотнением между цилиндром и свечой. Корпус свечи имеет от одного до четырех загнутых стержней 4, между одним из которых и

центральным стержнем свечи проскакивает при пропускании тока искра, воспламеняющая горючую смесь.

Проводники к свечам. Одним проводником электрического тока от магнето к свечам являются корпус магнето, металлические части двигателя и внешний корпус свечей. Вторым проводником является провод, выполненный из нескольких тонких медных луженых проволок, хорошо изолированный толстой резиновой оболочкой. Для соединения со свечой на этот провод надет металлический наконечник, позволяющий легко выключить свечу для ее осмотра.

Устройство для получения тока высокого напряжения для зажигания. Для того чтобы получить надежное воспламенение рабочей смеси в цилиндре, необходимо иметь расстояние между стержнями свечи, между которыми проскакивает искра, достаточной величины. Искра между двумя проводниками, находящимися на таком расстоянии, может быть получена лишь в том случае, если подводимый к свече электрический ток будет иметь высокое напряжение — от 12 000 до 18 000 вольт.

Получение такого тока непосредственно от динамомашин или от аккумуляторной батареи встречает большие затруднения. В существующих устройствах, дающих ток для зажигания, получают сначала ток низкого напряжения, а затем последний с помощью специальных устройств преобразуется в ток высокого напряжения.

Кроме того, поскольку ток для зажигания газовой смеси должен подаваться в каждый отдельный цилиндр двигателя в конце хода сжатия, к устройству, питающему электроэнергией свечу, предъявляются следующие требования:

- 1) получение в достаточном количестве тока низкого напряжения;
- 2) преобразование тока низкого напряжения в ток высокого напряжения в конце хода сжатия;
- 3) направление полученного тока высокого напряжения в соответствующий цилиндр, т. е. одно устройство должно обслуживать работу всего двигателя;
- 4) надежность работы всего устройства и легкость выключения зажигания для остановки мотора;
- 5) изменение времени воспламенения смеси в каждом цилиндре (более позднее при малом числе оборотов и более раннее при увеличении числа оборотов).

Устройства для получения тока для зажигания можно разделить на следующие основные типы:

- 1) зажигание от магнето;
- 2) зажигание от аккумуляторной батареи;
- 3) зажигание от динамомашин и аккумуляторной батареи (динамо-аккумуляторное).

Чаще всего применяется зажигание от магнето, рассматриваемое ниже.

Зажигание от магнето. Основные системы магнето разделяются на две группы: магнето с неподвижными магнитами и магнето с вращающимися магнитами.

Магнето с неподвижными магнитами в своем устройстве представляет динамомашину с постоянными искусственными магнитами, сделанными из стальных подковообразных полос. Концы полос этих магнитов образуют сильное магнитное поле, в котором вращается якорь магнето, сделанный из большого количества листов мягкого железа, изолированных друг от друга. У якоря двутавровое сечение для удержания обмоток при вращении. При вращении якоря обмотки его пересекают силовые линии магнитного поля, вследствие чего в них и возбуждается электрический ток. В этой части магнето напоминает динамомашину. Существенным отличием магнето с неподвижными магнитами является наличие на якоре двух обмоток. Действие первой было отмечено выше — получение тока при пересечении силовых линий магнитного поля проводниками катушки якоря. Ток, получаемый таким образом, имеет низкое напряжение и не может быть использован при зажигании.

Для получения тока высокого напряжения рядом с обмоткой низкого напряжения с малым числом витков располагается вторая обмотка с большим числом витков. Если в обмотке низкого напряжения возникает электрический ток, то по законам индукции в находящейся рядом обмотке с большим количеством витков будет индуцироваться ток высокого напряжения. Напряжение его будет тем выше, чем больше будет отношение числа витков обмотки высокого напряжения к числу витков обмотки низкого напряжения.

Следует при этом отметить, что образование тока в обмотках высокого напряжения будет происходить лишь в то время, когда в цепи низкого напряжения сила тока будет изменяться по величине; если же в ней установится постоянная сила тока, то во вторичной обмотке ток индуцироваться не будет. Поэтому в магнето имеется специальное устройство для прерывания тока в цепи низкого напряжения, действие которого сводится к следующему: при перерыве тока низкого напряжения сила тока в ней быстро падает, и, во время этого изменения силы тока в первичной обмотке, индуцируется ток высокого напряжения во вторичной обмотке. Таким образом индуцирование тока в обмотке высокого напряжения будет происходить лишь в момент размыкания цепи низкого напряжения и в момент возобновления в ней тока.

Схематическое расположение отдельных частей магнето показано на рис. 114. Концы (полюсы) подковообразного искусственного магнита 2 образуют магнитное поле, в котором вращается якорь 1, приводимый в движение от главного вала двигателя через зубчатую передачу. У якоря две обмотки — низкого напряжения 3 и высокого напряжения 4. Как отмечено выше, обмотка низкого напряжения имеет малое число витков изолированной проволоки сравнительно большого сечения, а обмотка

высокого напряжения — большое количество витков хорошо изолированного провода очень малого сечения. Если цепь низкого напряжения будет замкнута, то при вращении якоря в магнитном поле постоянных магнитов в цепи образуется ток довольно большой силы, но низкого напряжения. Этот ток на схеме имеет следующее движение: из якоря 1 по проводу 13 через замкнутый прерыватель 6 и через массу мотора и магнето 5 вернется к другому концу обмотки низкого напряжения якоря.

При вращении якоря его обмотки пересекают неодинаковое количество магнитных линий, и поэтому ток в обмотке низкого напряжения будет иметь за один полуоборот переменную величину почти от нуля до наибольшей величины. В тот момент, когда ток в первичной обмотке достигнет наибольшей величины, прерыватель 6 замыкает цепь низкого напряжения и сила тока в ней почти мгновенно падает до нуля; в этот момент во второй обмотке индуцируется ток высокого напряжения.

Ток высокого напряжения направится из якоря 1 через провод 4 к вращающемуся угольному контакту 15 распределителя тока, через неподвижный контакт его по проводу 9 на свечу 10, где проскочит искра, и вернется к якору через массу мотора и магнето 5.

Если вращающийся контакт распределителя в момент разрыва цепи низкого напряжения будет стоять против какого-либо из остальных неподвижных контактов, то искра будет дана в один из цилиндров мотора.

Кроме этой основной схемы магнето имеет еще дополнительные устройства, из которых отметим следующие: в цепи низкого напряжения включены конденсатор 7 (рис. 114) и выключатель 12, а в цепи высокого напряжения — предохранитель 10. Конденсатор 7 состоит из нескольких тонких листов олова, изолированных между собой листочками слюды или парафинированной бумаги, соединенных, как показано на схеме, с массой магнето и проводом низкого напряжения.

Назначением конденсатора является уменьшение искрения в прерывателе 6, так как при этом происходит обгорание контактов. Это искрение вызывается тем, что во время прерывания тока низкого напряжения ток высокого напряжения индуцируется не только в обмотке высокого напряжения, но частично

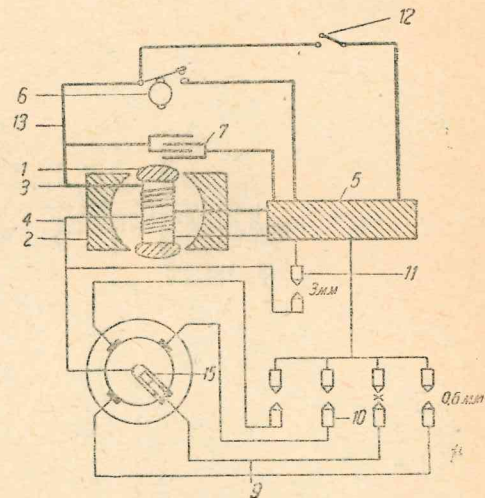


Рис. 114. Схема магнето БОШ

и в обмотке низкого напряжения; последний и дает искрение в прерывателе.

Выключатель тока 12 прекращает зажигание в цилиндрах двигателя. Если через него замкнуть ток низкого напряжения, то во время разрыва цепи низкого напряжения прерывателем 6 ток направится через проводник мимо выключателя на массу двигателя и к якору. Разрыва цепи, таким образом, не будет, а следовательно, не будет индуктироваться и ток высокого напряжения.

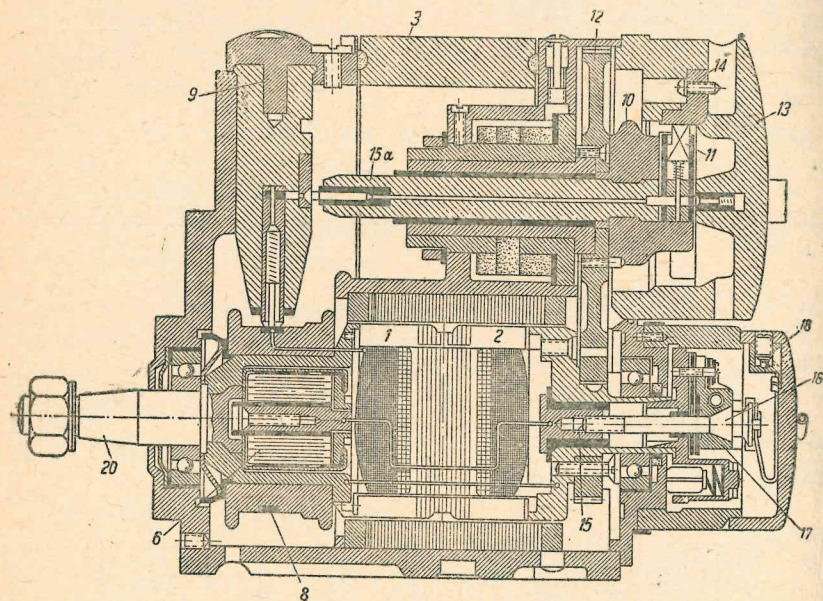


Рис. 115. Магнето БОШ в разрезе

Предохранитель 11 в цепи высокого напряжения ставится для предохранения изоляции проводников высокого напряжения от пробивки током излишне высокого напряжения. Предохранитель 11 имеет два контакта с расстоянием большим, чем между контактами в свечах. Если почему-либо свечи загрязнятся, или один из контактов их изолируется, то искра будет проскакивать в предохранитель 11, не пробивая изоляции в проводе.

Для газоходов обычно применяются четырехцилиндровые четырехтактные двигатели. Следовательно, за два оборота вала в цилиндрах должно быть четыре вспышки (по одной в каждом цилиндре). За один оборот якора магнето получается два раза наибольшая величина силы тока и два раза за один оборот этот ток прерывается прерывателем.

Магнето с неподвижными магнитами в продольном разрезе показано на рис. 115. Главнейшие его части следующие. Магнит 3 установлен в бронзовом корпусе. Якорь магнето 1—2 сидит на валу 20, лежащем на двух шариковых подшипниках. На высту-

пающий конец вала с конусом и гайкой надевается зубчатое колесо, связывающее его через другую зубчатку с валом двигателя, от которого вал магнето и получает вращение. Один конец первичной и один конец вторичной обмоток спаяны вместе и соединены с валом магнето. Другой конец первичной обмотки присоединен к изолированной втулке 15. Конденсатор 6 расположен на якоре. Направление тока низкого напряжения в магнето: из якора через втулку 15 и болт 16 на изолированный контакт прерывателя 17. К болту 16 прижимается пружина, передающая ток из зажима 18, от которого идет ток на замыкатель для выключения зажигания. Ток высокого напряжения идет на коллектор 8 и через угольную щетку и щеткодержатель 9 передается на мостик 15а, внутри которого имеется проводник; через него ток подводится к вращающемуся угольному контакту 11 распределителя.

Распределитель вращается зубчаткой 12, соединенной с зубчаткой якора, расположенной под ней. От вращающегося контакта распределителя ток высокого напряжения идет на один из неподвижных контактов распределителя 14, расположенных в крышке его 13, откуда через зажимы по проводу попадает на соответствующую свечу. Изменение моментов зажигания производится вращением вручную корпуса прерывателя, детали которого показаны на рис. 116 в положении замкнутого и разомкнутого тока.

Диск прерывателя 4 (рис. 116) вращается вместе с валом якора и закрепленным на нем контактом 1, соединенным с первичной обмоткой; против этого контакта расположен молоточек, имеющий форму углового рычага 2—3, прижимаемый к контакту 1 пружиной 6. Вращающаяся шайба охвачена бугелем 7, имеющим выступы 5. При вращении шайбы концы углового рычажка 3 набегают на выступы и отводятся последними на некоторую величину; другой конец углового рычажка 2 отводится от контакта 1 и этим производится размыкание первичного тока. Бугель 7 имеет прилив 8, с помощью которого его можно перемещать от руки на некоторый угол. При этом сместятся выступы 5, изменится время размыкания цепи низкого напряжения, а следовательно, и время зажигания. Устройство распределителя тока показано на рис. 117.

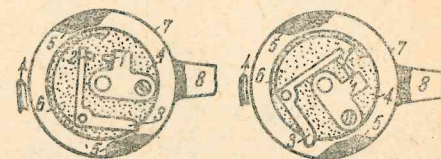


Рис. 116. Прерыватель магнето БОШ

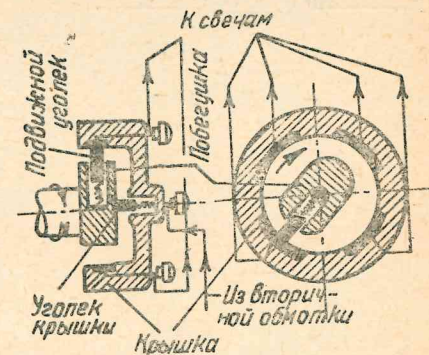


Рис. 117. Распределитель магнето БОШ

Магнето с вращающимися магнитами. Описанное магнето с неподвижными магнитами системы Бош нашло широкое применение в нашем моторном флоте. Его основной недостаток заключается в том, что обмотки вращаются вместе с якорем, вследствие чего оно имеет довольно сложную передачу тока на распределительные устройства.

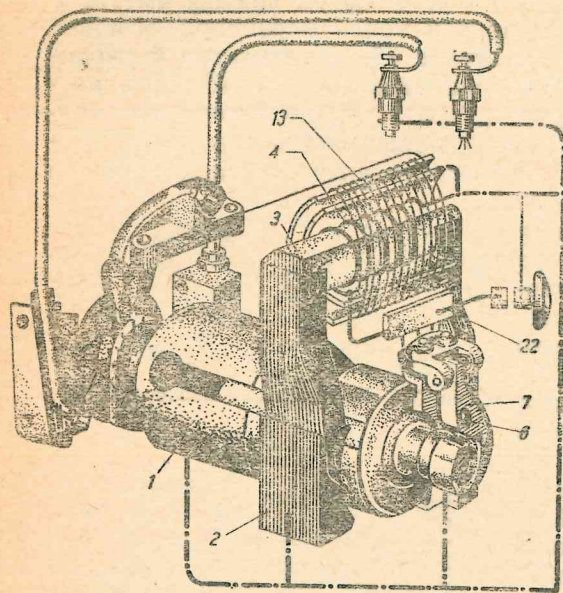


Рис. 118. Магнето с вращающимися магнитами

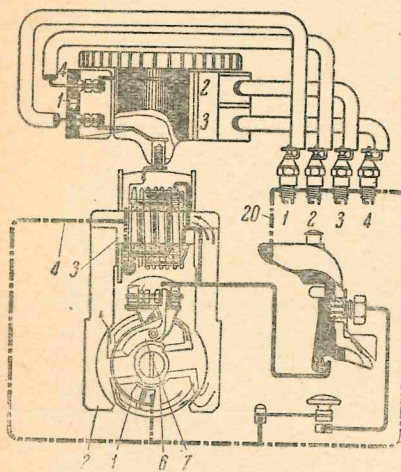


Рис. 119. Схема включения магнето с вращающимися магнитами

(12—16 тыс. витков из проволоки диаметром 0,07 мм). Между катушками первичной и вторичной обмоток расположен конден-

В последнее время на тракторных моторах устанавливают магнето типа «Сцинтилла», у которого обмотки неподвижны, а вращаются магниты. Принципиальная схема его остается той же, как и магнето Бош (рис. 114), с той лишь разницей, что вращаются магниты 2, а сердечник 1 вместе с обмотками 3 и 4 остается неподвижным.

Схематическое расположение главнейших частей этого магнето пока-

зано на рис. 118 и 119. Постоянный магнит 1 (рис. 118) этого магнето (ротор) вращается на оси, приводимой в движение через зубчатую передачу от главного вала двигателя. У ротора друг против друга расположены полюсные башмаки 2, соединенные сердечником катушки 3. На сердечнике установлена катушка с двумя обмотками — первичной и вторичной. Первичная обмотка, или обмотка низкого напряжения, выполнена с небольшим количеством витков 4 из толстой проволоки (диаметр 1 мм, число витков 170). Эта катушка надета на сердечник. Катушка вторичной обмотки 13 выполнена из очень большого количества витков тонкой проволоки

сатор 22, сделанный из листов станиоля с изоляционной прокладкой из парафинированной бумаги. Около катушек расположен распределитель, получающий вращение от валика магнето.

Работа магнето этого типа заключается в следующем: при вращении магнита (рис. 119) его силовые линии при проходе мимо полюсных башмаков смещаются и в первичной катушке возникает ток низкого напряжения, который и идет по проводникам низкого напряжения 4—20. В эту цепь включен прерыватель тока 6—7 и короткозамыкатель его. Прерыватель тока при определенном положении магнита разрывает цепь тока низкого напряжения, вследствие чего во вторичной обмотке возникает ток высокого напряжения, который и дает в свечах искры, воспламеняющие горючую смесь в цилиндрах мотора.

Для своевременного зажигания смеси в том или ином цилиндре ток направляется вниз через распределитель.

Назначение конденсатора, как отмечалось выше, — уменьшение искрообразования между контактами прерывателя. Провода от свечей должны присоединяться к распределителю в соответствии с порядком зажигания в цилиндрах.

Магнето с вращающимися магнитами «Сцинтилла» типа СС-4, применяемого на газоходах, показано в разрезе на рис. 120.

Вращающийся магнит 1 (отдельно показанный на рис. 121) около полюсов охватывается неподвижными стойками 3, которые сверху соединены собой сердечником 2 с помощью винтов. Зазор между полюсами вращающегося магнита и неподвижными стойками имеет очень малую величину для возможно малого ослабления магнитного потока. Стойки 3 у сердечника 2 и наконечник у магнита выполнены из большого количества листов мягкого отожженного железа, что позволяет первым быстро намагничиваться и размагничиваться; такое выполнение наконечников магнита сделано для уменьшения возникновения вредных токов Фуко. Стойки 3 укреплены в алюминиевом кор-

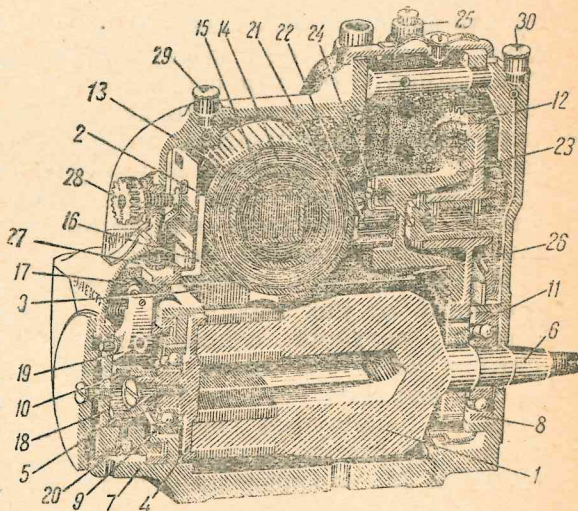


Рис. 120. Магнето с вращающимися магнитами «Сцинтилла» типа СС-4

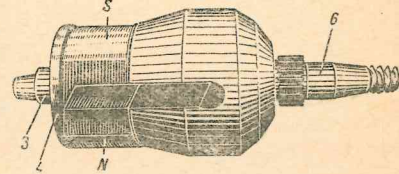


Рис. 121. Вращающийся магнит

пусе магнето 7. Сердечник 2 имеет первичную обмотку 13 и вторичную обмотку 14, между которыми расположен конденсатор 15, выполненный из тонких листов алюминия, изолированных друг от друга специальной бумагой.

Один конец первичной обмотки присоединен к сердечнику, а следовательно и к массе магнето, другой же конец припаян к латунной пластинке 16. Эта пластинка пружинящими латунными щетками прижимается к наковальне прерывателя, в котором закреплен неподвижный контакт 17. Прерыватель, показанный отдельно на рис. 122, расположен в задней части магнето и имеет алюминиевое основание 18, расположенное в специальной выемке и скрепленное с корпусом пальцем и двумя винтами. Для правильной установки основания прерывателя между ним и корпусом магнето имеются тонкие латунные шайбы, а от боковых перемещений прерыватель предохраняется винтами, находящимися в корпусе магнето. В выступе основания прерывателя закреплена изолированная от корпуса магнето бронзовая наковальня с неподвижным контактом 17, к которой присоединен один конец первичной обмотки.

Между дисками основания прерывателя расположен неизолированный от них молоточек 19, верхняя часть которого имеет контакт, могущий соприкоснуться с контактом наковальни, а нижняя часть его имеет фибровый выступ. Молоточек прижимается стальной пружиной к вращающемуся кулачку 10, закрепленному с помощью винта на заднем конце вала магнето. Рабочая поверхность кулачка смазывается пропитанным маслом фитилем 20, установленным в дисках основания прерывателя.

При набегании кулачка на фибровый выступ молоточка и происходит размыкание контактов первичной обмотки два раза за один оборот ротора. Контакты наковальни и молоточка выполнены во избежание обгорания из вольфрама; расстояние между ними может регулироваться контактом наковальни, тело которой имеет нарезку. Нормальное расстояние между контактами 0,3—0,4 мм.

Один конец вторичной обмотки присоединен к первичной обмотке, а через нее к массе магнето, а другой к латунной пластинке 21, установленной на изоляции передней части катушки обмоток. К пластинке 21 пружиной прижимается угольный контакт 22 барабана распределителя 23, который укреплен на зубчатом колесе 12, сцепленном с зубчатым колесом 11 ротора, имеющим в два раза меньший диаметр.

Неподвижная ось зубчатого колеса 12 имеет фитиль, с помощью которого смазывается ступица этого зубчатого колеса.

Барабан распределителя выполнен из изоляционного материала (карболит), и от его центрального угольного контакта выведены на поверхность два металлических контакта 24, расположенных в разных плоскостях 4 под углом в 90°.

Барабан распределителя охватывается карболитовыми щеками 25; на каждой имеется по два контакта, к которым при помощи винтов с заостренными концами присоединены привода, идущие

к свечам. Между контактами барабана и контактом щеки имеется зазор в 0,25 мм, через который и проскакивает искра. Преимуществом такого искрового распределения является отсутствие износа контактов от трения и улучшение искры в свечах. Ротор магнето при четырехцилиндровом двигателе имеет такое же

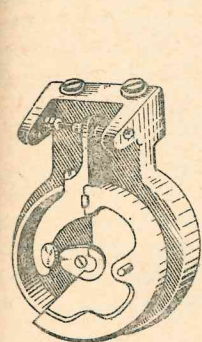


Рис. 122. Прерыватель

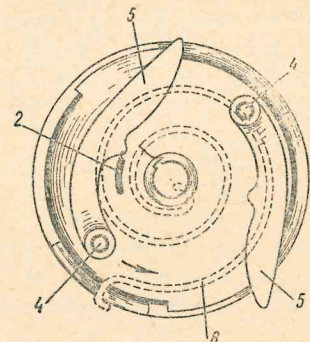


Рис. 123. Схема нового ускорителя

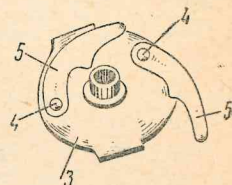


Рис. 124. 3—диск; 4—оси; 5—качающиеся рычажки

число оборотов, как и коленчатый вал мотора, а барабан распределителя, как было отмечено выше, имеет число оборотов в два раза меньше.

Это магнето, как видно из рассмотренного устройства прерывателя, имеет постоянное опережение зажигания, которое при работе мотора не может регулироваться.

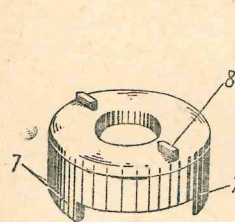


Рис. 125. 7—выступы; 8—ведущая часть ускорителя

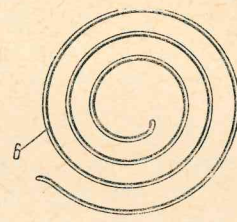


Рис. 126. Пружина

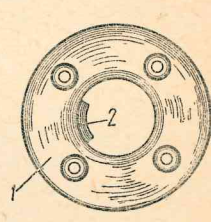


Рис. 127. 1—диск; 2—выступ

Чтобы получить позднее зажигание при пуске мотора и обеспечить хорошую искру при малом пусковом числе оборотов, магнето СС-4 имеет специальное устройство — ускоритель.

Прерыватель изображен на рис. 122. Детали этого устройства показаны на рис. 123—127. Диск 1, имеющий выступ 2, закрепляется винтами на корпусе магнето у выхода валика ротора, а на последнем с помощью шпонки закрепляется диск 3. Диск 3 имеет оси 4, на которых установлены качающиеся рычажки 5. При помощи пружины 6 с этим диском соединена ведущая часть ускорителя 8, закрепленная на ведущем валике с помощью муфты и выполненная в виде чашки с двумя выступами 7.

При пуске двигателя от вращения коленчатого вала будет вращаться ведущая часть ускорителя 8, а через пружину 6 и диск 3. Один из рычажков 5 при этом зацепляется выступающей частью за выступ 2 неподвижного диска 1, и ротор магнето будет неподвижным. Ведущая часть ускорителя 8, продолжая вращаться от коленчатого вала, закручивает пружину 6 и, когда один из поршней двигателя дойдет до верхней мертвой точки, выступ 7 ведущей части ускорителя нажмет на выступающую часть рычажка 5 и освободит его от зацепления с выступом 2 неподвижного диска 1. При этом диск 3 вместе с ротором магнето получает очень быстрое вращение от раскручивания пружины в том же направлении, и магнето дает сильную искру.

Как только двигатель пойдет в ход и число оборотов его достигнет 125—150 в минуту, выступающие концы рычажков 5 под действием центробежной силы разойдутся и не будут зацепляться за выступ 2. Ускоритель таким путем выключается, а положение ведущей и ведомой части ускорителя устанавливается выступами 9 диска 3.

42. Динамомашинны

Если взять полосу мягкого железа, обмотать ее изолированной проволокой и пропустить по последней электрический ток, то железная полоса на время прохождения тока становится магни-

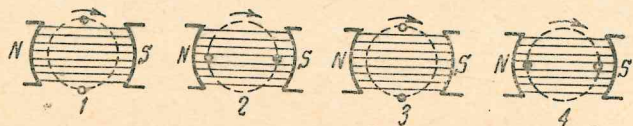


Рис. 128. Проводник в магнитном поле

том. Такое устройство, состоящее из сердечника, выполненного из мягкого железа с обмоткой изолированным проводником, носит название электромагнита. Между полюсами электромагнита возникает магнитное поле с направлением силовых магнитных линий от северного полюса к южному. Если в это магнитное поле внести проводник (рис. 128) и дать ему движение, то при пересечении проводником магнитных линий в нем будет возбуждаться электрический ток. Если проводник, внесенный в магнитное поле, будет иметь вид рамки, могущей вращаться, как показано на рис. 129, и будет иметь устройство для отведения образующегося тока, то при равномерном вращении проводника возбуждающийся в нем ток не будет иметь постоянной величины и одного направления. Так, при первом положении рамки, показанной на рис. 129, проводник будет скользить вдоль магнитных линий, не пересекая их, вследствие чего напряжение тока в проводнике будет равно нулю. При втором положении проводник при той же скорости пересекает наибольшее количество силовых линий, и напряжение тока в нем будет наибольшим. В треть-

ем положении проводник опять будет двигаться вдоль силовых линий, а следовательно, напряжение тока (EDC) опять упадет до нуля. В четвертом положении проводник опять будет пересекать большое количество силовых линий, напряжение тока опять достигнет наибольшей величины, но отбираемый ток будет иметь обратное направление.

При промежуточных положениях проводника напряжение тока в нем или электродвижущая сила будет иметь величину меньше максимальной, как это указано на графике рис. 129. На этом свойстве проводника, движущегося в магнитном поле, и строятся динамомашинны переменного тока, т. е. такие динамомашинны, которые дают в сеть ток переменной величины

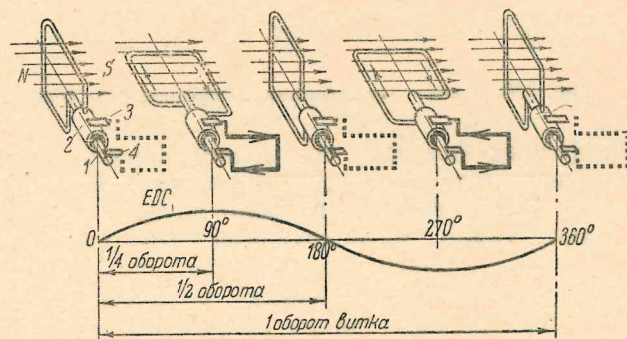


Рис. 129. Вращающийся проводник в магнитном поле

и переменного направления. На газходах полученный от динамомашинны ток идет не только на освещение, где может быть применен переменный ток, но и для зарядки аккумуляторных батарей, для чего требуется ток постоянного направления. Такой ток возможно получить от проводника, вращающегося в магнитном поле, но для этого требуется изменение устройства, воспринимающего ток от движущегося проводника. На рис. 129 концы проводника подведены к стержню 1 и трубке 2, с которых ток принимается щетками 3 и 4. Если концы проводника соединить с двумя полукольцами 1 и 2, как показано на рис. 130, не соединяющимися между собой, то щетки будут при вращении проводника принимать ток всегда лишь одного направления (что видно из рисунка). В частности, при втором положении проводника (рис. 130) ток пойдет, как указано стрелками, и щетки будут иметь полярность: 1 — отрицательную и 2 — положительную. В положении 4 щетки не изменяют своей полярности, несмотря на то, что проводник будет иметь другое положение и направление тока в нем изменилось на обратное, так как при этом под ту же щетку встало другое полукольцо и направление тока, проходящего через щетки 1—2, не изменилось. Но сила тока, проходящего по проводнику, в этом случае будет меняться от нуля до максимальной величины, как это видно на графика-

ке рис. 130. В рассмотренном примере мы брали лишь один проводник и два полукольца. В динамомашине постоянного тока ставится не один вращающийся проводник, а много, и вместо двух полуколец для отбора тока ставится большое количество заменяющих их пластинок, противоположные из которых присое-

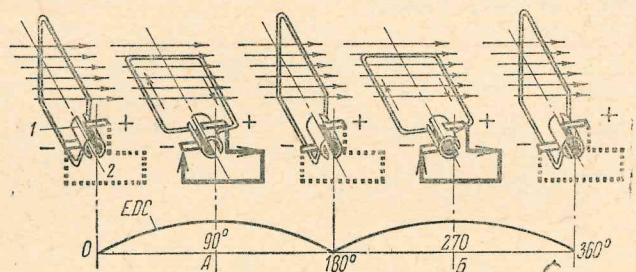


Рис. 130. Схема динамомашины постоянного тока

диняются к концам каждого из вращающихся проводников. Вследствие этого максимальные величины тока каждого проводника, сдвинутые одна относительно другой, как и сами проводники, дают слабо пульсирующий ток одного и того же направления, как это показано на рис. 131. При большом количестве проводников ток становится постоянным не только по направлению, но почти постоянным и по величине. Ток для питания электромагнитов дает сама же динамомашинка, о чем будет сказано ниже.

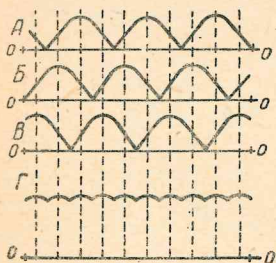


Рис. 131. Постоянный ток при разном количестве проводников

Основными частями динамомашинки являются:

- 1) статор, создающий магнитный поток с помощью электромагнитов;
- 2) якорь, где размещаются проводники, в которых возбуждается электрический ток;
- 3) коллектор, включающий пластинки, соединенные с концами проводников якоря, служащий для преобразования переменного тока в ток постоянного направления и величины;
- 4) щетки и щеткодержатели для снятия тока с вращающегося коллектора;
- 5) обмотка возбуждения, служащая для обращения в электромагниты частей статора, для получения магнитного поля, в котором вращается якорь.

Статор — неподвижная часть динамомашинки — изготавливается при больших размерах динамомашинки литым, а при меньших (автотракторные динамомашинки) из куска полосового железа. Во внутренней части статора устанавливают так называемые полюсы, или полюсные башмаки, из мягкого железа, на которые и надеваются обмотки возбуждения.

Якорь состоит из сердечника, который закрепляется на валу динамомашинки, и обмотки (проводников, в которых возбуждается электрический ток). Сердечник якоря динамомашинки выполняется из большого количества тонких пластинок из мягко-

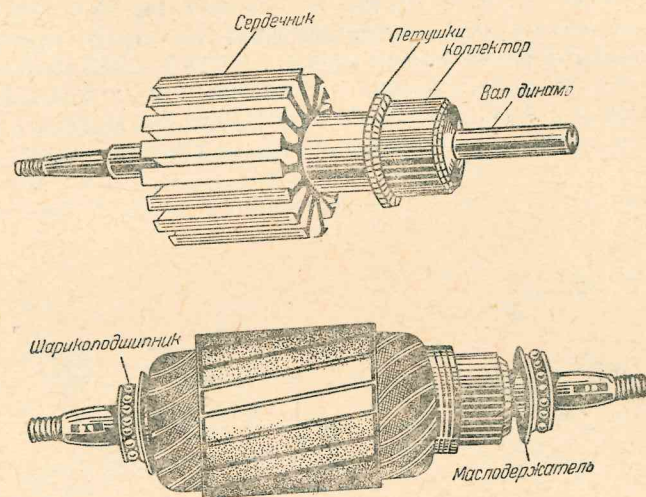


Рис. 132. Якорь динамомашинки

го железа, изолированных друг от друга и соединенных между собой общими заклепками.

Сердечник якоря укрепляется на валу динамомашинки вместе с коллектором, после чего на него наматываются проводники якоря, или, как говорят, обмотка якоря. Для того чтобы обмотка якоря при его вращении не вышла из пазов под действием центробежной силы, пластинки сердечника имеют вырезы соответствующей формы и, кроме того, якорь после закладки в его пазы обмоток обтягивается бандажами из прочной проволоки. На вал динамомашинки небольших размеров после установки якоря и коллектора надевают шариковые подшипники и в таком виде его ставят на место. Якорь динамомашинки без обмотки, а также с обмоткой, коллектором и подшипниками изображен на рис. 132.

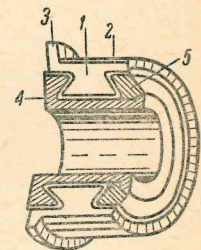


Рис. 133. Коллектор

Коллектор, как отмечалось выше, служит для выпрямления тока; коллектор в разрезе показан на рис. 133. Отдельные пластинки 1 коллектора, или, как их иначе называют, сегменты делаются из твердой меди и имеют гладкую поверхность 2 для соприкосновения со щетками. Выступ сегмента 3 служит для присоединения припоем концов обмоток якоря. Нижняя часть пластины имеет вид ласточкина хвоста, которым сегмент зажимается между втулкой 4 и муфтой 5. Сегменты коллектора изо-

лируются один от другого и от втулки листовой слюдой или миканитом. Коллектор — одна из наиболее важных частей динамомашины и требует постоянного наблюдения и хорошего ухода.

Щетки служат для приема тока, возбуждающегося в якоре. Они изготавливаются из различного материала. Наиболее часто встречаются щетки медно-графитовые (у электромоторов стартеров), угольно-графитовые и угольные. Щетки помещаются в щеткодержателях и прижимаются последними к коллектору с помощью пружины 4 (рис. 134). Ток от щетки воспринимается проводником 5, один конец которого вделан в тело щетки. Существуют и другие конструкции щеткодержателей, при которых нажим щетки на коллектор осуществляется щеткодержателем. На

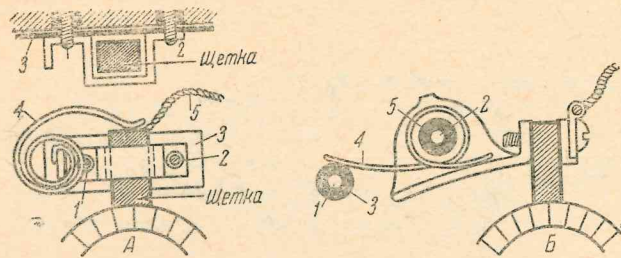


Рис. 134. Щетки и щеткодержатели

рис. 134 также обозначено: 1, 2 — крепительные шурупы; 3 — изоляционные прокладки; А — щеткодержатель с подвижной щеткой и Б — с неподвижной щеткой.

Обмотки возбуждения, как отмечалось выше, надеваются на полюсные башмаки; отдельные секции обмоток (разных башмаков) соединяются между собой последовательно так, чтобы соседние башмаки имели разную полярность; при двухполюсной динамомашине башмаки со стороны якоря должны иметь разные полюсы — N северный и S южный, а в четырехполюсной — N, S, N, S. Установку правильности полярности можно произвести поднесением к башмаку компаса. Обмотка возбуждения питается электрическим током, вырабатываемым самой же динамомашинной, т. е., как говорят, машина работает с самовозбуждением. При начале работы динамомашинны в статоре имеется очень ничтожный магнетизм (так называемый остаточный магнетизм). При начале вращения якорь находится в очень слабом магнитном поле, однако достаточном для того, чтобы возбудить небольшую силу тока в якоре. Этот ток или часть его направляется в обмотки возбуждения, напряженность магнитного поля увеличивается, возрастает сила тока в якоре и т. д.

Включение обмоток возбуждения может быть различным. Наиболее часто они соединяются с сетью параллельно, как показано на рис. 135. Такие динамомашинны называются шунтовыми. Обмотки могут быть также соединены и последовательно с сетью. Такие динамомашинны называются динамомашинны с се-

риесным возбуждением (рис. 136). Может также иметь место комбинирование обоих способов — динамомашинны с компаундной обмоткой возбуждения (рис. 137).

У динамомашинны с шунтовым возбуждением при увеличении ее нагрузки и числа оборотов напряжение тока во внешней цепи снижается, с серийным возбуждением — повышается, а при компаундной обмотке остается почти постоянным или немного повышается.

На рис. 135, 136 и 137 обозначено: 1 — коллектор; 2 — щетки; 3 — сердечник магнитов возбуждения; 4 и 5 — обмотки возбуждения.

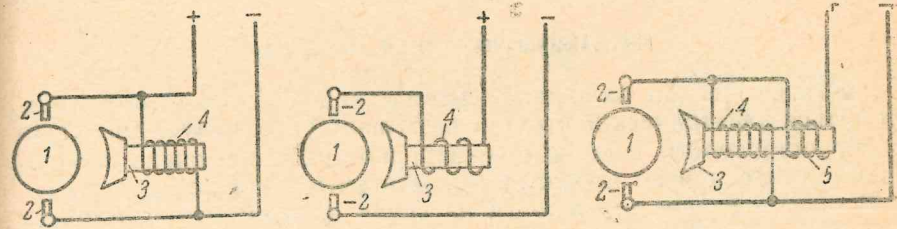


Рис. 135. Схема шунтовой динамо

Рис. 136. Схема серийной динамо

Рис. 137. Схема компаундной динамо

На газоходах применяются динамомашинны с шунтовым и компаундным возбуждением; в частности, на винтовых 50-сильных газоходах устанавливаются динамомашинны типа ГА-46-30 с напряжением 12 вольт, мощностью 250 ватт, привод динамо от главного двигателя; на колесных газоходах применяется более мощная динамомашинна П-21-115/120 мощностью до 4 киловатт. Последняя приводится в действие от вспомогательного двигателя Л-6-2 и развивает мощность при работе на бензине до 4 киловатт, а при работе двигателя на генераторном газе — 2,2 киловатта. Напряжение этой динамомашинны 115 вольт.

43. Электромоторы

Если через проводник тока, находящийся в магнитном поле (рис. 129), пропустить электрический ток, то он будет приходить в направление, перпендикулярное силовым магнитным линиям, т. е. в нашем примере будет стремиться занять вертикальное положение. В случае наличия нескольких проводников, как в рассмотренной выше динамомашинне и коллекторе, подводимый к якору ток будет щетками и коллектором направляться к проводникам, расположенным против полюсных башмаков; при этом обмотки якоря будут получать движение, направленное поперек магнитных линий, а на место сдвинувшихся обмоток под щетки подойдут соседние, и таким образом вал якоря получит непрерывное вращение и сможет производить полезную работу. Из этого примера можно видеть, что если динамомашинну питать электрическим током, то она может быть использована как

электродвигатель (электромотор). Таким образом, динамомашинна постоянного тока может быть обращена в электромотор и обратно — электромотор в динамомашину.

При рассмотрении динамомашинны мы видели, что обмотки возбуждения ее включаются различно. То же можно сказать и про обмотки возбуждения электромоторов.

При последовательно включенных обмотках возбуждения электромотор называется серийным. Такие моторы в момент пуска при малом числе оборотов развивают очень большой крутящий момент, а при уменьшении нагрузки число оборотов их резко увеличивается. Моторы этого типа в газоходах применяются только для стартеров.

44. Аккумуляторная батарея

На газоходе при наличии электрической энергии может понадобиться электрический ток очень большой силы (пуск двигателя электростартером) и обратно — нередко требуется очень небольшая сила тока и на короткое время (электросигналы и т. п.).

В первом случае имеющаяся на судне динамомашинна не может покрыть потребности в электроэнергии, а во втором она должна работать почти вхолостую.

Поэтому мощные газоходы снабжаются дополнительным источником электроэнергии, который может дать на короткое время большую силу тока, а также отдавать потребное небольшое количество энергии на длительный срок непрерывно или с любыми перерывами, почти без изменения своего коэффициента полезного действия.

Таким источником электроэнергии является аккумуляторная батарея, состоящая из соединенных между собой аккумуляторных элементов.

Аккумуляторный элемент состоит из сосуда, наполненного разбавленной серной кислотой, называемой электролитом, и двух свинцовых пластин, в порах которых вмазаны химические соединения свинца. Принцип работы аккумуляторного элемента и аккумуляторной батареи заключается в том, что при пропускании через нее электрического тока химический состав пластин и электролита изменяется, причем электрическая энергия обращается в химическую энергию. Если заряженную таким образом аккумуляторную батарею включить в сеть потребителей энергии, то она за счет накопленной химической энергии будет давать в сеть ток (разрядный ток).

Электрический ток во время зарядки аккумуляторной батареи разлагает серную кислоту, находящуюся между пластинами, следствием чего является выделение на положительной пластине кислорода, который, вступая в реакцию с сернокислым свинцом положительной пластины, дает перекись свинца; на отрицательных же пластинах при разложении электролита образуется водород, вступающий в химическую реакцию с сернокислым свинцом, что дает серную кислоту и губчатый свинец. Серная кис-

лота, образующаяся при этом процессе, остается в электролите. Так как удельный вес серной кислоты значительно больше, чем у воды, то по возрастанию удельного веса электролита можно судить о степени зарядки аккумуляторной батареи. Конец зарядки аккумуляторной батареи наступает тогда, когда весь сернокислый свинец отрицательной пластины перейдет в губчатый свинец; в этот момент выделяющийся водород, оставаясь свободным, всплывает пузырьками на поверхность электролита (кипение аккумулятора).

При работе аккумуляторной батареи на потребителей тока в нем происходят обратные химические реакции, следствием которых является восстановление первоначального состава пластин в виде сернокислого свинца с увеличением в электролите воды, что бывает заметно по понижению его удельного веса.

Напряжение каждого элемента аккумуляторной батареи очень невелико — около 2 вольт, а количество накопленной в элементе энергии будет тем больше, чем больше поверхность пластин. Поэтому для увеличения количества запасаемой энергии и для лучшего использования поверхности пластин (с обеих сторон) каждый аккумуляторный элемент составляется из нескольких положительных пластин, соединенных между собой, и нескольких отрицательных пластин (на одну больше, чем положительных), также соединенных между собой (рис. 138). Одна группа пластин входит в другую так, чтобы между пластинами были промежутки, заполненные электролитом.

Для получения повышенного напряжения отдельные аккумуляторные элементы соединяются последовательно. Если принять напряжение каждого элемента в 2 вольта, то напряжение аккумуляторной батареи с последовательно соединенными элементами будет равно удвоенному количеству элементов. Это напряжение батареи иногда обозначается на ней условным знаком; например ЗСТ-16-V указывает на то, что батарея состоит из трех элементов, а следовательно, напряжение ее будет около 6 вольт. Римская цифра, стоящая в конце названия (в нашем случае V), указывает на число положительных пластин в одном элементе, а стоящее перед ним число показывает емкость аккумулятора в ампер-часах. Емкость аккумулятора зависит от величины пластин, соединенных параллельно в одном элементе, и выра-

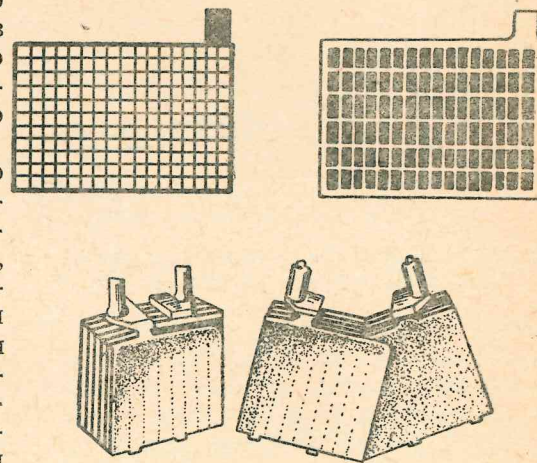


Рис. 138. Пластины аккумулятора

жается в ампер-часах. Под емкостью аккумуляторов батареи понимается способность ее отдавать количество тока, выраженное в амперах, в течение некоторого времени, выраженного в часах.

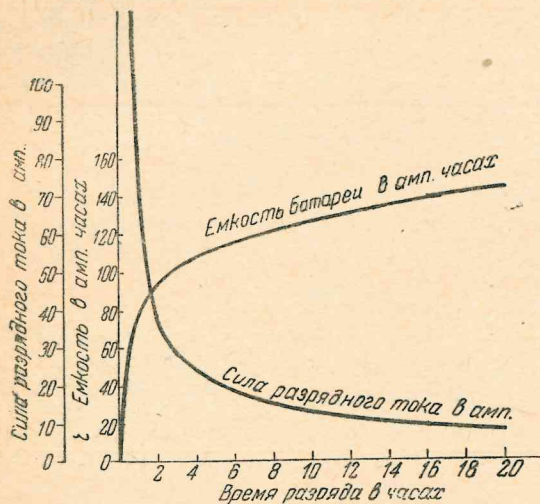


Рис. 139. Емкость аккумуляторной батареи в зависимости от времени разряда ее

Емкость аккумуляторной батареи также стоит в зависимости от времени разряда. Поэтому заводы-изготовители аккумуляторных батарей гарантируют емкость аккумуляторов при условии разряда батареи в определенное время (обычно 20 часов) и при известной плотности электролитов и их температуре. Отношение ампер-часов разряда батарей к ампер-часам, требующимся на зарядку аккумуляторной батареи, называется коэффициентом отдачи аккумуляторной батареи.

Аккумулятор в поперечном разрезе показан на рис. 140. Сосуды 4 для аккумуляторов изготавливаются из пластмассы или из эбонита. Собранный блок из пластин устанавливается в сосуд на специальных ребрах 1 для того, чтобы осадок, образующийся из выпадающего материала из пластин, не мог дать короткого замыкания между пластинами. Каждый сосуд закрывается крышкой из того же материала. Крышка элемента (каждого) и вся батарея заливаются сверху слоем кислотоупорной мастики. В местах выводов через крышки электродов устраиваются непрони-

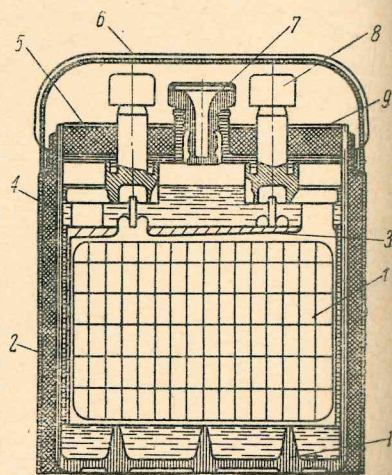


Рис. 140. Аккумулятор в разрезе

Например, если батарея может питать лампы, берущие в общей сложности 6 ампер в течение 24 часов, то емкость этой батареи будет равна $6 \times 24 = 144$ ампер-часа.

Чем выше сила разрядного тока, тем в более короткое время может разрядиться аккумуляторная батарея. На рис. 139 показано изменение времени работы аккумулятора от силы разрядного тока. На этом же графике показана и величина емкости аккумуляторной батареи. Как видно, ем-

цаемые для кислоты уплотнения. Крышки, кроме того, снабжаются пробками, дающими возможность производить заливку аккумуляторов электролитом и позволяющими выходить газам, образующимся при работе аккумуляторов. На рис. 140 обозначено: 2—деревянный ящик; 3—сепаратор; 5—эбонитовая крышка; 6—ручка; 7—пробка; 8—электрод (вывод); 9—смоляная заливка; 10—пластина. Для получения большей силы тока иногда аккумуляторные батареи соединяются параллельно. Такое соединение применяют на газоходах для стартерных установок (рис. 141). Общий вид аккумуляторной батареи газохода и ее габаритные размеры показаны на рис. 142.

Аккумуляторные батареи устанавливаются на судах в специальных газонепроницаемых ящиках, имеющих отвод выделяющихся газов за пределы машинного отделения. Ящики берутся таких размеров, чтобы между их стенками и батареями был зазор для циркуляции воздуха. Аккумуляторные батареи устанавливаются в местах, защищенных от повышенных температур и сырости.

45. Электрическая сеть и включение динамомашин, аккумуляторных батарей и потребителей энергии

Система проводки тока на газоходах — двухпроводная. Провода прокладываются в целях надежной их защиты в трубах и не только на прямых участках, но также и на поворотах, изгибах, пересечениях. Схема расположения основного электрооборудования газохода мощностью 50 э. л. с. с динамомашинной в 250 ватт и напряжением 12 вольт показана на рис. 143. Электростартерное устройство, являющееся потребителем тока большой силы, питается непосредственно от аккумуляторной батареи. Один провод этого устройства идет на стартер, а другой

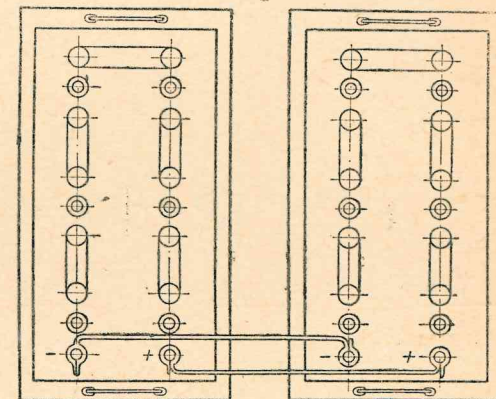


Рис. 141. Соединение аккумуляторных батарей на газоходах

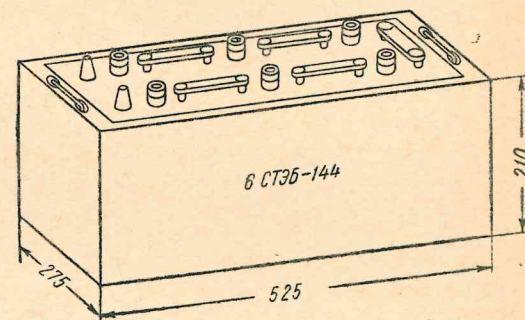


Рис. 142. Габаритные размеры аккумуляторной батареи

на массу мотора и стартера. Сеть электроосвещения, сигнализация и другие потребители электроэнергии через рубильник включаются в сеть динамоаккумуляторов и могут питаться как от динамомашин, так и от аккумуляторной батареи. Очень важной деталью этой схемы является реле-регулятор РР-15. При пуске двигателя с увеличением числа его оборотов напряжение должно доходить до величины, близкой к рабочему; обмотка реле тогда притянет мостик, замкнет его контакты, и этим включится сеть освещения, а аккумуляторные батареи — на зарядку;

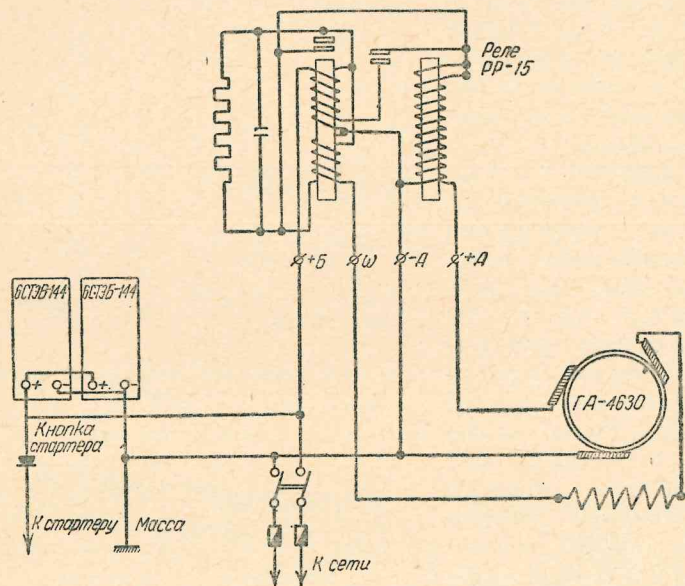


Рис. 143. Схема электропроводки газохода 50 э. л. с.

при снижении числа оборотов мотора и уменьшении напряжения реле-регулятор выключит динамомашину, и сеть освещения будет питаться аккумуляторной батареей; таким путем реле предохраняет аккумуляторную батарею от разрядки через динамомашину. Эти реле при выпуске с завода отрегулированы, проверены и запломбированы. При повреждении в процессе эксплуатации их следует снять и, не вскрывая, отправлять на ремонт в мастерские.

На 100-сильных газоходах электросеть дается по схеме, показанной на рис. 144. Динамомашина в этой сети служит для питания током сети и зарядки аккумуляторов. Основным ее отличием от рассмотренной выше схемы 50-сильного газохода является отсутствие автоматического реле-регулятора. В нем для данного случая нет необходимости, так как динамомашина работает от независимого двигателя с постоянным числом оборо-

тов. При работе динамомашины она питает сеть освещения и напряжение в сети показывает вольтметр $\frac{V}{0-120}$. Так как процесс зарядки аккумуляторов требует переменного режима, в схеме имеется реостат переменных сопротивлений $R_1 - R_2 - R_3$,

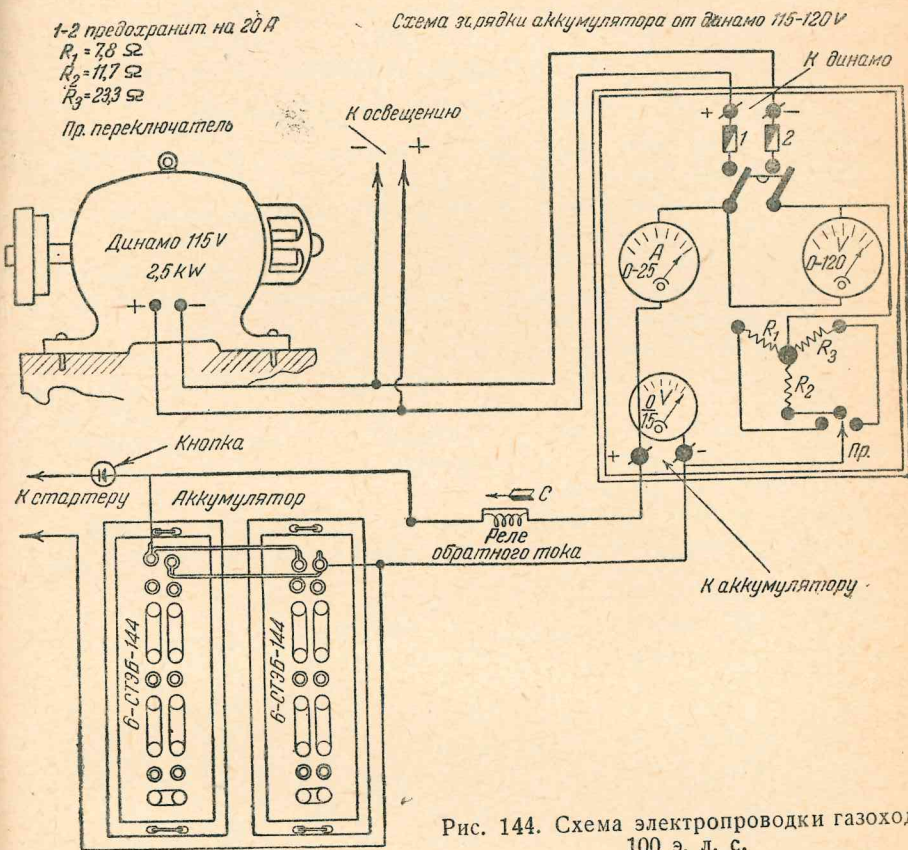


Рис. 144. Схема электропроводки газохода 100 э. л. с.

реле обратного тока С, вольтметр низкого напряжения $\frac{0}{15}$ и амперметр 0—25 А. Аккумуляторная батарея работает только на электростартер и аварийную сеть освещения низкого напряжения.

ПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ

46. Пусковые устройства двигателей

На существующих газоходах применяются следующие устройства для пуска двигателей в ход:

- 1) ручной пуск двигателей на бензине с помощью вымбовок, с последующим переводом на генераторный газ;
- 2) ручной пуск мотора для первичной работы на бензине с помощью безопасного пускового рычага Сатаева, с последующим переводом на генераторный газ;
- 3) электростартерный пуск двигателей на газе.

Кроме того на двигателях большей мощности, например МГ-17, как это отмечено выше, предусматривается пуск на газе от специального вспомогательного пускового двигателя внутреннего сгорания. На очень мощных газоходах применяется пуск сжатым воздухом.

Ручной пуск с помощью вымбовок применялся на наших газоходах до 1939 г. Для этого по окружности маховика высвер-

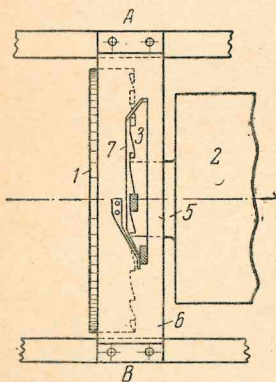


Рис. 145. Пусковой рычаг Сатаева (продольный вид)

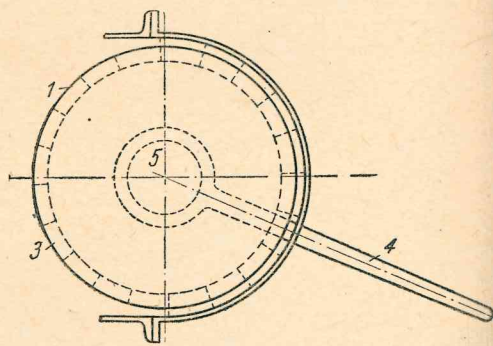


Рис. 146. Пусковой рычаг Сатаева (поперечный вид)

ливалось несколько отверстий, в которые при пуске двигателя ставили вымбовку (ломик), поворотом которой и вращался маховик при пуске двигателя. Такой пуск в условиях свободной площади около маховика довольно безопасен, но на газоходах, при низком расположении маховика и ограниченности площади машинного отделения, пуск вручную приводил к ранениям мотористов. Кроме того при этом способе необходим пуск двигателя на бензине с последующим переводом на генераторный газ.

В 1938 году т. Сатаев предложил конструкцию безопасной ручки для пуска двигателей газоходов. Это пусковое устройство показано на рис. 145—146. На маховике двигателя 1 со стороны двигателя 2 нарезаются косые зубцы 3, в которые при пуске ставят рычаг 4, одним концом охватывающий вал 5. Маховик двигателя закрыт кожухом 6 с прорезом, имеющим косые срезы, выводящие рычаг из зацепления при подходе его к концам прореза 7. При пуске двигателя поворачивают маховик в сторону А; при этом рычаг 4, подходя к прорезу, отжимается и выключается плоскостью косого среза. При этом устройстве вращающийся вал двигателя или обратный удар автоматически выводит рычаг 4, чем создает безопасность пуска. Но это устройство не разрешает пуска двигателя без применения жидкого топлива и может быть применено лишь в качестве вспомогательного средства.

Электростартерный пуск газовых двигателей. Электростартерный пуск газовых двигателей заключается в том, что к смесительному клапану двигателя с помощью специального электроventильатора подводится из газогенератора газ, а затем двигателю дается вращение от небольшого электромотора через зубчатую передачу.

При вращении вала двигателя электромотором в цилиндрах двигателя происходит всасывание газов и воздуха, сжатие их смеси, воспламенение и выпуск, т. е. двигатель начинает работать. При достижении определенного числа оборотов электромотор автоматически выключается и двигатель, продолжая работать, доводит число оборотов до нормального.

Электроventильатор для подвода газа к смесителю — центробежный. Главные его части показаны на рис. 147. Он имеет штампованный кожух 1, состоящий из двух частей, соединенных болтами. Внутри кожуха расположена крылатка 3, сидящая на валу, соединенном с электромотором 2. С другой стороны кожуха по оси крылатки расположен патрубок 4 для газа. При быстром вращении крылатки частицы газа под действием центробежной силы отбрасываются к окружности кожуха и в его кольцевом канале 5 вследствие этого создается повышенное давление газа, уходящего через патрубок 6. При отбрасывании крылаткой частиц газа к окружности около оси ее создается разреженное пространство, в которое газ засасывается через патрубок 4. На напорной трубе ventильатора имеется пробный краник 7; открывая его, получают тонкую струю газа, по внешнему виду которого или пробой на горение его можно убедиться в подводе горячего газа к двигателю. Краник имеет на конце нарезку для постановки колпачка. Назначением этого колпачка является предохранение машинного помещения от заполнения генераторным газом при случайном открытии краника.

Электроventильатор установлен на двигатель со стороны всасывающего коллектора, как это показано на рис. 148 и 149.

Присоединение ventильатора к газовой системе производится с

помощью специального патрубка с дроссельным клапаном, приваренным к смесителю.

Стартер. Основными частями электростартерной установки являются: 1) зубчатый венец, надеваемый на маховик, и 2) электромотор, приводимый в действие от аккумуляторной батареи с

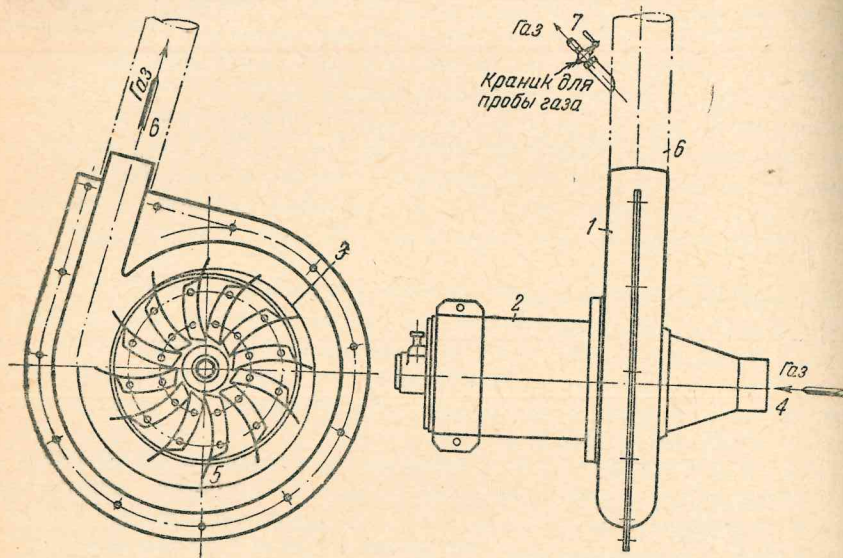


Рис. 147. Электровентилятор

расположенной на конце его вала зубчатой шестеренкой, могущей сцепляться и расцепляться с зубчатым венцом маховика.

Главнейшими требованиями к конструкции стартера являются: 1) легкое безударное включение ведущей шестеренки электромотора в зубчатый венец маховика; 2) достаточно быстрое вращение стартером маховика и вала двигателя при пуске; 3) легкое разъединение мотора стартера от маховика и автоматическое выключение электромотора.

Выполнение этих требований в судовой установке сводится к следующему.

В момент запуска электромотор получает очень небольшую силу тока и число его оборотов бывает невелико; одновременно вал электромотора вместе с якорем и ведущим зубчатым колесом получает осевое сдвигающее усилие в направлении венца маховика. При этом зубцы ведущей шестеренки легко входят во впадины между зубцами венца и зубчатая передача таким образом включается. Как только ведущее зубчатое колесо войдет в зацепление с венцом маховика, сила тока в моторе стартера резко увеличивается, увеличивается число его оборотов и маховик двигателя начинает быстро вращаться, начнется всасывание рабочей смеси в цилиндры и сжатие ее; при этом одновременно включается и зажигание. Двигатель начинает работать и,

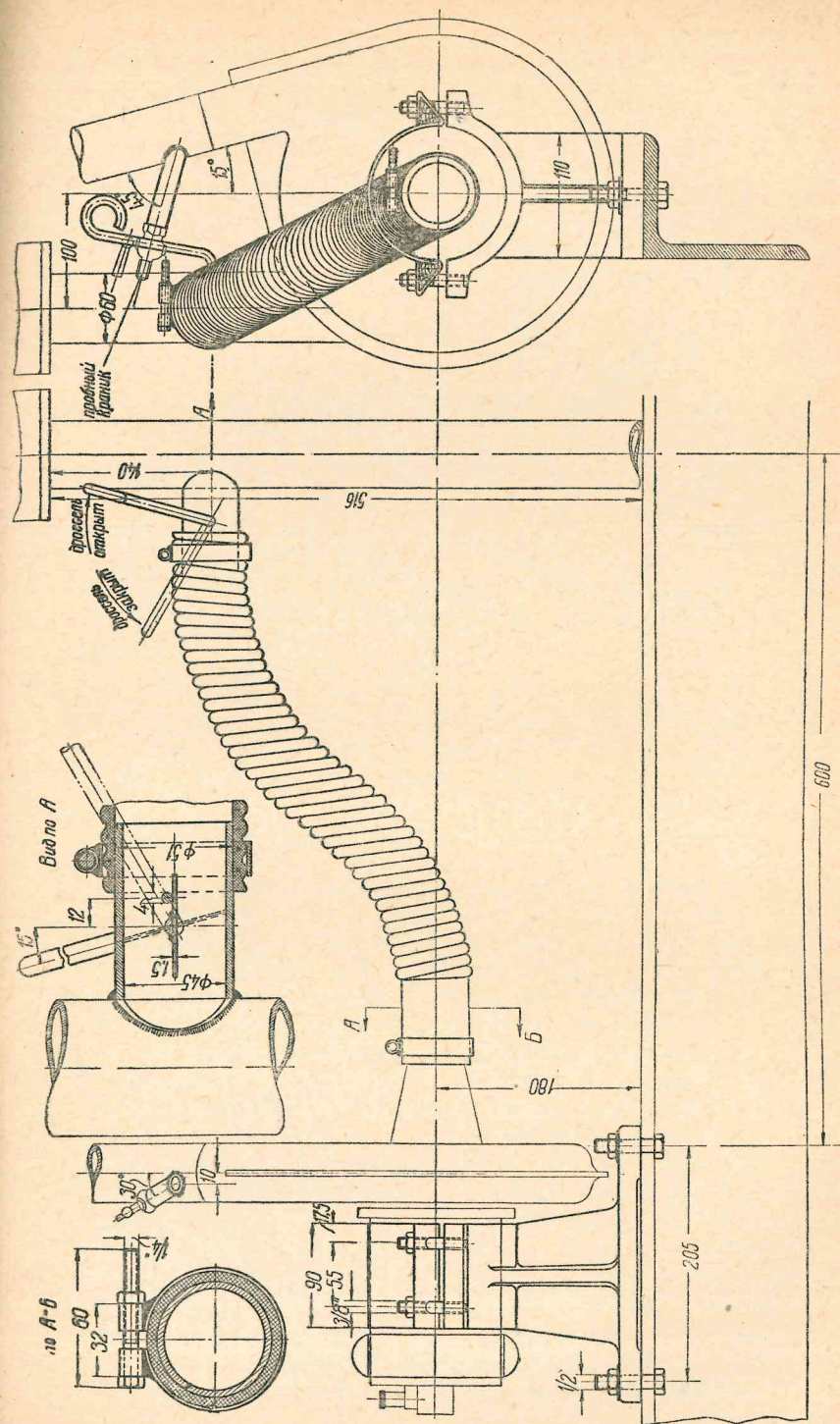


Рис. 148. Место установки электровентилятора

Рис. 149. Монтаж вентилятора

как только число его оборотов достигнет определенной величины, подача тока в мотор прекращается, ведущая шестеренка его отводится и расцепляется с венцом маховика.

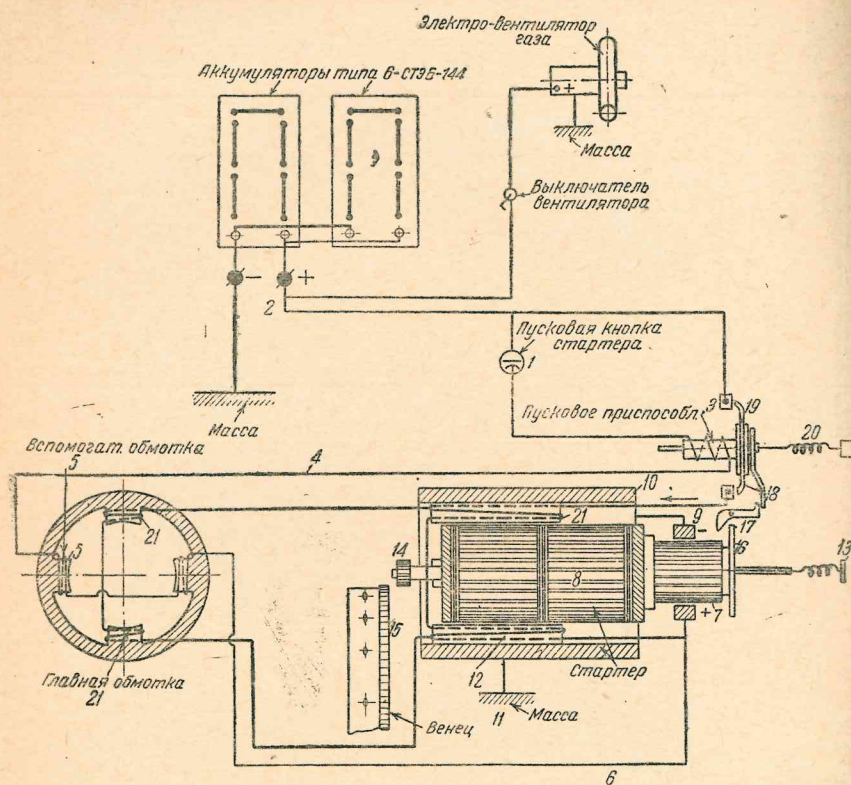


Рис. 150. Схема работы стартерного устройства

Все эти операции в стартерной установке выполняются автоматически простым нажатием кнопки стартера. Это можно проследить по электрической схеме стартера, изображенной на рис. 150.

Если нажать пусковую кнопку стартера 1, то ток от положительного зажима (+) аккумуляторной батареи 2 через электромагнитное пусковое приспособление 3 и по проводнику 4 направится в цепь тонких вспомогательных обмоток 5 электромотора, откуда по проводнику 6 через коллектор 7 ток поступит в якорь электромотора 8, а из последнего через коллектор и щетку 9 на корпус стартера 10 и массу 11. Вспомогательная обмотка электромотора 5 выполнена из очень тонкой проволоки с большим числом витков. Сопротивление ее очень велико, а следовательно, сила тока в ней очень мала. Вследствие этого электромотор получает небольшое число оборотов — всего лишь 50—100 оборотов в минуту — при очень небольшом крутящем моменте. Как видно из рис. 150, якорь сдвинут относительно середины магнитов 12 пружиной 13 вправо и при про-

хождении через обмотки магнитов тока якорь под действием электромагнитных сил будет стремиться занять такое положение, чтобы середина его совпала с серединой электромагнитов (сдвинется влево); пружина 13, сдерживающая якорь, растянется, а ведущая шестеренка якоря 14 войдет в зацепление с венцом маховика 15.

Вместе с этим кольцо у коллектора якоря 16 нажмет на собачку 17, которая удерживала до этого времени электромагнит-

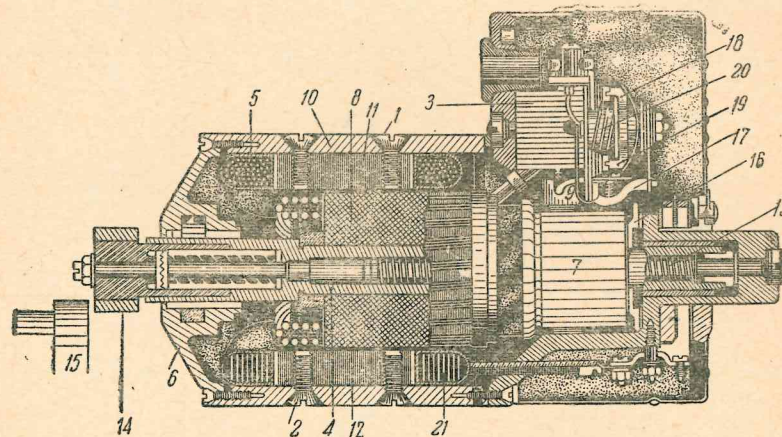


Рис. 151. Разрез мотора стартера

ное приспособление 3 от замыкания контактов 18 и 19, пружина 20 растянется и мостик с контактами 18—19 замкнет основную электрическую цепь, частью которой являются главные обмотки электромагнитов мотора 21, имеющие небольшое количество витков из толстой проволоки, способной пропустить большую силу тока. Ток большой силы направится от аккумуляторов 2 через контакты 19 и 18 в главную обмотку мотора 21, а через коллектор 7 — в его якорь 8 и замкнется через щетку 9 на корпус стартера 10 и массу. Мотор при этом будет давать большое число оборотов и, имея значительный вращающий момент, заведет двигатель. Как только заведенный двигатель начнет увеличивать число оборотов и давать электромотору большее число оборотов, в обмотках последнего будет возникать ток с противоположным направлением. Вследствие этого сила тока в электромоторе упадет, пружина 13 оттянет якорь электромотора вправо и выведет из зацепления с венцом 15 ведущую зубчатку 14, а пружина 20 по той же причине разомкнет контакты 18 и 19. Таким путем, отпустив пусковую кнопку стартера 1, мы приводим его в первоначальное положение — готовность для следующего пуска.

О конструкции электромотора стартера дает представление рис. 151.

Основные детали стартера: 1, 2 — шпильки, крепящие сердечники электромагнитов к корпусу стартера; 3 — электромагнитное приспособление; 4 — вал якоря; 5 — тонкая (втягиваю-

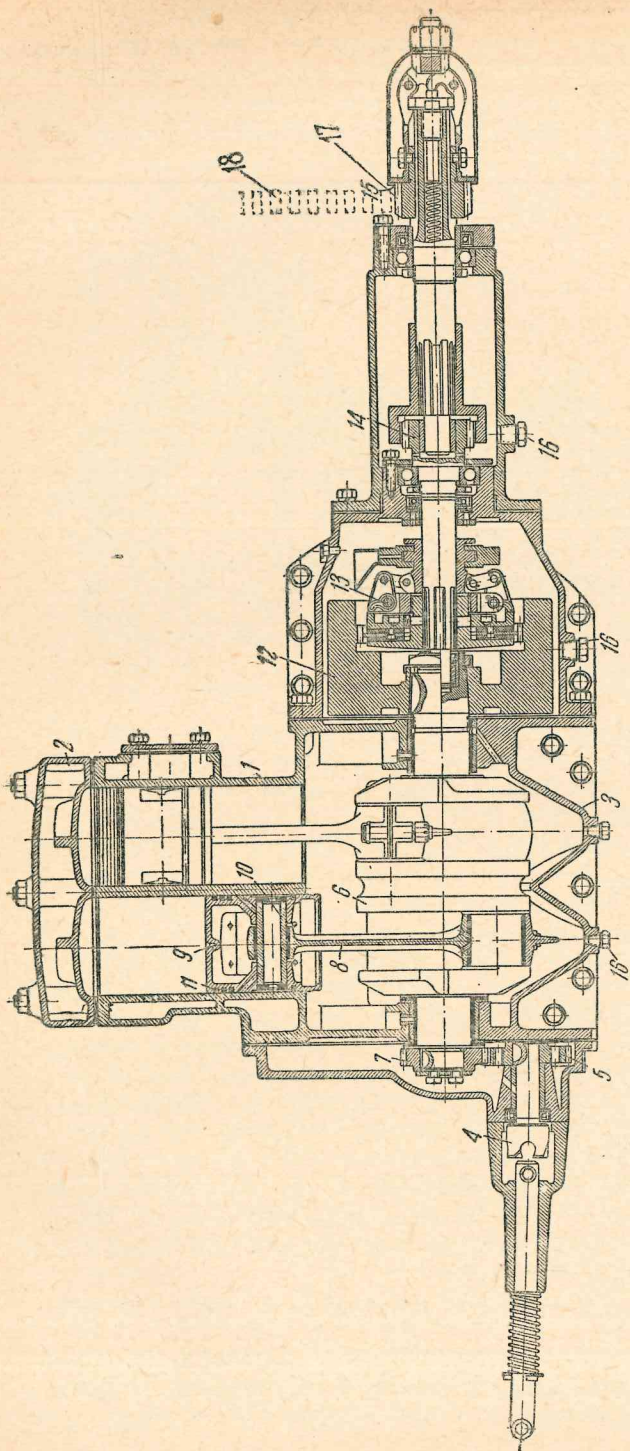


Рис. 152. Продольный разрез пускового двигателя

1—блок цилиндров; 2—головка блока цилиндров; 3—картер; 4—пусковое приспособление, пусковая рукоятка; 5—шестерня пускового приспособления; 6—коленчатый вал; 7—шестерня коленчатого вала; 8—шатуны; 9—поршень; 10—поршневой палец; 11—поршневое кольцо; 12—маховик; 13—механизм включения; 14—соединительная муфта; 15—механизм включения; 16—спускные пробки; 17—шестеренка мотора; 18—маховик двигателя

шая) обмотка электромагнитов; 6 — крышка корпуса стартера с подшипником; 7 — коллектор; 8 — якорь; 10 — корпус стартера; 11, 12 — сердечники электромагнитов; 13 — пружина, выключающая ведущую шестерню 14 стартера из зацепления с зубчатым венцом маховика 15; 16 — кольцо коллектора, отжимающее запорную собачку; 17 — запорная собачка, не позволяющая включать рабочие обмотки электромотора, пока ведущая шестерня 14 не войдет в зацепление с венцом маховика 15; 18 и 19 — контакты мостика и 20 — пружина электромагнитного приспособления; 21 — рабочая обмотка электромагнитов.

Пуск от вспомогательного двигателя внутреннего сгорания применяется в настоящее время на газовых тракторных моторах МГ-17 и возможно будет применен на судовых газовых двигателях МГС-17.

Для пуска двигателей МГ-17 применен двигатель, работающий на бензине, расположенный, как видно из рис. 96, сбоку главного мотора и соединенный с ним в один агрегат. Пусковой мотор (рис. 152) двухцилиндровый, четырехтактный и развивает мощность около 18 э. л. с. при 2200 оборотах в минуту. Диаметр цилиндров вспомогательного мотора 92 мм, ход поршня 102 мм. Оба цилиндра двигателя отлиты из чугуна в одном блоке, вместе с картером. Вставных рабочих втулок мотор не имеет. Крышка на оба цилиндра общая. Поршни чугунные с четырьмя кольцами каждый. Шатуны стальные штампованные, двутаврового сечения. Коленчатый вал лежит в двух рамовых подшипниках. Передний конец вала входит в коробку распределительных шестерен и здесь с ним через зубчатое колесо соединена пусковая рукоятка. Клапаны двигателя приводятся в действие от распределительного вала через тарельчатые толкатели. Смазка мотора осуществляется разбрызгиванием. Охлаждение цилиндров и крышек — водяное. Верхняя и нижняя части рубашки соединены соответственно с водяной рубашкой крышек и цилиндров главного двигателя.

Задача такого соединения — обогреть главный двигатель тепловой отработанной водой вспомогательного двигателя для облегчения пуска. Вспомогательный двигатель имеет карбюратор «ГАЗ-Зенит», установленный на всасывающем трубопроводе. Зажигание осуществляется с помощью магнето.

Пусковой двигатель во время пуска дает движение коленчатому валу газового двигателя через фрикционную муфту и приводной механизм (рис. 153).

Приводной механизм состоит из промежуточного вала 1, жесткой муфты 2 и валика 3, на шлицах которого имеется зубчатое колесо 4 и механизм включения 5, которые могут перемещаться вдоль оси валика. Вне пускового времени зубчатое колесо 4 при помощи пружины 6 и толкателя 7 отжимается в сторону, противоположную двигателю (на рис. 153 — вправо). При пуске двигателя (с включенной фрикционной муфтой) зубчатое колесо 4 перемещается влево и входит в зацепление с зубчатым венцом маховика. Этот сдвиг зубчатого колеса 4 осуществляет-

ся при помощи специального рычага, связанного тягой с валом 8, на котором кроме того на шпонке посажен нажимной рычаг 9. При повороте валика 8 по часовой стрелке нажимной

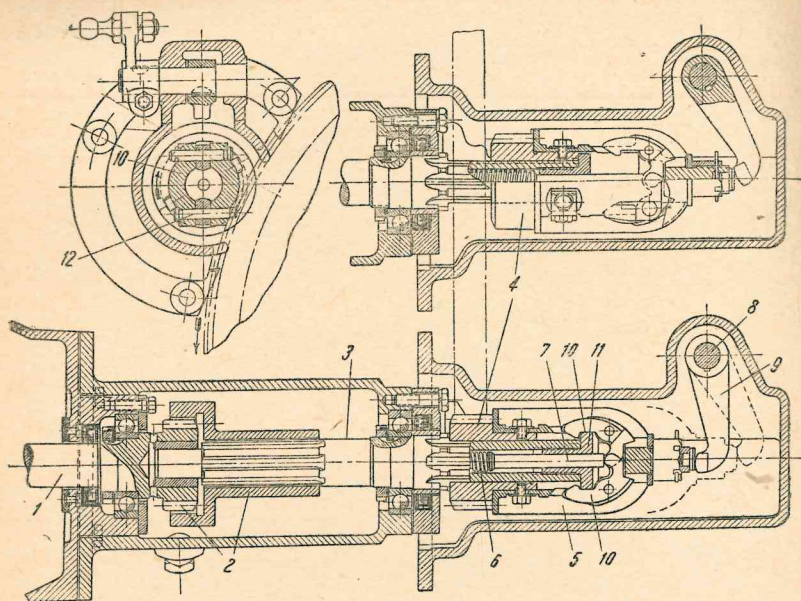


Рис. 153. Приводной механизм двигателя „В-20“

рычаг 9 перемещает зубчатое колесо 4 с его механизмом влево и этим вводит его в зацепление с зубчатым венцом маховика. При этом пружина 6 с помощью толкателя 7 будет сжиматься. Как только зубчатое колесо 4 войдет в зацепление с венцом маховика, плечи защелок 10 охватят фланец направляющей втулки 11 и этим будут удерживать зубчатое колесо во включенном состоянии. Последующим включением фрикционной муфты при работающем пусковом двигателе коленчатый вал главного двигателя также приводится во вращение.

Как только число оборотов газового двигателя дойдет примерно до 400 в минуту, защелки 10 под действием центробежной силы разойдутся и освободят фланец направляющей втулки 11; при этом зубчатое колесо 4 пружиной 6 перемещается вправо и выводит его из зацепления с венцом маховика.

Пуск двигателя с помощью этого устройства осуществляется в следующем порядке. Сначала двигатель осматривается и вал его проворачивается вручную. Выключается фрикционная муфта и с помощью специального рычага зубчатое колесо 4 вводится в зацепление с венцом маховика. После этого пускается пусковой двигатель и, как только он получает полное число оборотов, плавно включается фрикционная муфта. Вал главного двигателя начинает вращаться.

РЕВЕРСИВНЫЕ МУФТЫ И РЕДУКТОРЫ

Газовые двигатели, применяемые в настоящее время для газопроводов, — нереверсивные; коленчатый вал их имеет вращение лишь в одном направлении. Для получения вращения гребного вала как в одном, так и в другом направлении при одном и том же направлении вращения вала двигателя применяют специальные реверсивные устройства, называемые реверсивными муфтами.

Существующие реверсивные устройства газопроводов выполняются по двум основным схемам:

- реверсивные муфты с цилиндрическими зубчатыми колесами;
- реверсивные муфты с коническими зубчатыми колесами.

47. Схемы реверсивных муфт

Реверсивная муфта первого типа схематически показана на рис. 154а. Ведущий вал I имеет муфту 6, которая может перемещаться вдоль его оси. Муфта 6 имеет закрепленные на ней зубчатые колеса 1 и 3. Ведомый вал II также имеет два зубчатых колеса 2 и 4, закрепленных на нем. Параллельно ведущему и ведомому валам расположен валик заднего отхода III с расположенным на нем зубчатым колесом 5.

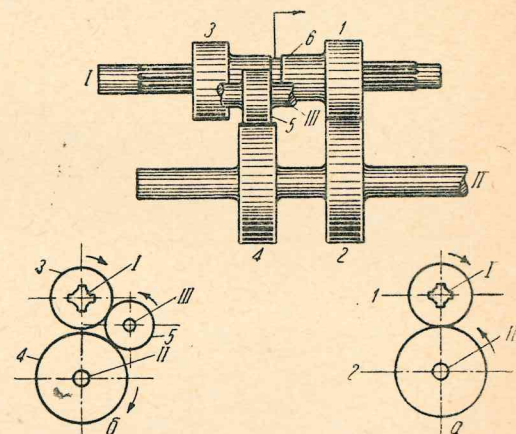


Рис. 154а. Схема реверсивной муфты с цилиндрическими колесами

При положении муфты 6, указанном на рисунке, зубчатые колеса 1 и 2 сцеплены между собой, и ведомый вал будет вращаться в направлении, обратном направлению ведущего вала (схема а).

Если передвинуть муфту вправо вдоль оси ведущего вала, то зубчатое колесо 1 выйдет из зацепления с колесом 2 и одновре-

менно зубчатое колесо 3 ведущего вала войдет в зацепление с колесом 5 промежуточного вала и будет вращать через сцепленное с колесом 5 зубчатое колесо 4 и ведомый вал. Вращение последнего будет в этом случае в направлении ведущего вала, как это видно из схемы б.

Так как диаметр колес 1 и 3 меньше диаметра колес ведомого вала 2 и 4, то число оборотов ведомого вала будет меньше, чем у ведущего вала. Таким образом это устройство является не только реверсивным, но может быть одновременно использовано и для понижения (редуцирования) числа оборотов, почему оно иногда называется реверс-редуктором.

Реверсивная муфта с коническими зубчатыми колесами схематически показана на рис. 154б. Ведущий вал I и ведомый вал II находятся на одной оси, причем на концах их закреплено по одному коническому зубчатому колесу 1 и 2. Зубчатые колеса ведущего I и ведомого II вала сцеплены с помощью двух конических колес 3 и 4, свободно вращающихся около своих осей, закрепленных в цилиндрическом барабане 5. Торцевая сторона барабана 5, направленная в сторону ведомого вала, и диск 6, сидящий на квадрате 7 ведомого вала, могущий передвигаться

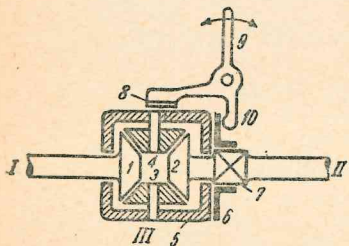


Рис. 154б. Схема реверсивной муфты с коническими колесами

вдоль оси вала, являются фрикционным сцеплением. Вильчатый рычаг 9 имеет на одном конце тормоз 8 для остановки барабана, а на другом — выступ 10, могущий прижимать диск к барабану 5, т. е. включать фрикционную муфту.

Если верхний конец рычага 9 передвинуть влево, то фрикционное сцепление 5—6 будет выключено, а тормоз 8 остановит барабан. В этом случае вращение ведущего вала будет передаваться ведомому валу че-

рез свободно вращающиеся зубчатые колеса 3 и 4, и ведомый вал будет иметь вращение, обратное ведущему валу, как и в случае, показанном на рис. 154а.

При сдвиге верхнего конца рычага 9 вправо нижний конец его 10 нажмет на диск 6 и сцепит его с барабаном 5, одновременно освободив барабан 5 от тормоза 8. В этом случае оба вала I и II будут вращаться в одном направлении, а все четыре конических колеса будут находиться в жестком сцеплении. Жесткость сцепления или невозможность качания колес одного по другому при включенном фрикционном сцеплении объясняется тем, что вал II, его зубчатое колесо 2, диск 6 и барабан 5 в этом случае представляют как бы одну деталь. Колеса 3 и 4, входя своими зубцами в колесо 2, не могут вращаться относительно колеса 2, поскольку барабан 5 и колесо 2 двигаются в одном направлении с одинаковым числом оборотов. В этом же направлении должно вращаться и колесо 1, которое входит своими зубцами в колеса 3 и 4, не имеющие вращения около своих осей.

В положении муфты, показанном на рисунке, рычаг 9 стоит в среднем положении — фрикционное сцепление выключено и тормоз освободил барабан. В этом случае при вращении вала I зубчатые колеса 3 и 4 будут свободно катиться по колесу 2, барабан 5 будет вращаться, а вал II не будет иметь вращения, что соответствует положению «стоп».

Реверсивная муфта с планетарными колесами, показанная на рис. 154в, отличается от описанной муфты с четырьмя коническими колесами лишь тем, что конические колеса заменены цилиндрическими, из которых колесо 1 находится на ведущем валу I, колесо 2 с внутренним зацеплением закреплено на ведомом валу II, а цилиндрические колеса 3 и 4 свободно сидят на валиках III, установленных на барабане 5. В кинематическом отношении эта муфта отличается от вышеописанной тем, что при отводе рычага 9, т. е. при заторможенном барабане 5, ведомый вал II будет вращаться в обратном направлении, но не с тем числом оборотов, которое имеет ведущий вал, а с меньшим, так как число зубцов колеса 2 с внутренним зацеплением всегда больше числа зубцов колеса 1, диаметр которого меньше. Остальные детали, как и принцип работы, остаются теми же: торцевая поверхность барабана 5 и диск 6, скользящий по квадрату ведомого вала, образуют фрикционное сцепление, реверсивный рычаг 9 имеет на одном конце тормоз 8, а на другом выступ 10 для включения в зацепление диска 6.

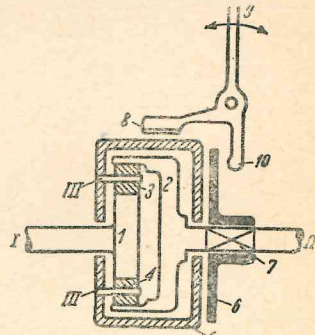


Рис. 154в. Схема реверсивной муфты с планетарными колесами

Понятие о принципе действия и о главных частях гидравлической реверсивной муфты дает рис. 154г. На главном валу 1 двигателя внутреннего сгорания 2 находится центробежный насос, принимающий рабочую жидкость (воду или мыло) из цистерны 4. Из напорного трубопровода 5 эта жидкость с помощью крана 6 может быть направлена к насадкам 7 или 8, против которых расположены колеса гидравлических турбин 9 и 10, сидящих на валу 11, соединенном с гребным винтом 12. Отработанная рабочая жидкость собирается в цистерне 13, откуда по трубе 14 вновь направляется в цистерну 4 и к приемной трубе центробежного насоса 3.

Если насос 3 не будет заполнен жидкостью, то его крыльчатое колесо будет вращаться вхолостую, и оба турбинных колеса 9 и 10 будут находиться в покое. Это соответствует положению муфты «стоп». Для получения переднего хода насос 3 заполняется рабочей жидкостью, рабочее колесо под большим давлением направит жидкость в трубопровод 5 и через кран 6 в насадку 7. Выходящая с большой скоростью жидкость из насадки 7, попадая на лопатки турбины 9, заставит ее вращаться про-

тив часовой стрелки и судно получит ход вперед, а турбина заднего хода будет вращаться вхолостую.

Для получения обратного хода кран б ставят в положение, показанное на рис. 154г. Рабочая жидкость от насоса 3 по трубе 5 через кран б направится к насадке 8, вылетающая из последнего струя жидкости заставит вращаться турбинное колесо 10 по направлению часовой стрелки и судно получит ход назад; турбина переднего хода будет в этом случае вращаться вхолостую.

При конструктивном выполнении гидромуфты насос 3 и турбинное колесо переднего хода располагают одно против другого без промежуточных трубопроводов, и жидкость с колес насоса непосредственно переходит на колесо турбины переднего хода.

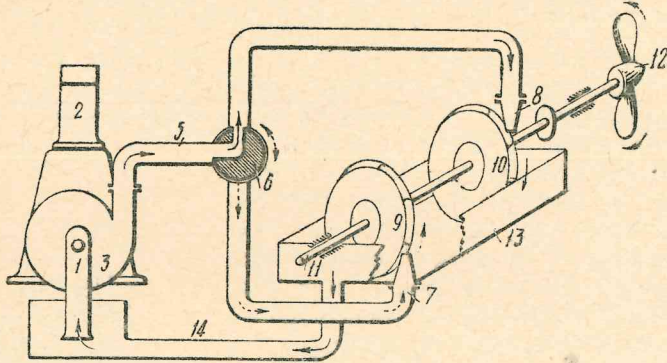


Рис. 154г. Схема реверсивной гидравлической муфты

Для осуществления заднего хода в непосредственной близости к колесу заднего хода ставят второй насос такого же типа, но между его колесом и колесом турбины заднего хода устанавливают направляющий аппарат, позволяющий дать обратное вращение колесу турбины заднего хода.

Конструктивное выполнение гидравлической муфты, как и других типов реверсивных муфт, приведено ниже.

Реверсивно-разобщительная муфта завода «Лименда» (рис. 155) предназначена для двигателей мощностью 50—60 э. л. с. Муфта имеет кожух, состоящий из двух барабанов 1 и 2, соединенных болтами 3. Барабан 1 с внешней стороны имеет цилиндрическую поверхность, охваченную ленточным тормозом 4. С помощью рычажной передачи 5, 6, 7, при постановке рычага 7 в положение С, лента плотно охватывает барабан 1 и не допускает его вращения. При положениях рычага В и А лента тормоза освобождает барабан 1 для свободного вращения. Вал 8 своими фланцами присоединяется к коленчатому валу двигателя, а в муфте лежит на шариковых подшипниках 9 и 10. Вал 11 через муфту соединяется с гребным валом. Последний имеет упорный подшипник 12 (о назначении его будет сказано ниже); конец вала расположен внутри муфты и находится в шариковых подшипниках 14. На валах 8 и 11 с помощью шпонок укреплены кони-

ческие зубчатые колеса 15 и 16. Между этой парой зубчатых колес расположены сцепленные с ними зубчатые колеса 17 и 18 (сателлиты), свободно вращающиеся на осях 19, закрепленных в барабане 1. В барабане 2 расположена фрикционная муфта, диски которой 20 неподвижно соединены с барабаном 2, а диски 21 сидят на валу 11. При постановке рычага 7 в положение А он передвигает вдоль вала 11 муфту 22 и благодаря этому через серьгу 23 и угловой рычаг 24 включает фрикционную муфту.

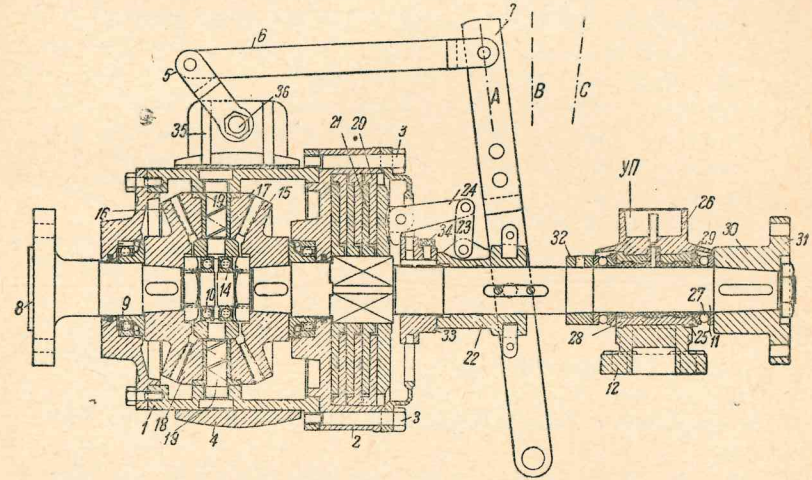


Рис. 155. Реверсивная муфта с коническими шестернями

При положениях рычага В и С диски 20 и 21 не соприкасаются и, таким образом, фрикционная муфта выключается. Перемена хода с помощью этой муфты производится следующим образом.

Передний ход. Рычаг 7 переводят на «ход вперед» — в сторону двигателя (положение А). При этом муфта 22 передвигается по валу 11 в сторону двигателя и передачей 23—24 включит диски фрикционной муфты. Вместе с тем при этом положении рычага 7 передачей 6—5 освободится тормозная лента 4, что даст возможность барабану 1 свободно вращаться.

Таким образом, вал 11 через фрикционную муфту будет жестко связан с корпусом муфты 2, 1, а последний через зубчатые колеса 17 и 18 соединит его через зубчатое колесо 16 с валом 8, вращающимся от двигателя. Вал 11 и корпус муфты будут вращаться в направлении вращения двигателя с тем же числом оборотов.

Все четыре конических колеса при этом не будут вращаться, так как колесо 15 и оси сателлитов 19 движутся в одном направлении с одинаковым числом оборотов. Любая точка соприкосновения зубцов сателлитов с зубцами колеса 15 будет иметь одинаковую окружную скорость в одном направлении, и, следовательно, сателлиты 17 и 18 не будут вращаться вокруг своих осей 19. Своими зубцами (неподвижными относительно осей 19)

сателиты будут жестко сцеплены с колесом 16 и дадут последнему то же число оборотов.

Задний ход. Рычаг 7 переводят в положение заднего хода, в сторону от двигателя (положение С). При этом:

1) муфта 22 передвигается по валу 11 в ту же сторону, рычажная передача фрикционной муфты освободит ее диски 20 и 21 от сцепления (фрикционная муфта выключена);

2) рычажная передача 6—5 тормозной лентой 4 зажмет барабан 1 и не даст ему возможности вращения.

Вал 8 будет вращаться в подшипниках неподвижного барабана 1 и вращать своим зубчатым колесом 15 сателиты 17 и 18, которые теперь будут вращаться, поскольку оси их 19 неподвижны. Сателиты при своем вращении, будучи сцеплены с зубчатым колесом 15 вала 11, создают ему вращение в обратном направлении по отношению к направлению вращения вала двигателя. При заднем ходе корпус муфты, таким образом, неподвижен, а колеса зубчатой передачи вращаются.

Положение «стоп». Рычаг 7 ставится в среднее положение В. Фрикционная муфта выключается, а барабан 1, не стянутый лентой тормоза 4, также может вращаться. Вал двигателя 8 и его зубчатое колесо 16 продолжают вращаться от двигателя. Вследствие трения и сопротивления воды вал 11 будет неподвижным. Сателиты 17 и 18 будут кататься по неподвижному колесу 15, и барабан 1 также будет вращаться в сторону вращения двигателя.

Управление рычагом 7 — перестановка его из положения «вперед» на «стоп» и «задний ход» — может быть осуществлено как из машинного отделения, так и из рулевой рубки, с помощью особого привода.

Упорный подшипник (УП — рис. 155). Во время переднего или заднего хода судна гребной винт дает большую силу упора, направленную вдоль оси гребного вала 11. Это упорное давление воспринимается упорным подшипником УП. Неподвижно закрепленный с корпусом судна упорный подшипник и передает ему упорное давление. Основным требованием к упорному подшипнику является прочное соединение его с набором судна для предотвращения осевого сдвига гребного вала. Последнее в упорном подшипнике этого типа осуществляется следующим путем. Упорный вал 11 (рис. 155) лежит в подшипнике скольжения 25, имеющем фитильную смазку из верхней его крышки 26. Этот подшипник воспринимает радиальную нагрузку. Для того чтобы избежать скольжения вала 11 в осевом направлении, с обеих сторон подшипника 26 расположены упорные шариковые подшипники (для переднего хода 27 и для заднего хода 28).

Упорный шариковый подшипник выполнен в следующем виде: шарики подшипника находятся между двумя обоймами 29 и 30, из которых первая опирается на скользящий подшипник 25—26, а вторая прижимается к ней через шарики муфтой вала 31. При вращении вала 11 при переднем ходе муфта 31 с валом 11 не могут иметь осевого движения вперед — упорное давление через

муфту 31 передается обойме 30 и от нее через шарики обойме 29, скользящему подшипнику, прочно закрепленному, как отмечалось выше, с корпусом судна.

При заднем ходе упорное давление направляется по оси вала в сторону винта. Возможность перемещения вала 11 при заднем ходе устраняется вторым шариковым подшипником 28 и муфтой 32. Возникающее упорное давление через муфту 32 передается одной обойме шарикового подшипника (левой на рисунке), через нее — шарикам, от них — через вторую обойму скользящему подшипнику. Для работы подшипника имеет очень большое значение прочное его закрепление на фундаменте и отсутствие износа шариковых подшипников, так как иначе воз-

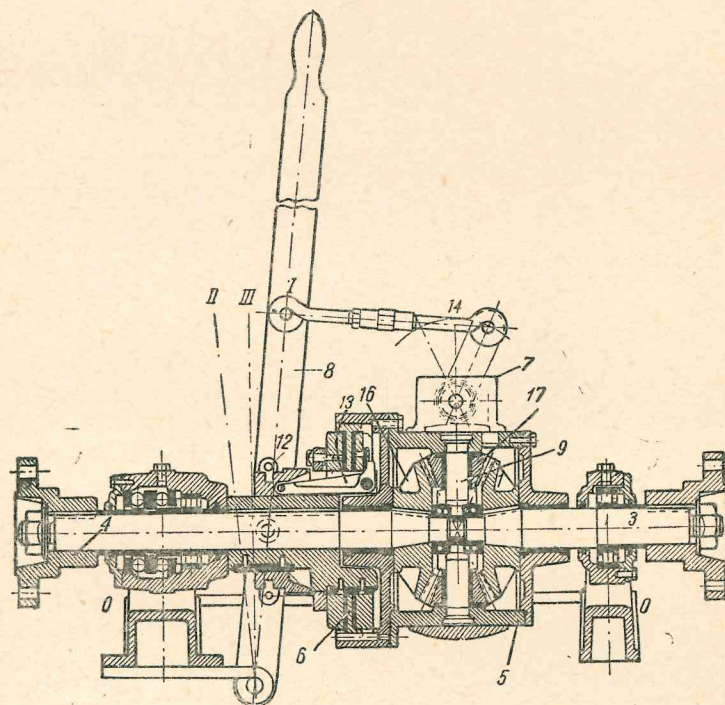


Рис. 156. Реверсивная муфта МСВ

можно смещение вала 11 в осевом направлении; последнее вызовет неправильную работу всей моторной установки из-за смещения коленчатого вала, неправильной работы зубчатых колес и фрикционной передачи муфты.

Реверсивная муфта Московской судостроительной верфи, показанная в продольном разрезе на рис. 156, предназначена для двигателей небольшой мощности. Устройство ее почти одинаково с муфтой завода «Лименда».

Неподвижная рама муфты 0 имеет два подшипника — роликовый или шариковый со стороны двигателя и упорный шариковый со стороны гребного винта. В подшипниках лежат два

коротких вала — один со стороны двигателя, другой со стороны гребного вала. Оба вала на свободных концах имеют съемные фланцы, крепящиеся на конусе или шпонках с помощью гаек. Внутренние концы валов лежат в шариковых подшипниках, находящихся внутри зубчатой передачи. На внутренних концах валов закреплены зубчатые колеса 1 и 16. С этими зубчатыми колесами находятся в зацеплении еще два зубчатых колеса, свободно вращающихся на осях 9, укрепленных в корпусе 5 муфты. Корпус 5 муфты охватывается ленточным тормозом 7, приводимым в действие от рычага 8 через серьгу 14. Со стороны гребного вала корпус муфты 5 имеет фрикционную дисковую муфту 6, включаемую рычагом с помощью муфты 12 и угловых рычагов 13.

При переднем ходе (рычаг поставлен в положение I, как показано на рис. 156) муфта 12 с конической заточкой внутри надвигается на длинные концы угловых рычагов 13, отжимая их в сторону центра вала. Другие (короткие) концы этих угловых рычагов нажимают на фрикционные диски, и, таким образом, гребной вал через муфту 4 и фрикционную муфту связывается с корпусом муфты 5, а через зубчатые колеса ее (образующие в этом случае жесткое соединение) соединяется с валом 3, вращаемым от двигателя. Одновременно серьгой 14 освобождается лента тормоза. В этом случае гребной вал будет жестко связан с валом мотора и будет вращаться в одном с ним направлении.

Для получения обратного хода реверсивный рычаг 8 ставят «назад» в положение II. При этом муфта 12 отходит от угловых рычагов 13, отчего диски фрикционной муфты 6 разойдутся, и вал 4 выйдет из зацепления с корпусом муфты 5. Одновременно от рычага 8 через серьгу 14 лента тормоза 7 охватит корпус муфты 5 и застопорит его. В этом случае вал 3, вращаемый двигателем через зубчатое колесо 1, насаженное на нем, будет вращать зубчатое колесо 17, установленное в корпусе муфты, и через него и зубчатое колесо 16 вал получит вращение в обратном направлении, т. е. на задний ход.

При среднем положении III рычага фрикционная муфта будет свободна, и корпус 5 не будет связан с валом мотора. Зубчатые колеса будут вращаться около своей оси и свободно катиться по зубцам неподвижного колеса 16. Таким образом, при ходе мотора гребной вал будет от него расцеплен, что соответствует положению «стоп».

Реверсивно-разобщительная муфта колесного газохода 100 э. л. с. Московской судостроительной верфи. Колесные газоходы в отношении реверсирования имеют особые условия, и применение для них описанной выше муфты не представляется возможным. Эта особенность колесных газоходов заключается в следующем: в момент реверсирования гребные колеса, их валы и вращающиеся части редукторов по инерции продолжают движение в том же направлении и, поскольку вес их очень большой, двигатель не может преодолеть значительных сил инерции и останавливается.

Во избежание остановки двигателя при реверсировании для колесных газоходов Московской судостроительной верфью сконструирована специальная муфта, показанная в разрезе на рис. 157. Особенностью этой реверсивной муфты является то, что при обратном ходе ее вал, связанный через редуктор с гребным колесом, делает примерно вдвое меньше оборотов против вала двигателя. Благодаря этому вращающий момент вала увеличивается примерно вдвое против переднего хода, чем и преодолеваются силы инерции гребных колес. Конечно, при этом число оборотов гребных колес уменьшается также примерно в два раза, и скорость заднего хода будет много ниже скорости переднего хода.

Общее устройство этой муфты таково. На неподвижной раме укрепляются шариковые подшипники 1 и 2, в которых лежат

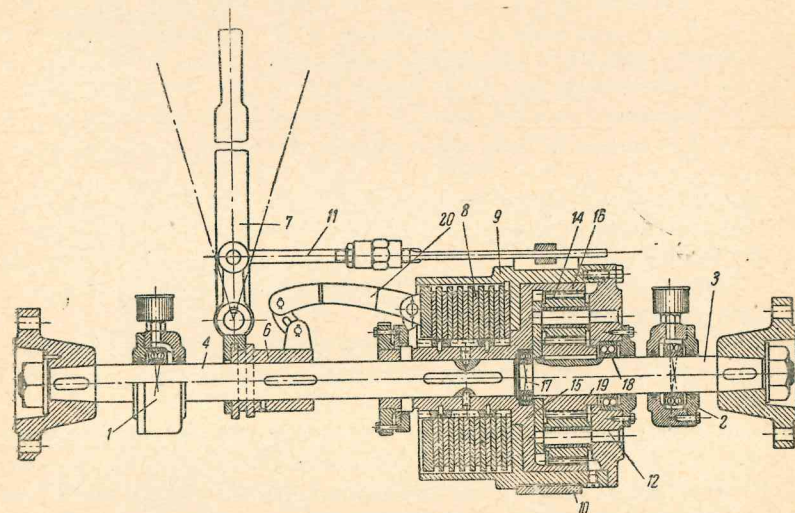


Рис. 157. Реверсивная муфта колесного газохода

два коротких вала 3 со стороны двигателя и 4 — со стороны редуктора и движителя. Оба вала на свободных концах имеют съемные фланцы для соединения с валом двигателя и валом редуктора. Фланцы крепятся на валу с помощью конусов и гаек. На валу 4 имеется прорез, в котором может ходить выступающая часть муфты 6, перемещаемой вдоль вала рычагом 7. Через фрикционную муфту 8 вал 4 может сцепляться с вращающимся корпусом 9 реверсивной муфты. Корпус 9 имеет ленточный тормоз 10, связанный с рычагом 7 с помощью тяги 11. Внутри корпуса на осях 12, укрепленных неподвижно в крышке корпуса, свободно вращаются паразитарные шестерни 14. На этом же валу сидит на шпонке колесо 15 с внутренними зубцами 16, сцепленными с зубцами паразитарных зубчаток 14. Вал 3 внутри муфты опирается на шариковые подшипники 17 и 18 и имеет

закрепленное на шпонке зубчатое колесо 19, также сцепленное с паразитарными зубчатыми колесами 14.

Работа этой реверсивной муфты заключается в следующем. При перестановке рычага 7 в положение переднего хода муфта 6 через серьгу 20 нажимает на диски фрикционной муфты и этим сцепляет вал 4 с корпусом 9 реверсивной муфты, одновременно тягой 11 освобождая ее от действия ленты тормоза 10. Муфта 9 через зубчатые колеса 14 и 19 с помощью валиков 12 будет сцеплена с валом 3. Зубчатые колеса при этом не вращаются, валы 3 и 4 окажутся в жестком сцеплении и будут вращаться в одном направлении с одинаковым числом оборотов.

При постановке рычага 7 в положение заднего хода муфта 6 отойдет от фрикционной муфты 8 и серьга ее 20 освободит фрикционные диски и расцепит вал от корпуса муфты 9. Одновременно тяга 11 застопорит корпус лентой тормоза 10. Вращающийся от двигателя вал 3 насаженным на нем зубчатым колесом 19 будет вращать паразитарные зубчатки 14, а последние — колесо 15 с внутренними зубцами и вал 4, на котором оно закреплено. Вращение вала 4 при этом произойдет в обратном направлении и с числом оборотов вдвое меньшим числа оборотов вала 3.

При среднем положении рычага 7 («стоп») фрикционная муфта освободит корпус 9, и он не будет связан с валом двигателя. Зубчатые колеса 14 и 19 будут свободно вращаться и катиться по внутренним зубцам колеса 15. Таким образом вал 4 окажется отключенным от вала двигателя.

Гидравлическая реверсивная муфта для газоходов. Гидравлическая реверсивная муфта для газоходов показана в разрезе на рис. 158.

С коленчатым валом двигателя соединен корпус насоса переднего хода 1, против которого расположено рабочее колесо 2 турбины переднего хода, закрепленное на валу 3 гидравлической муфты с помощью гайки 4 и шпонки 6.

Вал 3 гидромуфты имеет съемный фланец с гайкой 4 и шпонкой 5 для соединения с гребным валом. Вал гидромуфты 3 охватывается двумя опорными шариковыми подшипниками. На этом же валу 3 на шпонке 7 укреплен также корпус турбины заднего хода 8, против которого расположен корпус 9 насоса заднего хода, закрепленный шпонкой 10 на корпусе муфты 11 переднего хода, скрепленного болтами 12 с корпусом насоса переднего хода 1.

Между корпусом насоса заднего хода 9 и корпусом турбины заднего хода 8 расположен направляющий аппарат 13, неподвижно соединенный с корпусом муфты заднего хода 14, крепящегося на болтах 15 к машинному фундаменту. Неподвижный корпус муфты заднего хода 14 имеет гребенчатые вкладыши 16 и 17, во впадины которых входят гребни вала 3 гидравлической муфты. Со стороны гребного вала к корпусу муфты заднего хода 14 присоединено лабиринтовое управление 18, препятствующее побегам масла в машинное отделение.

Работа реверсивной муфты этого типа заключается в следующем.

При положении «стоп» корпус муфты освобождается от рабочей жидкости (масла). При этом насосное колесо переднего хода 1 вращается от двигателя, вместе с ним вращаются корпус муфты переднего хода 11 и колесо насоса заднего хода 9. Так как рабочей жидкости в гидромуфте в это время нет, то работа обоих насосов идет вхолостую, обе турбины — переднего 2 и заднего 8 хода — не работают и вал гидромуфты 3 не вращается.

При положении «вперед» рабочая жидкость поступает через патрубок 19 в кольцевое пространство 20 неподвижной муфты 14, затем по сверлению 21 в валу гидромуфты 3 направляется к ко-

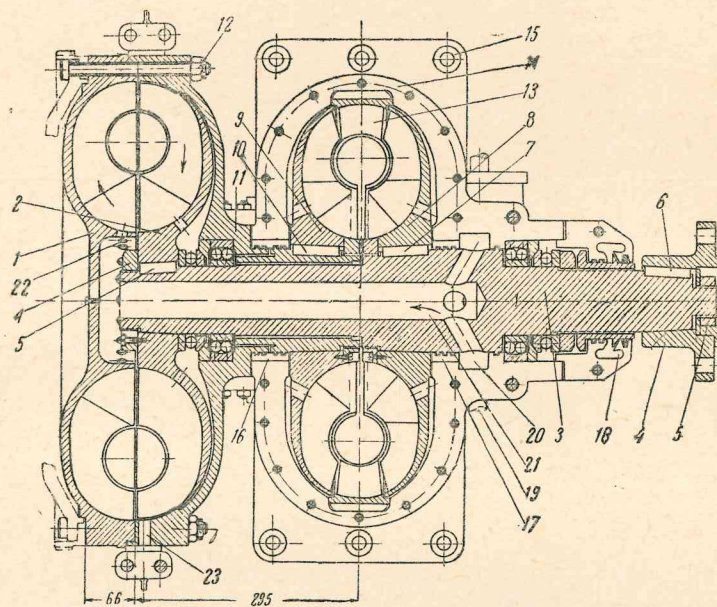


Рис. 158. Гидравлическая реверсивная муфта

лесу насоса переднего хода 1 и через отверстия 22 заполняет пространство колес насоса и турбины переднего хода. Так как колесо насоса переднего хода 1 вращается от двигателя, то поступившее масло в лопатках насоса под действием центробежной силы отбрасывается к внешней окружности колеса, приобретая большую скорость и с такой скоростью переходит на рабочее колесо турбины переднего хода 2 (как это показано на рисунке сплошными стрелками). Колесо турбины переднего хода 2 и вал гидромуфты 3 будут вращаться в сторону направления вращения вала двигателя, а рабочая жидкость, теряя скорость, будет приближаться к валу и с относительно небольшой скоростью опять подойдет к приемной части лопаток насоса переднего хода, затем в последнем опять получит увеличение скорости, поступит на колесо турбины переднего хода и т. д.

Вместе с колесом турбины переднего хода в том же направлении будут вращаться в незаполненном рабочей жидкостью пространстве колесо насоса заднего хода 9, соединенное с кожухами 11 насоса переднего хода, а также и турбина заднего хода 8, сидящая на валу гидромукфы 3.

Ход «назад» осуществляется следующим путем. Рабочая жидкость из турбины переднего хода под действием центробежной силы выпускается через открывающиеся отверстия в кожухе турбины переднего хода 23. Этим гидромукфта переводится в положение холостого хода («стоп»), а затем через кожух заднего хода заполняется рабочей жидкостью пространство между насосом 9 и турбиной 8 заднего хода. Вращающееся при этом от двигателя колесо насоса заднего хода 9 захватит рабочую жидкость, направит ее через направляющий аппарат 13 на колесо турбины заднего хода 8 и оно получит вращение в обратную сторону. Насос и турбина переднего хода при этом будут вращаться в противоположных направлениях, но в пространстве, не заполненном рабочей жидкостью.

Освобождение от рабочей жидкости корпуса переднего или заднего хода и направление масла в тот или иной корпус осуществляются с помощью сервомотора, управление которым может быть вынесено на мостик. Подача масла в гидромукфту производится шестеренчатыми насосами, которые приводятся в действие от двигателя.

Гидравлическая муфта по сравнению с механической имеет ряд преимуществ, к которым в первую очередь можно отнести эластичное соединение двигателя с гребным валом; муфта не имеет фрикционного сцепления и зубчатых колес, подверженных значительному износу. Как показывают проведенные опыты, коэффициент полезного действия гидравлической реверсивной муфты при переднем ходе достигает 96—98%, а при заднем ходе — до 65%. Время на переход с хода «вперед полный» на положение «назад полный» занимает всего лишь 6—8 секунд, что дает возможность осуществить до 8—9 реверсов в минуту. Опытные образцы гидравлических реверсивных муфт в настоящее время изготовлены для двигателей МГ-17 и МГС-17.

48. Редукторы

Редуктором называется устройство для снижения числа оборотов ведомого вала по сравнению с числом оборотов ведущего вала. В судовых установках число оборотов гребного вала часто определяют, исходя из числа оборотов движителя, при котором он дает наибольший коэффициент полезного действия. Для винтовых судов редукторы применяются очень редко, так как невыгоднейшее число оборотов винта обычно бывает близким к числу оборотов двигателя. В наших условиях редукторы применяются, как обязательное правило, для колесных газоходов, так как число оборотов гребного колеса в 10—15 раз меньше числа оборотов двигателя.

Редуктор проектного бюро Наркомречфлота для 100-сильного буксирного газохода с бортовыми колесами показан в поперечном разрезе на рис. 159 и в продольном — на рис. 160. Основной частью редуктора является система зубчатых колес и валов, осуществляющих снижение числа оборотов. К этим деталям относится ведущий вал 1 с коническим зубчатым колесом, поддерживаемый роликовыми упорными и опорными подшипниками 2 и 3. Конусом 4 этот вал соединяется через реверсивную муфту с главным валом двигателя, делая такое же число оборотов.

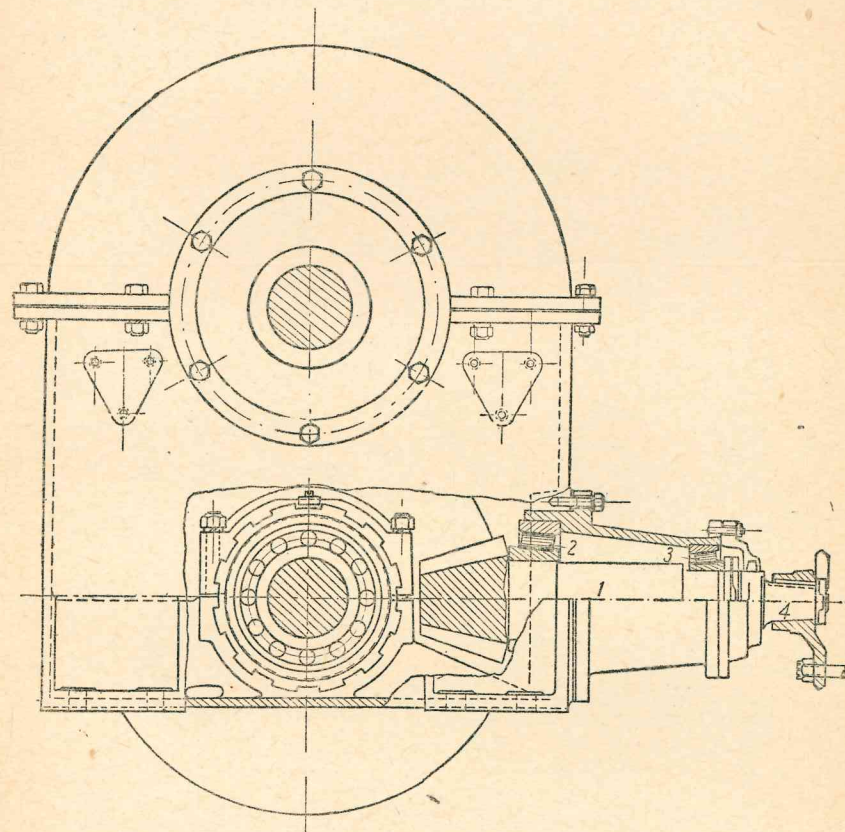


Рис. 159. Редуктор (поперечный разрез)

Перпендикулярно ведущему валу 1 расположен промежуточный вал редуктора 5, ось которого лежит в одной плоскости (горизонтальной) с осью ведущего вала.

На промежуточном валу 5 имеются два зубчатых колеса: коническое 6, сцепленное с коническим колесом первого вала 1, и малое цилиндрическое зубчатое колесо 7, выполненное заодно с валом. При работе этот вал делает меньшее число оборотов, чем коленчатый вал мотора, вследствие конической передачи с

двумя колесами, имеющими разное количество зубцов. Число оборотов его будет равно числу оборотов двигателя, умноженному на число зубцов малого конического колеса и разделенному на число зубцов большого конического колеса. Малое цилиндрическое зубчатое колесо 7 вала 5 сцеплено с большими цилиндрическими зубчатыми колесами 8, закрепленными на ведомом валу 9. Число оборотов этого вала будет еще меньшим из-за разного количества зубьев на паре цилиндрических зубчатых колес. Один конец вала 9 через сцепную муфту 10 соединен с гребным валом 11, на котором укреплено гребное колесо судна.

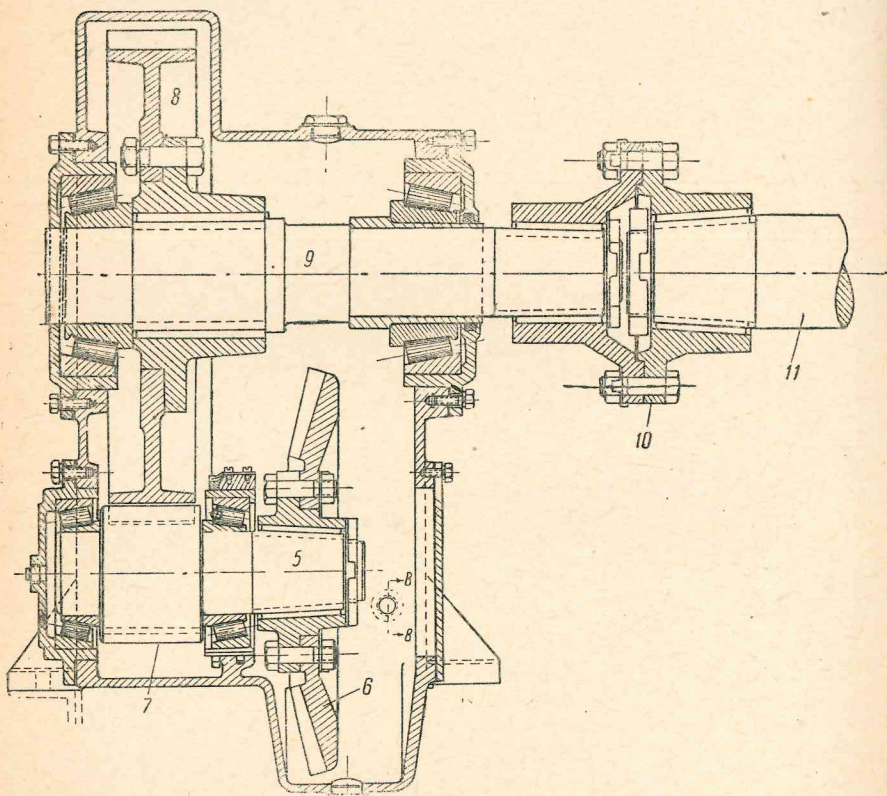


Рис. 160. Редуктор (продольный разрез)

Валы 5 и 9 редуктора также поддерживаются упорными роликовыми подшипниками, исключающими возможность осевого смещения этих валов, как и вала 1.

Все роликовые подшипники установлены в станине редуктора, состоящей из нескольких отдельных частей, соединенных между собой с помощью фланцевых соединений и болтов с прокладками между фланцами. Станины редуктора выполнены так, что дают возможность съемки и осмотра каждого подшипника и зубча-

того колеса. Кожух редуктора выполнен маслонепроницаемым. Смазка движущихся частей редуктора обеспечивается следующим образом. Через пробку внутрь редуктора наливается мас-

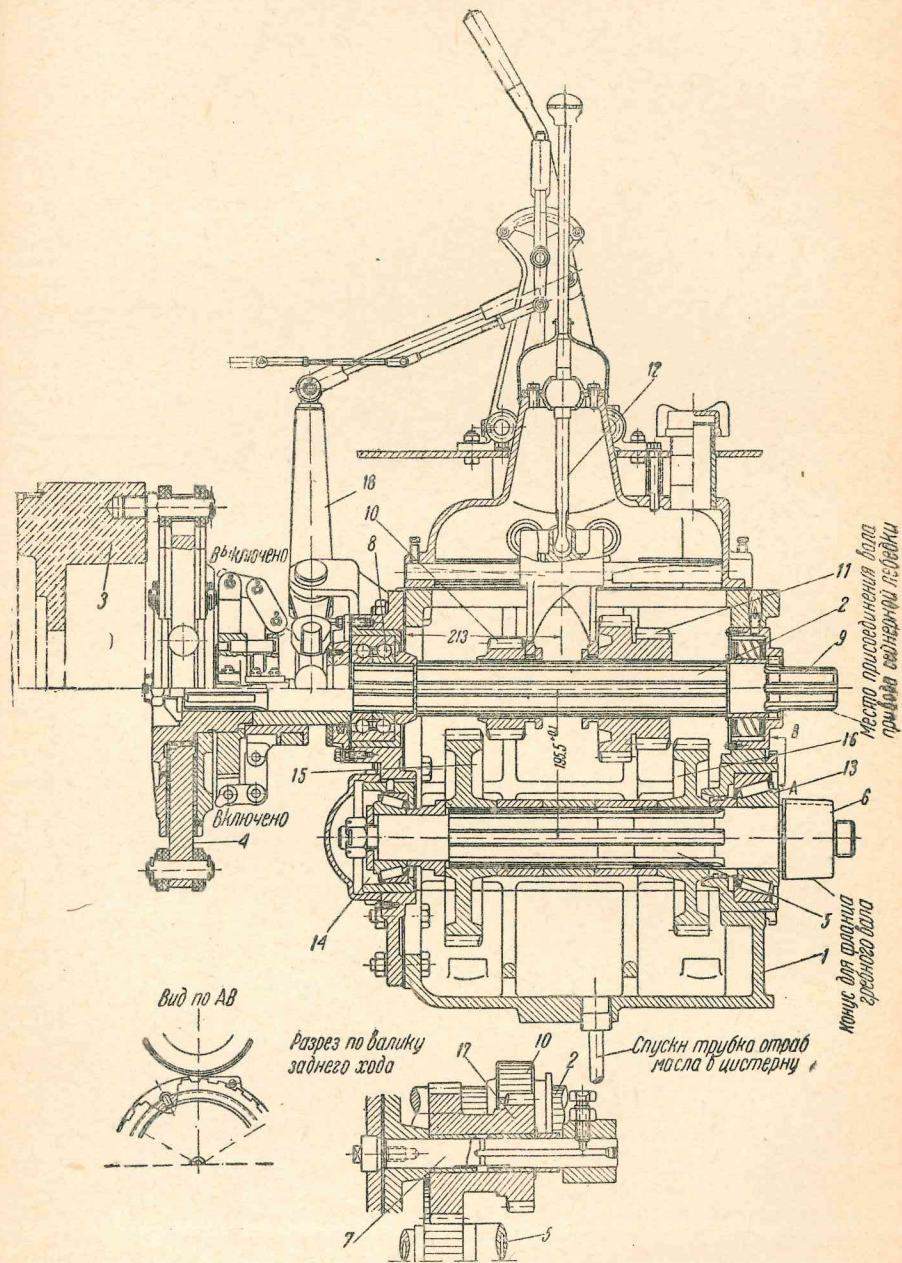


Рис. 161. Реверс-редуктор системы Гайлонского

ло, которое собирается в нижней части его. При вращении зубчатого колеса 5 его зубцы захватывают масло из нижней части редуктора и, разбрасывая его, смазывают все остальные движущиеся детали редуктора. Пробка в нижней части редуктора служит для удаления отработанного масла. Редуктор крепится лапами с помощью болтов к машинному фундаменту.

Реверс-редуктор системы Гайлонского. Реверс-редуктор системы Гайлонского в разрезе показан на рис. 161. В корпусе реверс-редуктора 1 расположены три вала: ведущий вал 2, соединенный с маховиком 3 двигателя через фрикционную муфту 4, ведомый вал 5 с конусом 6 для присоединения гребного вала и валик заднего хода 7 (показан отдельно на схеме), лежащий в другой вертикальной плоскости. Ведущий вал лежит в двух подшипниках, один из которых 8-шариковый опорно-упорный. Этот вал имеет такое же количество оборотов, как и вал двигателя. Выступающий конец его 9 служит для присоединения привода сейперной лебедки (этот реверс-редуктор применяется в рыбопромысловом флоте). Ведущий вал шлицевый и на нем имеются два зубчатых колеса 10 и 11, могущих перемещаться вдоль его оси с помощью рычажного устройства 12. Ведомый вал 5 расположен на двух опорно-упорных роликовых подшипниках 13 и 14 и имеет два зубчатых колеса 15 и 16, служащих для получения заднего и переднего хода.

Для получения переднего хода зубчатое колесо 11 ведущего вала, имеющее 17 зубьев, вводится в зацепление с ведомым колесом 16, имеющим 29 зубьев; гребной вал вращается при этом в сторону, обратную направлению вращения двигателя, и делает в 17 раз меньшее число оборотов, в частности для двигателя

29
МГ-17 — при переднем ходе гребной вал имеет 498 оборотов в минуту. Для получения заднего хода другое зубчатое колесо ведущего вала 10 входит в зацепление с двойным зубчатым колесом 17, сидящим на валике заднего хода и сцепленным с колесом 15 ведомого вала. Такая передача через зубчатое колесо, сидящее на валике заднего хода, дает направление вращения ведомому валу в сторону вращения ведущего вала и для данного случая, таким путем, получают ход назад. При заднем ходе гребной винт дает при двигателе МГ-17 около 525 оборотов.

Реверс-редуктор может выключаться из работы с помощью фрикционного соединения 4 системой тяг 18.

ГЛАВА XI

ДВИЖИТЕЛИ

Гребные винты применяются у газоходов сравнительно небольшой мощности, имеющих различное назначение, а также у мощных газоходов, работающих на реках с достаточно большой глубиной. Гребные колеса применяются у газоходов любой мощности, имеющих очень малую осадку.

Принцип работы движителя — гребного винта или гребного колеса — заключается в том, что при его действии (вращение от двигателя) происходит отбрасывание (движителем) воды в сторону, противоположную направлению движения судна, следствием чего является возникновение силы упора, воспринимаемой упорным подшипником судна. Эта сила и дает движение судну. Действие движителя можно показать на следующем опыте (рис. 162). Если на поплавке 1 установить сосуд 2 с отверстием 3 и налить в него воду, то при вытекании струи воды из отверстия поплавок будет двигаться в сторону, противоположную вытекающей струе. Движение поплавок в данном случае объясняется тем, что при вытекании струи жидкости возникает сила упора (реакции), которая и является причиной движения поплавок.

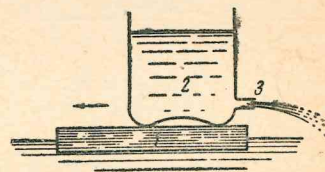


Рис. 162. Движение поплавок при вытекании струи

49. Гребной винт

Рабочей частью гребного винта (рис. 163 и 164) являются его лопасти 1, которых обычно бывает три или четыре. Лопасти гребного винта отливаются заодно со ступицей 2 гребного винта, в которой имеется конусное отверстие 3 со шпоночной канавкой 4. Гребной винт надевается на конец гребного вала 5 и закрепляется на нем с помощью шпонки и гайки 6. Для того чтобы гайка 6 не отдалась во время работы винта, она имеет специальный стопор 7. Для уменьшения вихреобразования за винтом гайка гребного вала закрывается колпачком 8, который называется обтекателем. Поверхность 9 лопасти гребного винта со стороны обтекателя называется рабочей, или лицевой, а с другой стороны — спинкой, или всасывающей поверхностью 10.

Рабочая поверхность лопасти является частью винтовой поверхности, а поверхность спинки выпуклая, причем эта выпук-

лость дается исключительно для придания лопасти винта должной прочности путем образования достаточно большого ее сечения. Кромка 11 лопасти гребного винта, направленная в сторону вращения гребного винта, называется входящей; вторая кромка 12 лопасти, направленная в противоположную сторону, называется выходящей. Диаметр окружности, описанный наиболее удаленной от центра точкой лопасти (концом ее), называется

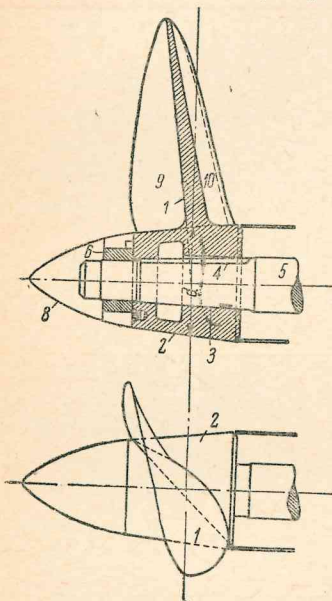


Рис. 163. Гребной винт (продольный разрез и план)

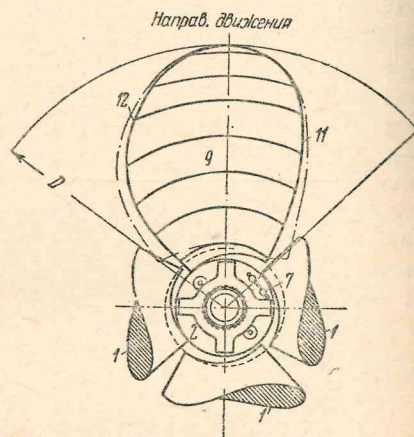


Рис. 164. Гребной винт (поперечный разрез)

ся диаметром гребного винта. Наименьший диаметр окружности, описанный точкой, лежащей на средней линии лопасти, называется диаметром ступицы. Возьмем цилиндр (рис. 165) с диаметром, равным диаметру винта D , и прямоугольный треугольник ABC с длиной горизонтально расположенного катета, равной длине окружности взятого цилиндра πD . Если такой треугольник обернуть вокруг цилиндра, как показано на рис. 165, то гипотенуза треугольника дает на цилиндре винтовую линию. За один оборот цилиндра винтовая линия дает подъем H , равный величине вертикально расположенного катета. Эта величина называется шагом винтовой линии. Возьмем два цилиндра с диаметрами, равными диаметру винта D и диаметру d ступицы (рис. 166), расположим их один внутри другого на одной оси и так, чтобы основания их лежали в одной плоскости. Отметим на основании цилиндров радиус и от пересечения его с цилиндрическими поверхностями на последних проведем винтовые линии с одинаковым шагом. Если теперь на равной высоте цилиндра проведем радиусы, пересекающие

обе винтовые линии, и по этим радиусам проведем поверхность, то получим винтовую поверхность с шагом, равным шагу винтовых линий обоих (внутреннего и внешнего) цилиндров. Рабочая сторона лопасти гребного винта и представляет собой часть такой винтовой поверхности, как это изображено на рисунке. Если бы винт вращался в твердой среде, то он за один оборот, подобно гайке на неподвижном болте, имел бы перемещение вдоль оси на величину шага винтовой поверхности. Теоретическое перемещение гребного винта в твердой среде за один его оборот называется шагом гребного винта. При движении судна винт перемещается в осевом направлении за каждый

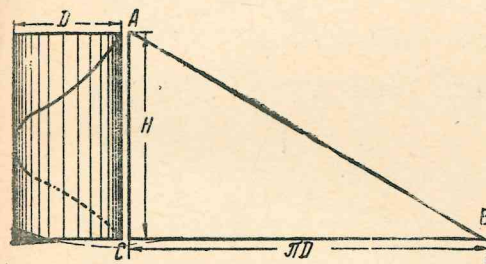


Рис. 165. Образование винтовой линии

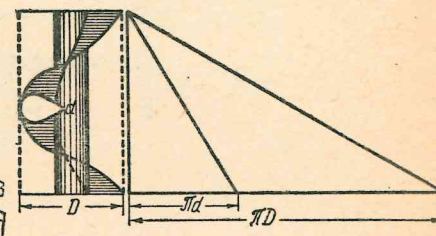


Рис. 166. Образование винтовой поверхности

оборот на величину, меньшую его шага. Разность теоретического и действительного движения винта за один его оборот называется скольжением гребного винта. Для каждого судна с определенным режимом работы и числом оборотов мотора должен быть спроектирован винт с должной величиной диаметра и шага. Только при этих условиях можно ожидать достаточно хорошего коэффициента полезного действия винта. Под коэффициентом полезного действия винта понимается отношение количества полученной работы упора (произведение силы упора на пройденный судном путь) к количеству работы, подведенной к винту от двигателя за то же время. На коэффициент полезного действия гребных винтов кроме того в сильной степени влияют качество обработки лопастей и исправное состояние их. При грубой обработке лопастей винта коэффициент полезного действия его сильно снижается и судно теряет ход. Винты газоходов выполняются, как правило, из чугуна, но они могут быть литыми стальными или бронзовыми или сварными из листовой стали. В зависимости от числа двигателей газоходы строятся с одним или двумя гребными винтами.

50. Дейдвудная труба

Гребной винт при работе судна должен быть полностью погружен в воду под небольшим слоем ее. Исключение составляют лишь так называемые тоннельные винты (суда сравнительно

большой мощности, работающие на малой осадке). В обоих случаях гребной вал находится ниже ватерлинии судна, причем один конец его находится внутри, а другой вне корпуса судна. Кроме того гребной вал проходит через ахтерштевень судна при одном винте или через криволинейную оконечность корпуса при двух-

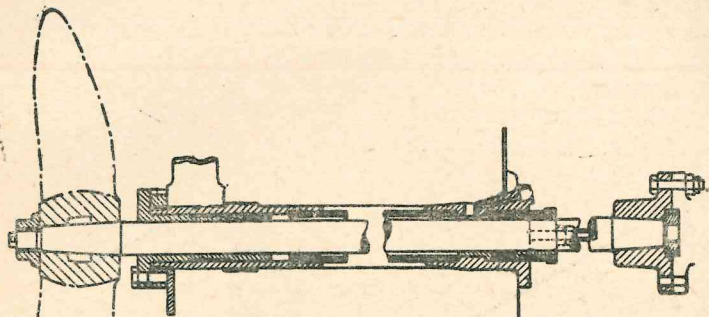


Рис. 167. Дейдвудная труба стального судна

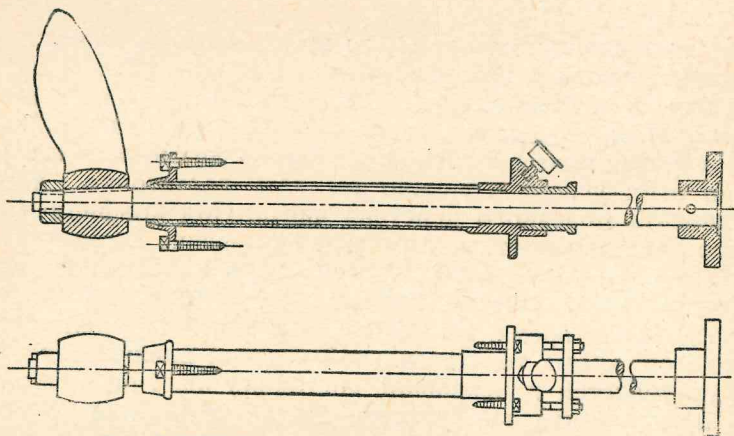


Рис. 168. Дейдвудная труба деревянного судна

винтовом судне. Для поддержания гребного вала, а следовательно, и винта в должном положении и для обеспечения корпуса от попадания внутрь его воды при выводе конца гребного вала к винту — гребной вал помещается в дейдвудную трубу. Дейдвудная труба газоходов обычно состоит из стальной трубы с внутренним диаметром, несколько большим диаметра гребного вала; дейдвудная труба с обеих сторон имеет газовую резьбу. Эта труба вставляется в ахтерштевень; со стороны машинного отделения она охватывается чугуной муфтой, задняя часть которой является подшипником и залита по диаметру

гребного вала белым металлом, а передняя имеет сальник с мягкой набивкой, препятствующей проникновению воды внутрь судна. Со стороны ахтерштевня труба имеет фланцевую муфту, также залитую белым металлом и служащую подшипником для гребного вала, и кроме того фланец, через отверстие которого фланцевая муфта крепится к ахтерштевню судна. Такая дейдвудная труба показана на рис. 167. Существуют и другие конструкции дейдвудных труб. Примером может служить показанная на рис. 168 направляющая насадка гребного винта. Гребной винт, как правило, соединяется с коленчатым валом двигателя, и число его оборотов равно числу оборотов двигателя. Все устройство получается очень компактным и легким по сравнению с греб-

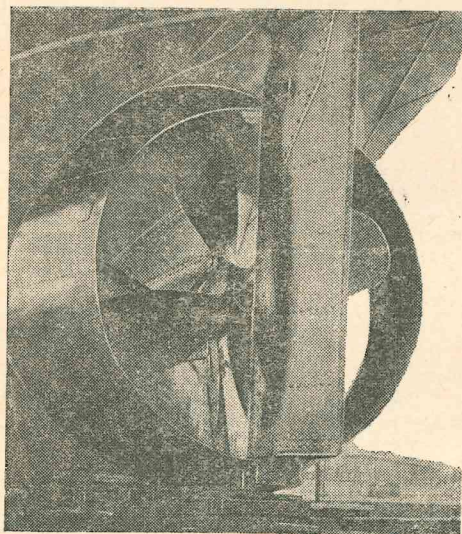


Рис. 169. Общий вид гребного винта с насадкой

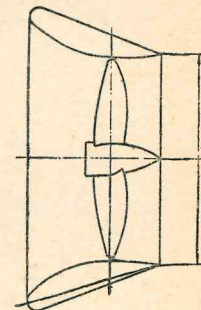


Рис. 170. Схема действия и устройство насадки

ными колесами, имеющими очень большие размеры и в силу малого числа оборотов требующими установки дорогих и тяжелых редукторов. Однако недостатком гребных винтов при малых глубинах и относительно мощных двигателях является то обстоятельство, что их коэффициент полезного действия значительно ниже, чем у гребных колес. Для повышения коэффициента полезного действия гребных винтов в последнее время стали применять к ним так называемые направляющие насадки. Винт с направляющей насадкой показан на рис. 169, а направляющая насадка газохода в разрезе — на рис. 170. Действие насадки заключается в том, что она увеличивает сечение воды, выходящей из винта, и тем самым снижает вредное вихреобразование, создаваемое винтом; применение насадок у буксирных судов повышает коэффициент полезного действия винта на 15—30%.

51. Гребные колеса

Гребные колеса можно разделить на два основных типа: колеса с неподвижными лопастями и колеса с подвижными лопастями. На газоходах применяются только последние, причем по расположению на судне их можно разделить на две группы:

1) бортовые гребные колеса, расположенные около середины судна по бортам;

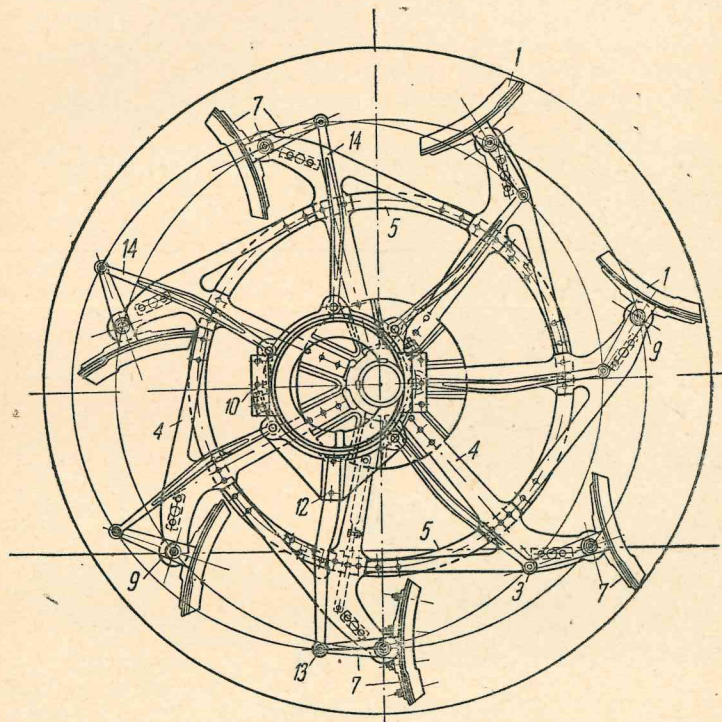


Рис. 171. Гребное колесо

2) кормовые гребные колеса, ось которых располагается за кормой судна.

Основными рабочими частями гребных колес (рис. 171 и 172) являются их плицы 1, выполненные из листовой стали или дерева. Плица имеет вид вытянутого прямоугольника; рабочая сторона ее выполняется либо в виде части цилиндрической поверхности (стальной плицы), либо плоской или с углом, близким к 180° (деревянные плицы). Движение плицам по окружности передается от гребного вала 2 через шпонку патрону гребного колеса 3 и спицами 4. Спицы одним концом заделываются в пазах патрона на болтах, а для поддержания их на определенном расстоянии одна от другой к ним укрепляется обод 5. Этот обод, расположенный между патроном и плицами, называется вну-

тренним. На гребных колесах больших судов кроме внутреннего обода имеется еще и внешний обод, расположенный за плицами. Для увеличения прочности спицы с обеих сторон скрепляются между собой связями 6. Для безударного погружения плиц в воду они входят и выходят из воды под определенным углом к горизонтальной плоскости (рис. 173). Угол, при котором плица входит в воду, называется углом входа плицы α , а угол, при котором она оставляет воду, — углом выхода плицы β (см. рис. 173). Величина этих углов зависит от скорости движения судна и окружной скорости колеса. В крайнем нижнем положении плица располагается в вертикальной плоскости. Для получения заданных углов входа и выхода, а также вертикального положе-

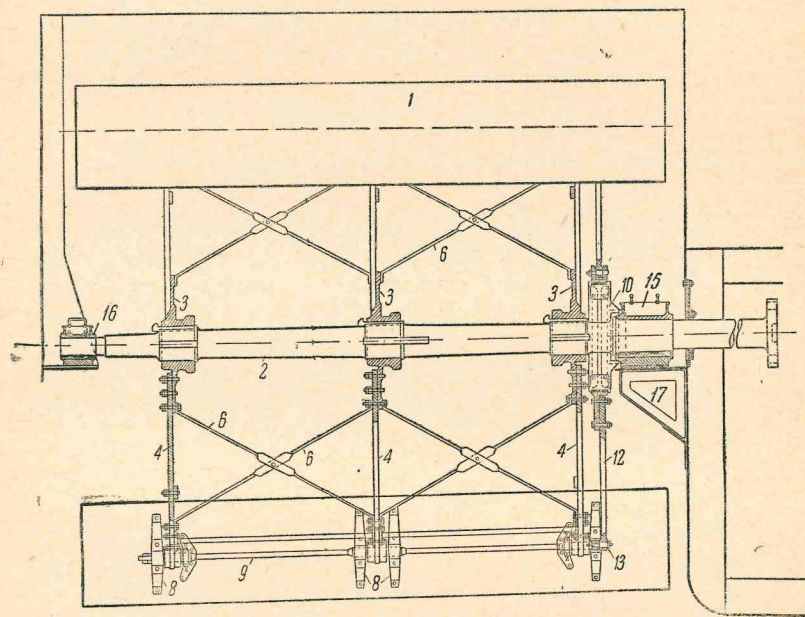


Рис. 172. Гребное колесо (боковой вид)

ния плицы в ее наинизшем положении, плицы соединяются со спицами шарнирно (рис. 171): спицы крепятся к коленкам 7 и полуколенкам 8, имеющим отверстия, через которые они свободно насаживаются на валики 9 (пальцы); поворот плиц на некоторый угол осуществляется специальным приводом. Этот привод для гребных колес выполняется по следующей системе: на уровне оси вала у борта судна неподвижно устанавливается эксцентрик 10, имеющий отверстие для свободного прохода гребного вала и прилив с отверстиями для прохода крепящих эксцентрик болтов. Эксцентрик охватывается бугелем, получающим вращение от одной из плиц через неподвижно укрепленную на нем тягу 12, называемую в о ж а к о м, другой конец которого шарнирно соединен с костью коленки 13. Остальные пли-

цы через костыли соединяются с бугелем шарнирно с помощью тяг 14, называемых поводками. Соответствующей длиной поводков и вожака, размером и положением эксцентрика можно получить заданную величину углов входа и выхода. Гребное колесо характеризуется следующими данными: диаметром колеса (по центрам спиц), длиной и высотой спиц и их числом. Гребной вал чаще располагается на двух подшипниках (рис. 172), один

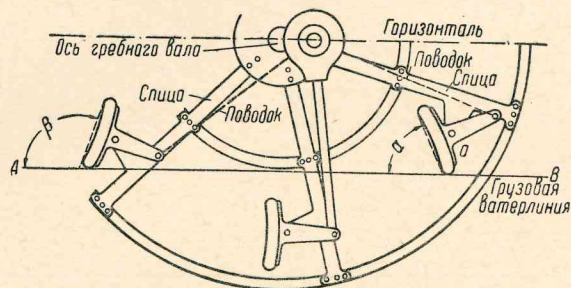


Рис. 173. Углы входа и выхода

из которых, называемый бортовым 15, располагается у борта вала на кронштейне 17, а второй, обносный подшипник 16 ставится на обносе. Бортовой подшипник воспринимает упорную силу гребных колес, поэтому он имеет очень прочное крепление. В частности крепящие его болты разгружаются от срезающей (упорной) силы специальными клиньями-гикасами, которые располагаются между корпусом подшипника и упорами кронштейна.

ГЛАВА XII

МАШИННЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ СУДОВ

Расположение механического оборудования на газогенераторных судах может иметь различные варианты в зависимости от типа судна, его назначения и размеров. Ниже будут рассмотрены лишь типовые машинные отделения газоходов.

52. Винтовой буксир МСВ

Винтовой буксирный газоход Московской судостроительной верфи имеет мощность 50 э. л. с. Газогенераторная установка работает на чурке. Двигатель тракторный ЧТЗ «Сталинец-60» мощностью 50—52 э. л. с. работает на газе при числе оборотов 650 в минуту. Общее расположение всего оборудования и трубопроводов машинного отделения приведено в плане на рис. 174 и в продольном виде на рис. 175. Схема этой установки была разобрана на рис. 3. Главнейшие части этой установки: 1—газогенератор, 2—мокрый очиститель, 3—сухой очиститель, 4—двигатель, 5—реверсивная муфта, 6—приводной центробежный насос, 7—ручной осушительный насос, 8—фильтры. Вид машинного отделения со стороны кормы показан на рис. 176. В передней части машинного отделения виден газогенератор 2, рядом с которым расположен мокрый очиститель 1. На переднем плане (кормовая часть машинного отделения) изображена реверсивная муфта 3 с рычагом перемены хода 4. На машинном фундаменте стоит двигатель ЧТЗ, на котором с правой стороны видны магнето и центробежный насос с приемной трубой 5. С левой стороны двигателя расположены всасывающий и выпускной газопроводы с смесителем 6 и карбюратором 7. Над двигателем расположены трубопровод 8 отработанной в рубашках двигателя воды и выхлопной трубопровод 9. Сзади двигателя виден также манометр 10, указывающий давление масла в напорной масляной магистрали двигателя. В передней части машинного отделения расположены бункеры для топлива 11 с люками 12.

53. Винтовой буксирный газоход с установкой ЛС-2 Наркомлеса

Клепаный металлический корпус газохода имеет длину по ватерлинии 15,3 м и ширину 3 м. Осадка катера в рабочем состоянии 0,65—0,75 м. Надстройка судна деревянная; в корпусе имеется каюта на четыре спальных места. Катер приводится в движение 50-сильным газовым двигателем «Сталинец-60». Пуск двига-

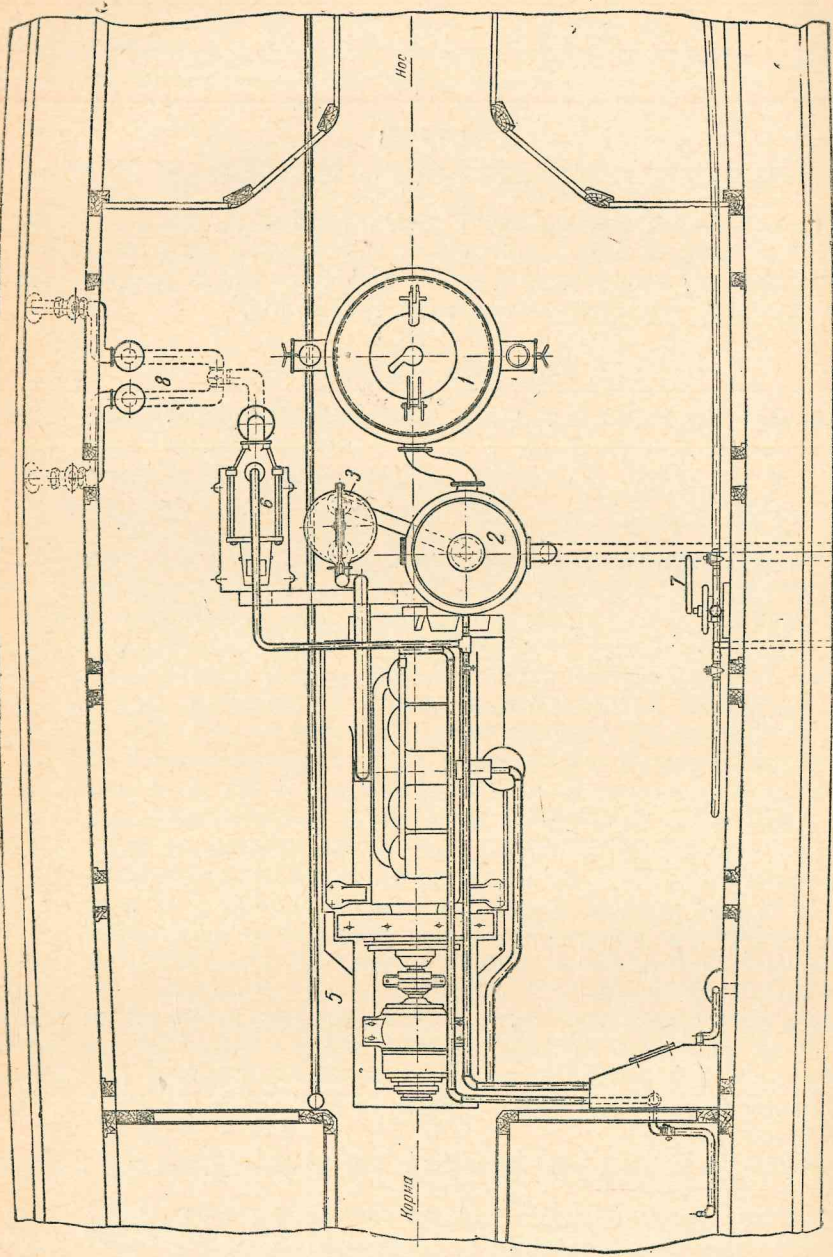


Рис. 174. Машинное отделение котера 50 т. с. МСВ (план)

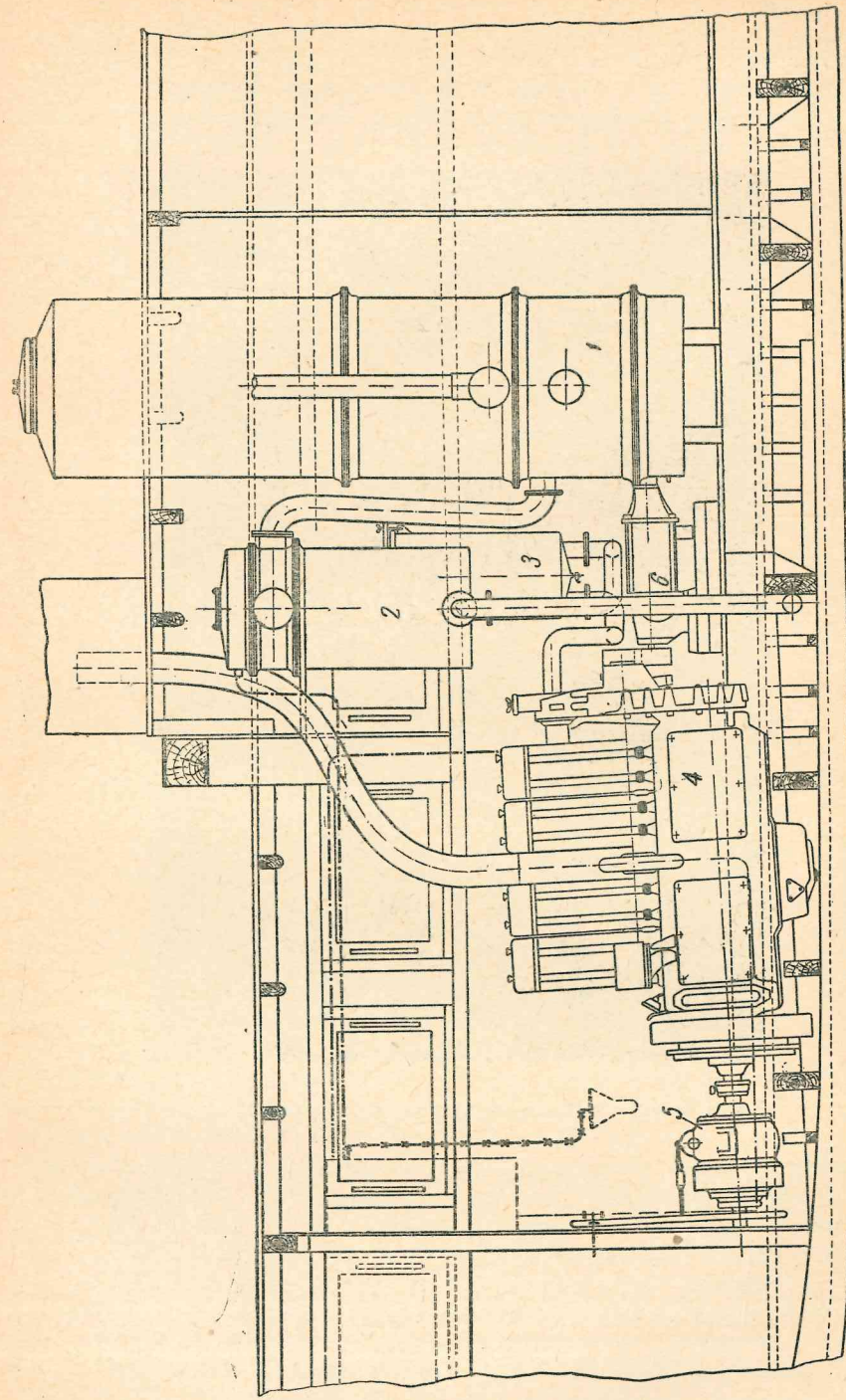


Рис. 175. Машинное отделение котера 50 т. с. (продольный разрез)

теля на бензине. Двигатель через реверсивную муфту связан с гребным винтом (диаметр 610 мм), расположенным в тоннеле. Общий вид газохода и расположение основного оборудования его показаны на рис. 177. На этом рисунке обозначено: 1—главный двигатель; 2—бензиновый бак; 3—реверсивная муфта;

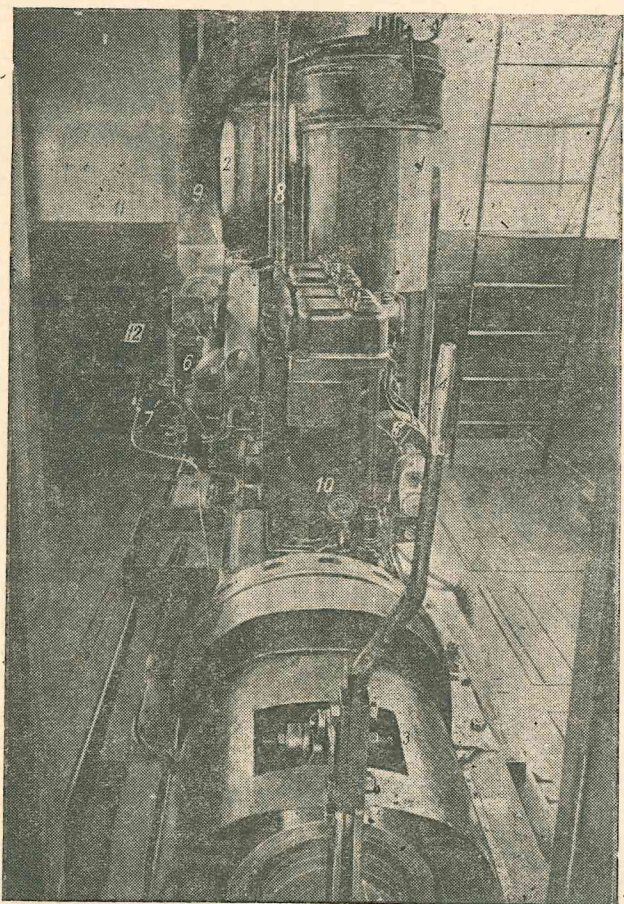


Рис. 176. Вид с кормы на машинное отделение газохода 50 л. с.

4—гребной винт; 5—лебедка; 6—центробежный насос; 7—газогенератор; 8—скруббер; 9—тонкий очиститель; 10—съемный деревянный короб; 11—изоляционный кожух около газогенератора; 12—эжекционный вентилятор; 13—световой люк.

Эта установка с конденсационным устройством для отвода паров из бункера газогенератора, а также устройство для охлаждения и очистки газа были описаны выше. Схема включения газогенератора, очистителей и трубопроводов машинного отделения газохода показана на рис. 178. Машинное отделение этого

газохода (вид с кормы) изображено на рис. 179. В передней части машинного отделения виден газогенератор 1, справа от него скруббер 2 и слева тонкий очиститель газа 3 с конденсационным бачком 4. Трубы 5 подают в генератор воздух с тента. Отработанная вода из скруббера уходит за борт по трубе 6, из тонкого очистителя по трубе 7 и из конденсационного бачка по трубе 8. Газ подводится к двигателю 10 по трубопроводу 9. По трубе 11 отводятся газы из картера мотора. Отработанные газы из двигателя удаляются по трубопроводу 12. Для обеспечения постоянной температуры входящей в двигатель воды над выхлопным коллектором расположен бачок 13. С левой стороны двигателя видны всасывающий коллектор и смеситель 14, а также

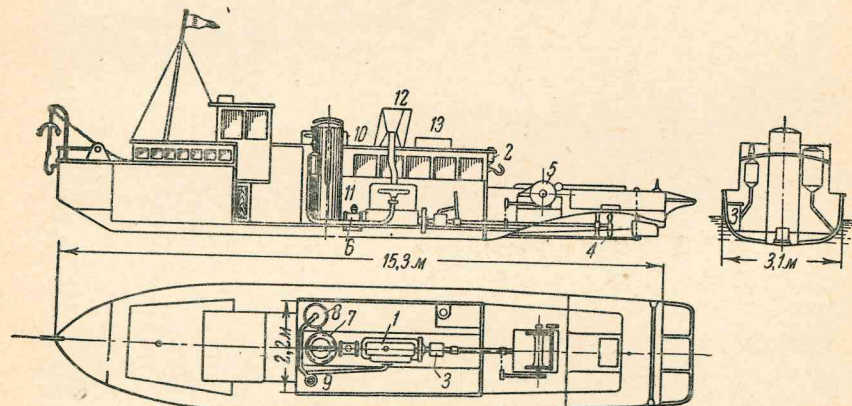


Рис. 177. Общий вид газохода с расположением основных частей

рычаги управления 15, водяная цистерна 16 и изоляционный кожух около генератора 17.

Более детально рычаги управления показаны на рис. 180. Близ цилиндра расположен рычажок 1, управляющий общим дроссельным клапаном; рядом с ним рычажок 2, связанный с двумя газовыми заслонками в карбюраторе и смесителе; 3—рычажок управления всасывающей заслонкой смесителя. С другой стороны двигателя (рис. 181) видны центробежный насос 1 с обратным клапаном 2, обеспечивающим наличие воды в насосе при остановленном двигателе, и воронкой для заливки насоса 3 с разобшительным клапаном 4. За насосом видно магнето 5. К вентиляционному валику 1, выходящему в переднюю часть двигателя, при конвертации двигателя (рис. 182) присоединяется через шкив 2 и ремень 4 шкив 3 центробежной помпы 5, питающей скруббер. На рисунке видны закрытое отверстие 6 для смазки помпы, воздушные пробки 7 и напорный трубопровод 8 с вентилем 9 для регулирования давления воды. Центробежный насос трехступенчатый производительностью 10 м³ в час, при напоре до 15 м, при числе оборотов 1450 в мин. Потребляемая им мощность около 2 э. л. с.

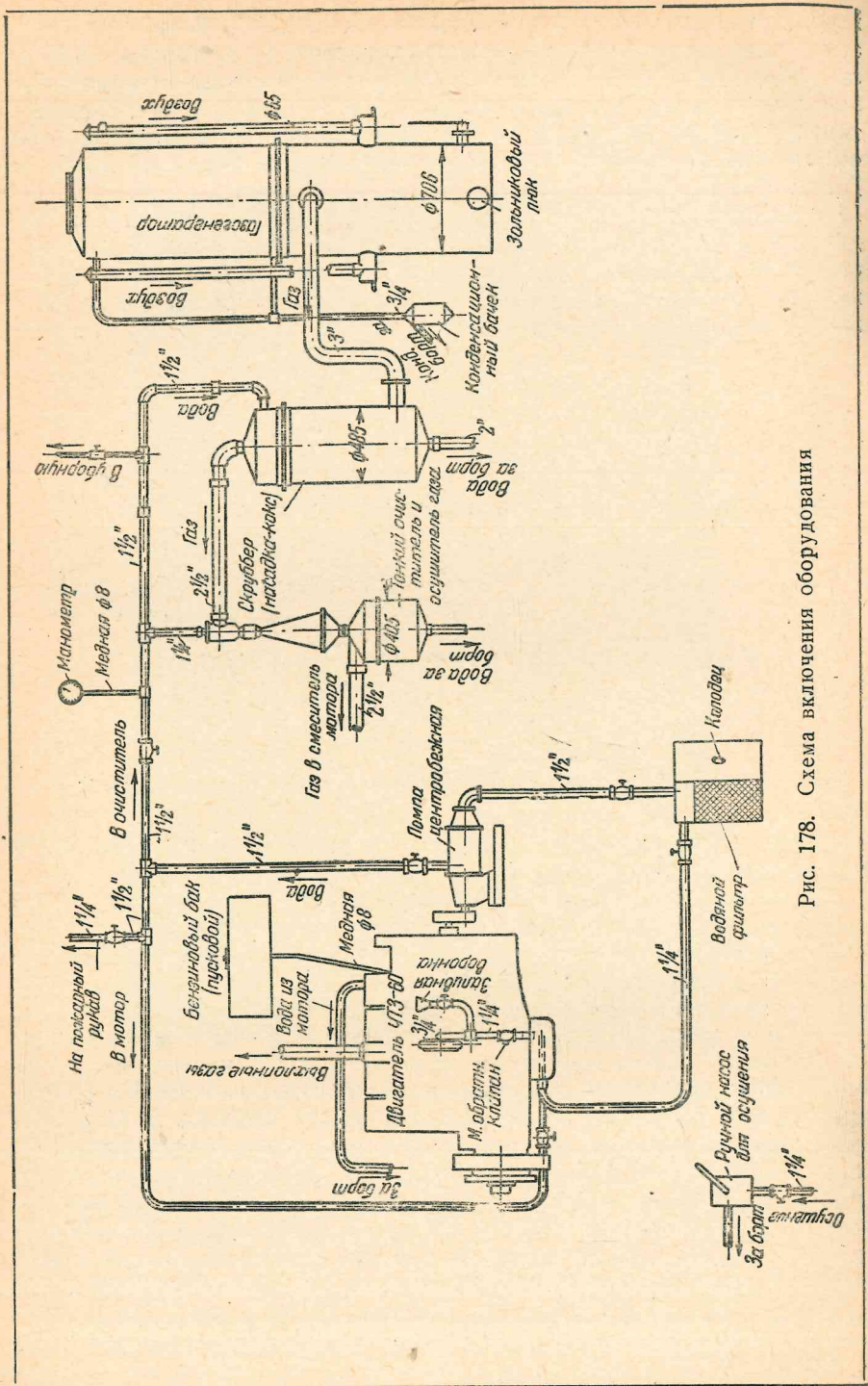


Рис. 178. Схема включения оборудования

54. Газоход типа МСВ-34 с бортовыми колесами

Машинное отделение этого судна было рассмотрено выше (рис. 1 и 2). Корпус судна деревянный. Основные размеры его: длина 30 м, ширина 7 м, осадка 0,5 м. Полная ширина судна с обносами — 13,15 м.

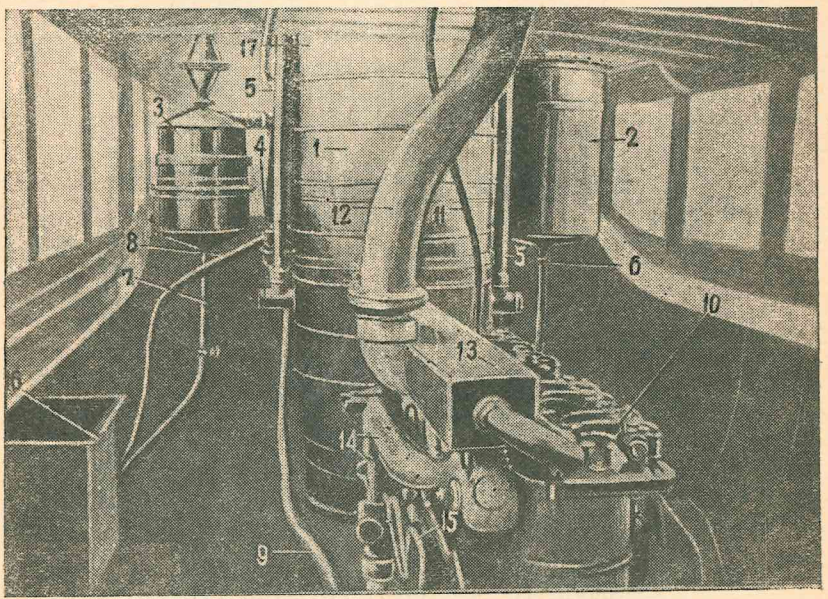


Рис. 179. Машинное отделение газохода 50 э. л. с.

55. Заднеколесный буксир-толкатель «Опыт» с газогенераторной установкой 100 э. л. с.

В Северо-Американских Соединенных Штатах для передвижения несамоходных судов применяются вместо буксиров суда-толкатели, которые в ряде случаев дают лучшие результаты по сравнению с буксирами. С целью изучения преимуществ толкания перед буксировкой и построен буксир-толкатель «Опыт», общий вид которого дан на рис. 183. Основные размеры этого судна: длина 24,2 м, ширина 7 м, высота борта 1,1 м, осадка 0,44 м. Газоход снабжен двумя газовыми двигателями в передней части имеет упоры, а для буксировки сзади его надстроек имеется буксирный гак.

Кормовые колеса вынесены за пределы корпуса, и их вал связан с редукторами, от которых имеется валопровод в машинное отделение, показанное на рис. 184.

В машинном отделении видны: газогенератор 1, скруббер 2, тонкий очиститель 3, смесительный бачок 4, сливная воронка 5; двигатели 6, расположенные на высоком фундаменте 7 вместе с

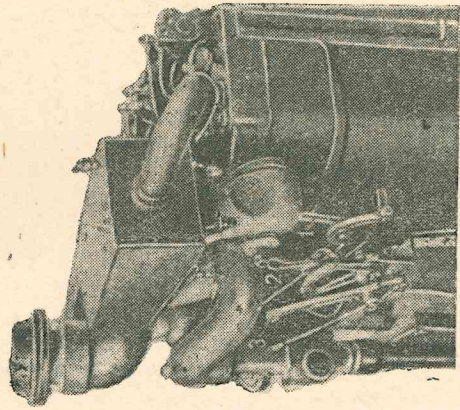


Рис. 180. Рычаги управления

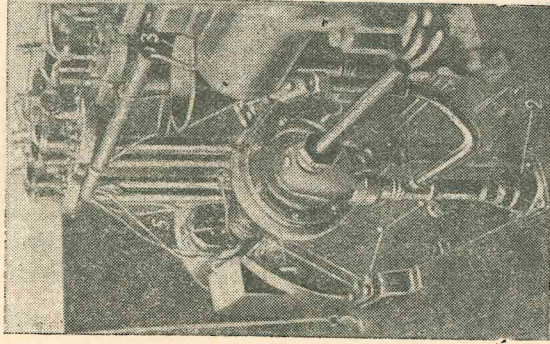


Рис. 181. Правая сторона двигателя

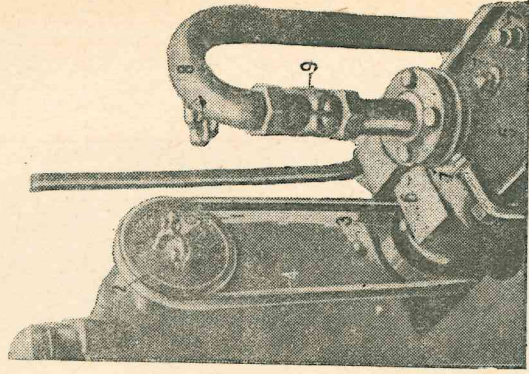


Рис. 182. Привод насоса

I-138

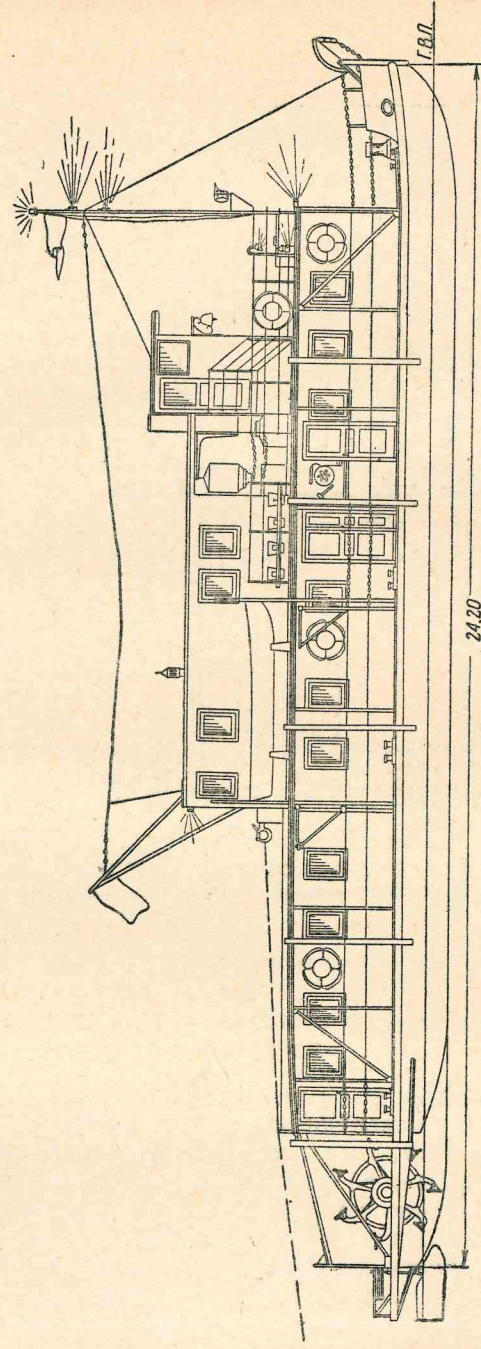


Рис. 183. Общий вид заднеколесного газохода

реверсивными муфтами 8, от которых идет валопровод 9 к редукторам. На двигателе видны магнето 10, водяной насос 11 для охлаждения двигателя и помпа 12 для подачи воды на скруббер.

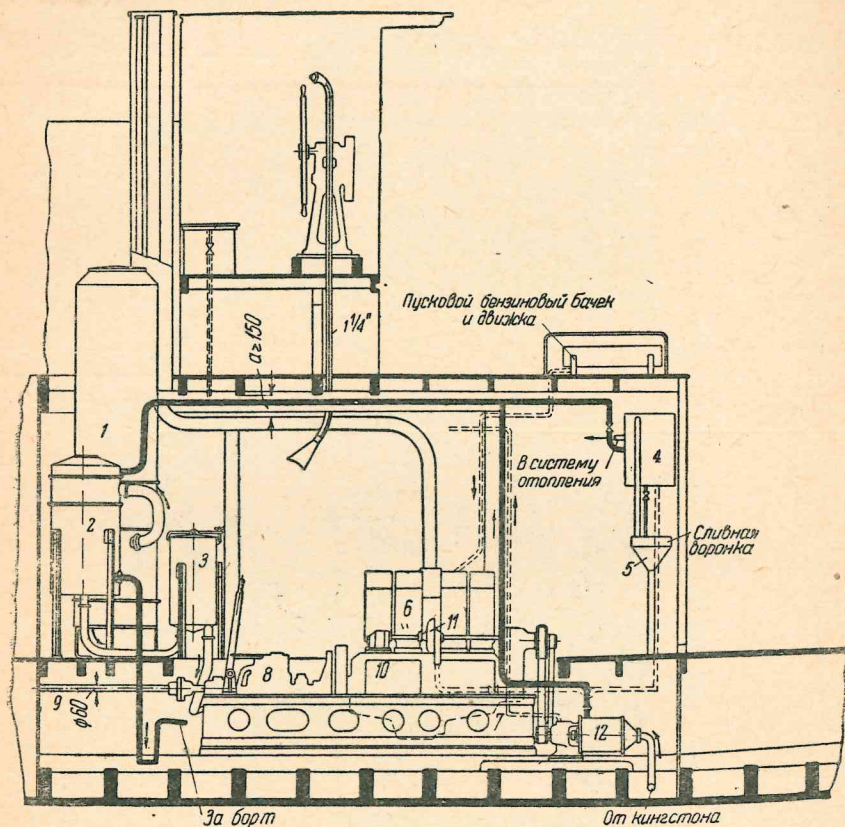


Рис. 184. Машинное отделение газохода „Опыт“

56. Машинные отделения газоходов с пуском непосредственно на газе

Описанные выше газоходы имели ручной пуск главных двигателей на бензине с последующим переводом работы их на газ. В настоящее время газоходы оборудуются электростартерами. Расположение стартерного устройства для пуска главных двигателей непосредственно на газе показано для винтового судна на рис. 185, а для колесного — на рис. 186.

Винтовой металлический газоход с установкой Л-С2 (рис. 185), кроме основных, рассмотренных выше агрегатов — 1 газогенератора, 2—скруббера, 3—фильтра тонкой очистки газа, 4—газового мотора ЧТЗ-60, 5—насоса для скруббера, 6—реверсивной муфты, имеет следующее специальное оборудование для элек-

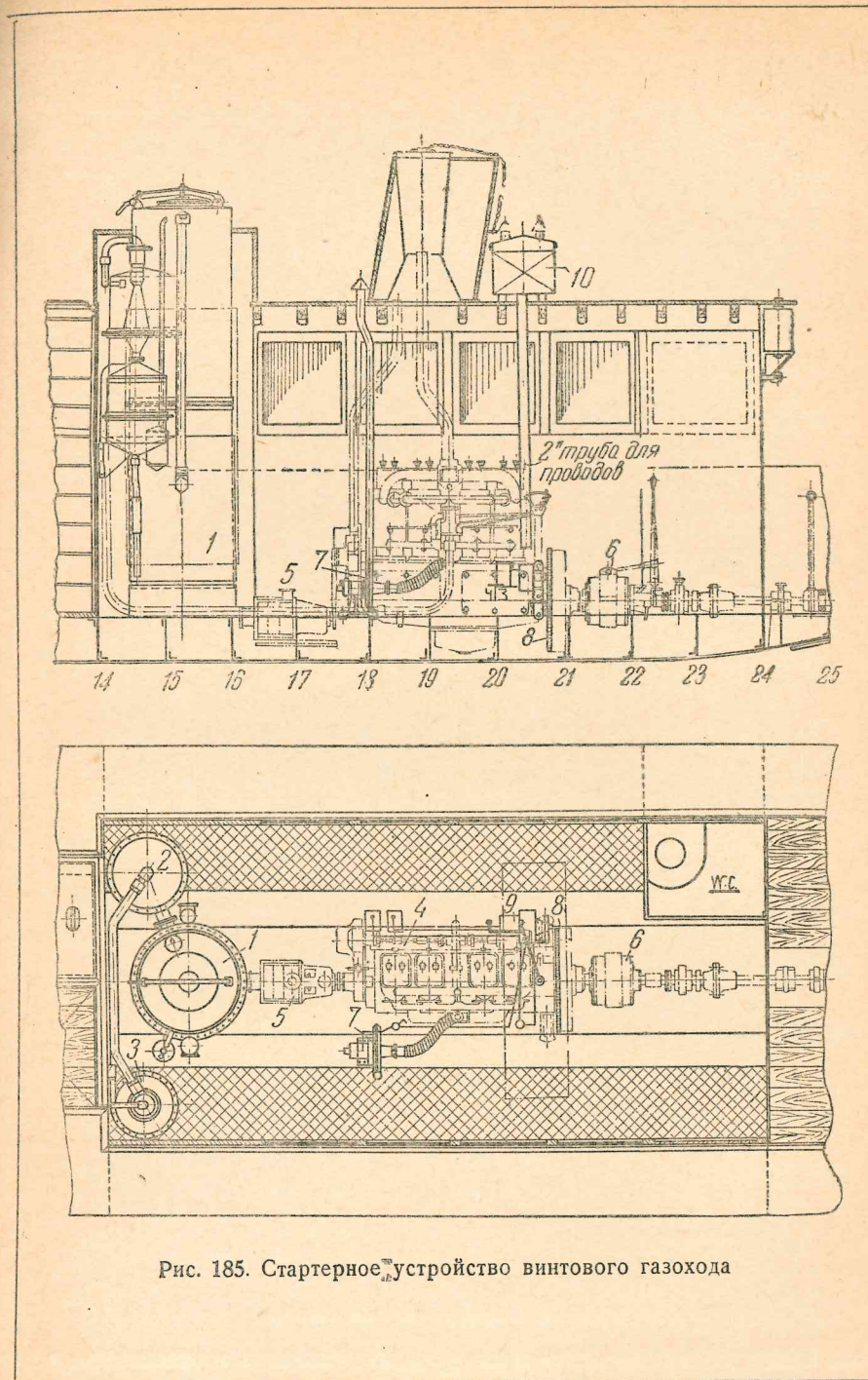


Рис. 185. Стартерное устройство винтового газохода

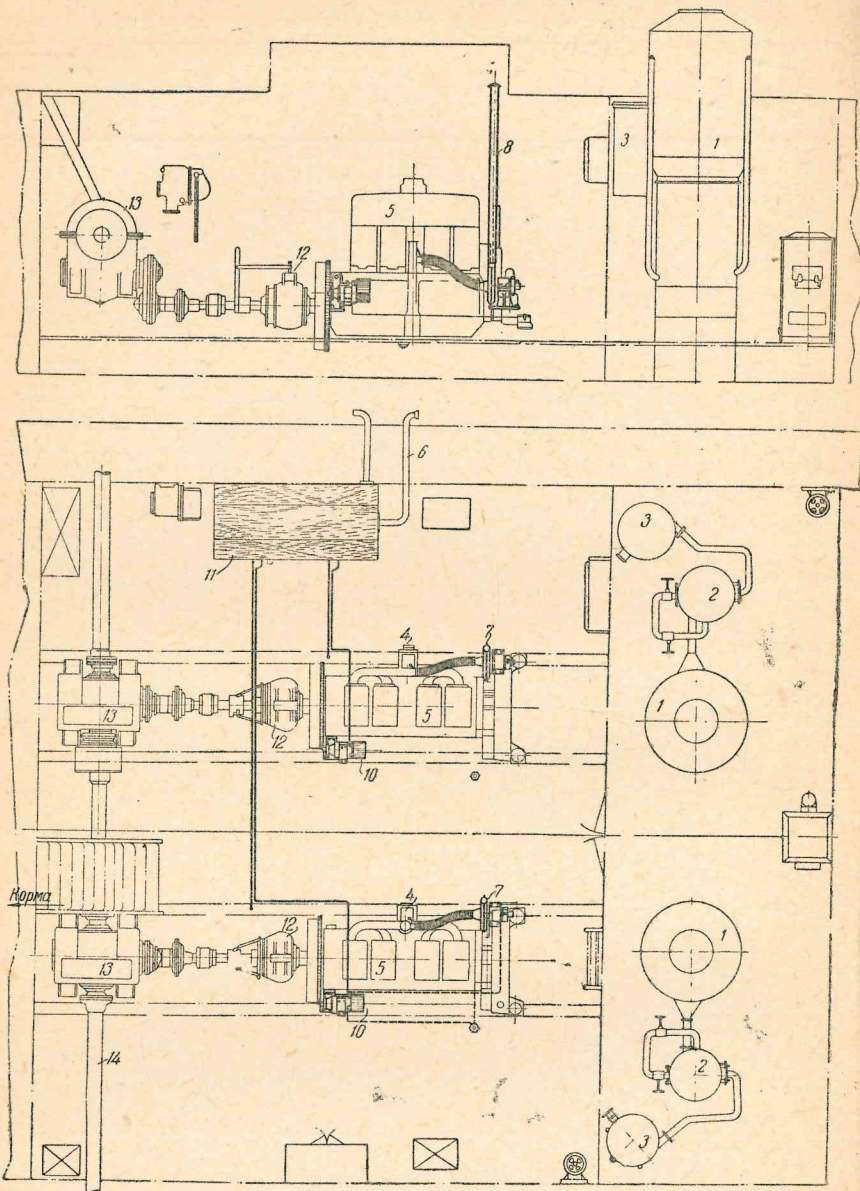


Рис. 186. Стартерное устройство колесного газохода

тростартерного пуска двигателей непосредственно на газе: 7—электровентильатор для подвода газа к смесителю, 8—зубчатый венец на маховике, 9—электростартер и 10—аккумуляторную батарею, помещенную в специальном ящике с вентиляционным устройством.

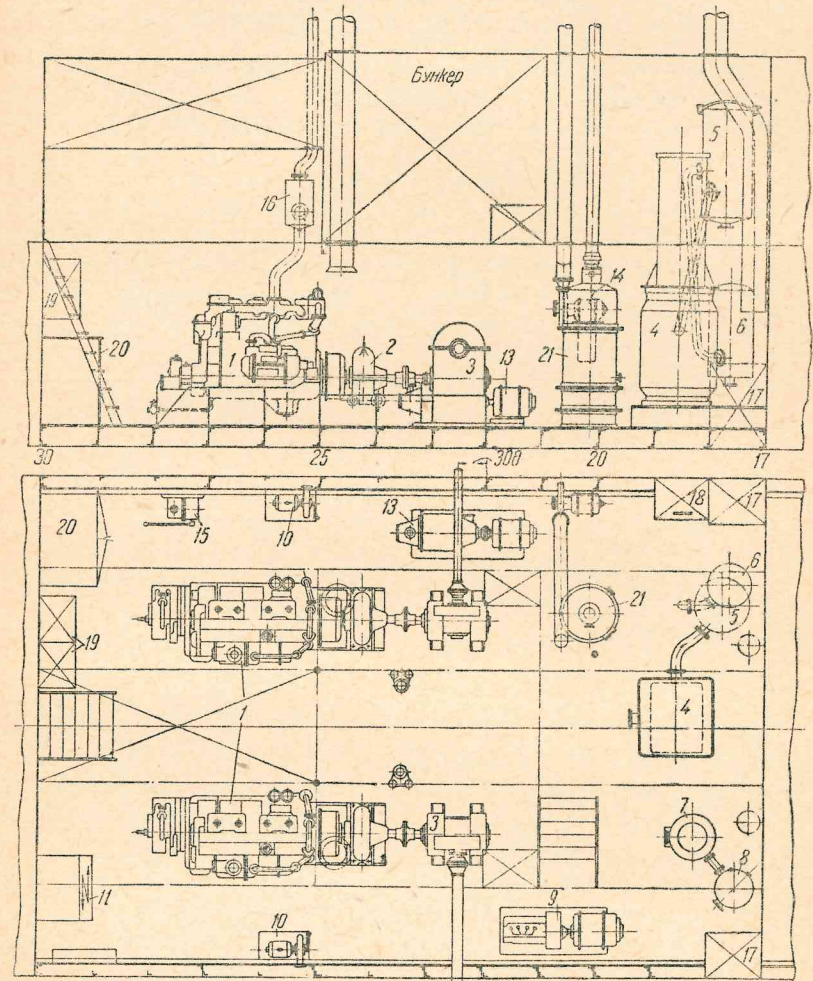


Рис. 187. Общее расположение машинного отделения с моторами и газогенератором, работающим на швырке

Колесный буксирный газоход в деревянном корпусе, показанный на рис. 186, мощностью 100 э. л. с. с газовыми двигателями ЧТЗ-60, имеет следующее оборудование машинного отделения: 1—газогенераторы, 2—скрубберы, 3—фильтры тонкой очистки, 4—смесители, 5—двигатели, 6—вентиляционная труба от ящика аккумуляторной батареи, 7—электровентильаторы для подвода

генераторного газа к смесителю, 8—выводные трубы от напорной трубы электровентилятора, 10—электростартеры, 11—аккумуляторная батарея, 12—реверсивные муфты, 13—редукторы, 14—гребные валы.

57. Колесный буксирный газоход мощностью 120—140 э. л. с. с моторами МГС-17 (Р-2), работающий на швырке

Как отмечалось выше, Челябинский тракторный завод в настоящее время приступил к выпуску судовых газогенераторных моторов МГС-17. Проект машинного отделения с этими мото-

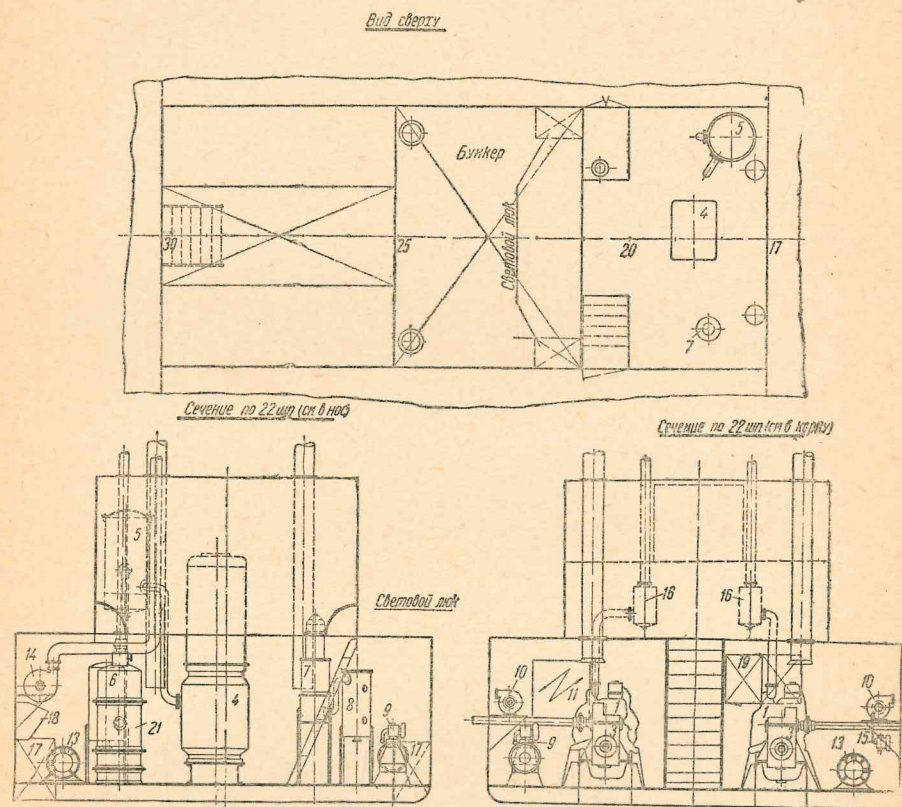


Рис. 188. Общее расположение машинного отделения с моторами и газогенератором, работающим на швырке

рами и газогенератором, работающим на швырке, показан на рис. 187—188. Основные размеры газохода — длина 27 м, ширина корпуса 5,34 м, полная ширина с обносами 11 м, высота борта 2,1 м, осадка с суточным запасом топлива 0,51—0,54 м.

В машинном отделении этого судна установлены 1 — два двигателя МГС-17, к которым со стороны кормы присоединены

гидравлические реверсивные муфты 2, от которых через редукторы 3 движение передается гребным валам газохода.

Газогенератор 4, предназначенный для питания обоих главных двигателей, работает на швырке; тип газогенератора ЦНИИВТ-6. Генераторный газ из главного газогенератора направляется в скруббер 5 и далее в фильтр тонкой очистки газа 6. Очистительные устройства для газа типа ЦНИИВТ-6. Кроме главного газогенератора в машинном отделении имеется еще вспомогательный газогенератор 7 со скруббером-очистителем 8. Назначением этого газогенератора является питание газом мото-дизельного мотора 9, в качестве мотора для которого применен автомобильный мотор «ГАЗ», могущий дать при работе на газе мощность до 10 киловатт. Для розжига главного газогенератора и подвода генераторного газа к смесителям моторов имеются электровентиляторы 10. Кроме того, в машинном отделении установлены: 11—распределительный щит, 12—фильтры для масла, 13—пожарный электронасос, 14—электровентилятор машинного отделения, 15—ручной трюмный насос, 16—глушители главных двигателей, 17—заборные ящики, 18—мусорный ящик, 19—цистерны для масла, 20—верстак, 21—котел водяного отопления.

УХОД ЗА СУДОВЫМИ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫМИ
УСТАНОВКАМИ

58. Подготовка газогенератора к действию

Перед разжигом газогенератора необходимо тщательно его осмотреть и убедиться в его полной исправности. При этом осмотре особое внимание должно быть уделено проверке плотности фланцевых соединений отдельных частей газогенератора, а также плотности зольникового люка и состоянию его прокладки или набивки и плотности прилегания загрузочного люка; при осмотре должно быть обращено внимание на состояние резьбы и гаек болтов, закрывающих люк. Как известно; нижняя часть газогенератора обратного процесса в зоне восстановления должна быть заполнена древесным углем. Поэтому при первоначальной загрузке газогенератора нижняя его часть до фурм и несколько выше их — на 10—12 см — заполняется древесным углем, и лишь выше этой зоны должно находиться древесное топливо.

Когда газогенератор пущен в работу, уголь в зоне горения сгорает и его место занимает обугленная чурка, поступающая из зоны сухой перегонки. Таким образом подача древесного угля производится лишь при первоначальной заправке холодного газогенератора; при последующих пусках в бункер загружается лишь древесное топливо.

Первоначальная загрузка газогенератора древесным углем производится через загрузочное отверстие газогенератора, причем уголь перед загрузкой рекомендуется просеять через решето для удаления из него угольной мелочи и пыли (ячейки 1 см). Крупных кусков угля размером более 70×50 также следует избегать. Влажность этого угля не должна превосходить 10—12%; желательно иметь уголь из твердых пород дерева.

На загруженный в газогенератор уголь забрасывают 40—50 кг древесного топлива, не заполняя им бункера газогенератора в целях более быстрой его разводки.

Розжиг газогенератора. Розжиг газогенератора производится обычно при естественной тяге, для чего открываются загрузочное отверстие газогенератора и зольник. В зольник под колосниковую решетку кладут древесные стружки и щепу и зажигают их. Горячие газы из зольника проходят через слой угля и дров, нагревают их, и пояс горения в газогенераторе постепенно повышается. Рекомендуется первое время в зольнике поддерживать возможно интенсивное горение, чтобы слой угля на решетке накаливался равномерно. Если газогенератор имеет уст-

ройство для встряхивания колосниковой решетки, то им пользуются в конце розжига (минут через 8—10) для удаления мелочи и золы с колосниковой решетки.

При появлении раскаленного угля в фурменном поясе плотно закрывается сначала люк зольника, а затем загрузочный люк. Раскаленный уголь против фурм должен иметь желтоватый свет (или светлокрасный). При отсутствии раскаленного угля против фурм перевод двигателя на газ не допускается.

После описанной подготовки газогенератора к действию через его загрузочное отверстие добавляется топливо, и, если пуск двигателей по тем или иным причинам задерживается, загрузочный люк оставляют слегка приоткрытым. На розжиг газогенератора затрачивается 25—40 минут. Если для заполнения зоны восстановления угля нет, то его можно заменить сухой древесной чуркой. Розжиг газогенератора после непродолжительной остановки двигателя (1,5—2 часа) осуществляется с помощью самого двигателя.

При более продолжительных стоянках, когда уголь в зоне горения уже остыл, но в генераторе еще имеется раскаленное топливо, розжиг газогенератора осуществляется при помощи естественной тяги. Для этой цели открывается загрузочное отверстие, а затем люк зольника. Продолжительность розжига при этом находится в зависимости от степени охлаждения находившегося в генераторе топлива. В тех случаях, когда газогенератор уже остыл, розжиг топлива производится следующим образом. Открывают загрузочный, а затем зольниковый люк и удаляют из зольника золу. После этого, убедившись в наличии достаточного количества топлива в бункере и исправном состоянии газогенератора, производят его розжиг подачей в зольник стружки и щепы.

59. Подготовка и пуск двигателя

Подготовка двигателя к пуску сводится к следующему. Необходимо проверить наличие масла в картере и в случае необходимости долить до требуемого уровня (до верхней риски масломерной линейки). Масло наливается через воронку с сеткой. Следует также наполнить автолом масленки на колпаках цилиндров двигателя; движение необходимо осмотреть, не осталось ли там какой-нибудь инструмент, могущий в дальнейшем воспрепятствовать свободному вращению. Поставить рычаг реверсивной муфты в положение «стоп» для разобщения вала двигателя от гребного вала.

Центробежный насос, подающий воду на скруббер, требует перед пуском двигателя проверки наличия смазки в подшипниках и в случае необходимости предварительной подачи ее. Кроме того необходимо осмотреть состояние сальника и, если это нужно, его подтянуть, но не сильно (вал насоса должен легко вращаться от руки). Должно быть также проверено состояние и натяжение ремня.

Как отмечалось выше, существующие газоходы могут иметь пуск на бензине или с помощью электростартера непосредственно на газе. Поэтому ниже будут рассмотрены оба случая (для двигателя ЧТЗ-60).

Пуск в ход газового двигателя без электростартера. Основными операциями этого пуска являются: а) пуск двигателя на бензине, б) перевод работающего двигателя с бензина на генераторный газ.

Проверив наличие бензина в пусковой бензиновой цистерне и поставив рычаг реверсивной муфты в положение «стоп», проводят последовательно следующие операции:

- 1) открывают бензиновый кран, давая доступ жидкого топлива в карбюратор;
- 2) ставят смеситель в положение работы на бензине (газовая заслонка закрыта, бензиновая открыта);
- 3) воздушные окна смесителя закрывают;
- 4) через заливные краники всасывающего коллектора заливают в него бензин;
- 5) включают зажигание с установкой рычажка опережения на позднее зажигание¹;
- 6) открывают декомпрессионные краники;
- 7) закрывают до отказа, а затем приоткрывают регулировочный колпачок регулятора на $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ оборота;
- 8) закрывают до отказа, а затем приоткрывают регулирующий винт малых оборотов на 1 — $1\frac{1}{2}$ оборота;
- 9) установив маховик двигателя в положение, удобное для пуска, ставят пусковой ломик в выточку в маховике, причем пусковой ломик или пусковую рукоятку следует держать на возможно большем расстоянии от себя, и затем дают резкий поворот маховику на себя. Если с первого поворота двигатель не пойдет, операции пуска повторяются;
- 10) как только мотор начнет работать, декомпрессионные краники закрываются;
- 11) карбюратор регулируется на нормальную работу холостого хода (без дыма);
- 12) проверяют давление смазки в смазочной системе двигателя, которое должно быть 1,3—1,8 атм. (тотчас после пуска это давление может достигать 2,5 атм.). Если в смазочном трубопроводе давление ничтожно, необходимо остановить двигатель, найти причину неправильной работы системы смазки и устранить ее;
- 13) проверяют поступление в двигатель охлаждающей воды (открытием краника на напорной трубе центробежного насоса двигателя);
- 14) проверяют работу центробежного насоса, подающего воду на скруббер;
- 15) работающий двигатель внимательно осматривают и выслу-

¹ Пусковые ускорители новых магнето устанавливают позднее зажигание автоматически.

шивают (отсутствие ненормальных шумов, ударов, стуков, нагреваний), внимательно проверяют еще раз всю систему трубопроводов и подготавливают двигатель к переводу с бензина на газ. Работать продолжительное время на бензине категорически запрещается: бензин предназначен только для пуска; при продолжительной работе на нем или при нагрузке на двигатель неизбежны явления детонации.

Перевод двигателя с бензина на газ. При двигателе, работающем на бензине, газогенератор, очиститель и газопровод от газогенератора до двигателя заполнены вначале воздухом; первой задачей поэтому при переводе двигателя на газ является удаление из системы воздуха и заполнение ее до смесителя генераторным газом. Эта задача решается путем постепенного увеличения подачи воздуха в карбюратор из газопровода; образующееся при этом разрежение в системе газогенератора при закрытом загрузочном его отверстии дает направление газам из зоны горения на зону восстановления и далее в систему очистителей и к смесителю. При прохождении газов, образующихся в зоне горения, через раскаленный уголь зоны восстановления будет образовываться горючий генераторный газ, который и заместит воздух во всем газопроводе до смесителя.

Практически эта задача решается определенным положением дроссельных заслонок смесителя, которые располагаются так: дроссельный клапан, подающий газ, постепенно приоткрывается, чем обеспечивается некоторый подсос воздуха к двигателю из газопровода, а привод к заслонкам карбюратора постепенно закрывается, чем уменьшается подача к двигателю смеси паров бензина с воздухом. При этой операции внимательно следят за тем, чтобы двигатель незначительно сбавлял число оборотов и не остановился совсем. Добившись устойчивого положения работы двигателя, открывают еще газовую заслонку и подают через воздушную заслонку смесителя воздух для образования рабочей смеси из генераторного газа; убедившись в том, что двигатель продолжает работать частично на газе, постепенно отключают карбюратор, а затем регулируют качество рабочей смеси из генераторного газа и воздуха воздушной заслонкой смесителя.

После того как двигатель переведен таким образом на газ, бензиновый кран на подачу жидкого топлива к карбюратору выключается, закрывается также и дроссельный клапан карбюратора.

Наконец, устанавливают наивыгоднейшее опережение зажигания и доводят число оборотов до полного. Эта операция по переводу двигателя на газ занимает 2—3 минуты. Работать на смеси газа с бензином можно только короткое время и при этом на двигателе без нагрузки. Двигатель при нагрузке должен работать только на газе. Перевод двигателя на газ производится при полном или почти полном числе его оборотов.

После перевода на газ двигатель должен 10—15 минут работать без нагрузки для получения устойчивого процесса газооб-

разования в газогенераторе, после чего ему можно дать нагрузку (включить движитель).

Пуск двигателя с помощью электростартера. Убедившись в готовности газогенератора и в том, что против фурм имеется раскаленный уголь, а зольниковый и загрузочный люки газогенератора плотно закрыты, приступают к пуску двигателя на газе следующим путем.

Как и при пуске двигателя на бензине, основной задачей является подведение генераторного газа к смесителю. С этой целью на смесителе закрываются дроссельные заслонки, подающая рабочую смесь в двигатель и воздух в смеситель, и открывается дроссель на вентилятор. При этом к электровентилятору через газопровод присоединяются очистители и газогенератор. После этого включается в действие электровентилятор, которому дают поработать 5—8 минут. Образующееся в системе газопроводов разрежение заставляет газы, полученные при горении топлива, направляться через раскаленный уголь зоны восстановления, следствием чего происходит образование генераторного газа, который направляется через очистители к смесителю. Заполнение системы газопровода генераторным газом узнается при небольшом открытии пробного краника, расположенного на напорной трубе вентилятора. Пригодный для работы генераторный газ имеет светломолочный цвет и легко воспламеняется при поднесении горячей спички. Открывать пробный краник полностью не рекомендуется, так как сильную струю газа трудно зажать.

Если газ готов, то вентилятор выключается и заслонка на нем в смесителе закрывается. Заслонка рабочей смеси на двигатель открывается. Открываются декомпрессионные краники на цилиндрах двигателя. Оперение ставится в позднее положение. Включается стартер, и одновременно приоткрывается заслонка, подающая воздух для образования рабочей смеси. При этом двигатель должен пойти на газе. Продолжительность работы стартера при пуске не должна превышать 3—5 сек. Более длительная работа его или многократное включение одно за другим с короткими перерывами может привести к быстрой разрядке аккумуляторов и недопустимому перегреву электромотора стартера. В том случае, когда двигатель при первом пуске тяжело повертывается или не трогается с места, необходимо перед повторением включения стартера проверить состояние двигателя и стартерного устройства.

Если двигатель начал работу, закрываются декомпрессионные краники, регулируется подача воздуха в смеситель, и после работы вхолостую на 10—15 минут двигатель может быть включен в работу под нагрузкой.

60. Уход за газогенераторной установкой во время действия

Главнейшие обязанности моториста и газовщика во время хода судна сводятся:

1) к точному и быстрому выполнению приказаний с мостика в отношении изменения и перемены хода;

2) к наблюдению за температурами в отдельных частях установки и предотвращению нагревания отдельных деталей ее, за чистотой выхлопа, числом оборотов двигателя, отсутствием ненормальных стуков, шума и т. п.; к наблюдению за давлением масла в смазочной системе двигателя и воды в напорном трубопроводе, смазке наружных деталей двигателя и вспомогательных механизмов, своевременной загрузке топлива, к наблюдению за работой электроустановки и т. п.

Газогенератор во время работы должен иметь нагрев отдельных частей, рекомендуемый инструкциями заводов; в частности, у газогенераторов, выпускаемых Московской судостроительной верфью, температура у нижней части бункера газогенератора, около места уплотнения его с воронкой, не должна быть выше 80°С (повышенный нагрев указывает на неплотность соединения и присос). При выходе из газогенератора газопровод имеет температуру около 500°С. Следует наблюдать за отсутствием пустоты в фурменном поясе газогенератора, что может повлечь за собой падение мощности двигателя от недостатка газа. Эта пустота возникает от закаливания топлива в конусе (особенно при вибрации газогенератора). Этот дефект работы газогенератора устраняется шуровкой металлическим прутом топлива через шуровочное отверстие в крышке загрузочного люка. Ухудшение качества генераторного газа иногда происходит также и вследствие понижения зоны восстановления. Этот дефект работы газогенератора может быть замечен наблюдением за топливом в фурменном поясе (бывают видны чурки). Для устранения этого дефекта следует остановить двигатель, затем открыть загрузочный и зольниковый люки. Через некоторое время (10—15 минут) произойдет загорание угля до уровня фурм и поднятие этим зоны восстановления до нормальной высоты. После этого закрываются люки зольника и загрузочный, и двигатель пускается обычным порядком. В газогенераторе не должно быть слышно хлопков газа. Загрузку бункера надо производить периодически (через 1—1½ часа), причем во время загрузки топлива двигатель не должен сбавлять числа оборотов. Понижение уровня топлива до фурм не допускается, так как это может привести к перегреву корпуса газогенератора и при дальнейшей загрузке топлива можно получить ожоги от воспламенившегося внутри газогенератора газа.

Очистители. Мокрый очиститель должен иметь в своей нижней части температуру отходящей воды выше температуры забортной воды на 5—8°С; температура очищенного газа в скруббере должна быть не выше 25°С, а давление в напорном трубопроводе охлаждающей воды около 1,5—2 атм. Из сухого очистителя периодически должен спускаться конденсат. Резкое повышение температуры газа за скруббером (или у смесителя) наиболее часто вызывается прекращением или недостатком подачи воды в скруббер, что может быть вызвано засорением при-

емного фильтра (в этом случае фильтр следует переключить на запасный и очистить засорившийся), неплотностью приемной трубы, неплотностью напорной трубы или повреждением насоса и его привода. Эти дефекты должны быть немедленно устранены.

Двигатель. Правильная работа двигателя на генераторном газе характеризуется тем, что число оборотов его держится в пределах нормального, отходящие газы при этом совершенно прозрачны и выхлоп более мягкий, чем при работе на жидком топливе. Двигатель должен работать без стуков, ненормального шума и нагревания. Температуры воды, входящей в цилиндры и уходящей от двигателя, а также давление смазки в напорном трубопроводе должны соответствовать данным, указанным в инструкции завода.

Примечание. Для двигателей «Сталинец-60» (ЧТЗ) число оборотов должно быть около 640—650 в минуту (мощность на газе 50—52 э. л. с.). Температура выходящей из рубашек двигателя воды 75—85°С при температуре входящей воды 35—40°С. Давление смазки 1,1—1,2 атм. при разогретом действующем двигателе.

Во время работы двигателя следует периодически проверять количество масла в картере, наблюдая за тем, чтобы его уровень был выше нижней риски на масломерной линейке, а также следить за наличием смазки (автола) на колпачках головок цилиндров.

Водяная помпа двигателя требует наблюдения за состоянием сальника, и его необходимо периодически подтягивать, а также следить за плотностью соединения трубопроводов. На холостом ходу нельзя работать на полном числе оборотов, так как это ведет к усиленному износу двигателя и лишнему расходу топлива и смазки; но не следует злоупотреблять и малым числом оборотов, так как это может повести к увеличению смол в генераторном газе и резко понизить давление воды в напорном трубопроводе на скруббер (давление не должно падать ниже 0,6—0,5 атм.).

Если в двигателе обнаружены ненормальные стуки, резкие нагревания, течь масла и т. п., двигатель должен быть остановлен и выявлены причины дефектов.

При переходе с одного режима работы на другой должно регулироваться качество рабочей смеси и опережение зажигания (если регулирование последнего возможно).

Реверсивная муфта должна работать без стуков и нагреваний отдельных деталей. Редуктор тоже должен работать без стуков; нагрев его допускается не выше 65°С. Нормальная работа редуктора сопровождается тихим однотонным шумом его зубчатых колес.

Остановка двигателя. Кратковременная остановка судна производится с помощью постановки рычага реверсивной муфты в среднее положение («стоп») и уменьшением подачи газовой смеси в двигатель регулированием смесителя. При длительных ос-

тановках судна с двигателем, имеющим пуск на бензине, двигатель переводится на холостой ход с помощью рычага реверсивной муфты, и затем переводят двигатель на 1½—2 минуты на работу на бензине (что облегчает последующий пуск двигателя); закрывается подача воды на очиститель, закрываются также воздушные окна смесителя, и двигатель останавливают. Остановку двигателя рекомендуется производить прекращением подачи бензина в карбюратор.

После остановки двигателя в тех случаях, когда есть опасение замерзания воды в двигателе, в трубопроводах и цистернах, вода из них должна быть спущена.

При остановленном двигателе производится очистка и проверка частей газогенераторной установки и двигателя, проверяется состояние всех трубопроводов, осматривается уплотнение газогенератора, осматриваются и очищаются фильтры и т. п.

61. Проверка состояния газогенераторной установки на стоянке

Смена масла в картере производится через 50—60 часов работы двигателя на газе. Удаление масла из картера следует производить тотчас по остановке двигателя, пока оно еще нагрето и не отстоялось. Это позволяет вместе с маслом удалить и взвешенные в нем примеси. После удаления масла картер двигателя следует промывать керосином. Масло из картера обычно удаляется шприцем, грязь же после промывки картера спускается через спускную пробку в поддоне. При смене масла масляный фильтр надо промыть керосином.

Регулировка зазоров клапанов при прогревом двигателе производится не реже одного раза в шестидневку; величина этих зазоров для двигателя «Сталинец-60» составляет 0,8—0,9 мм.

Проверка зазора между контактами прерывателя производится не реже чем через 250 часов работы двигателя; величина зазора должна составлять 0,3—0,4 мм.

Смеситель следует осматривать и очищать не реже чем через 200 часов работы двигателя на газе. Поршни, головку цилиндра с клапанами и пружинами необходимо очищать через 400—500 часов работы двигателя.

Чистка зольника производится в сроки, указываемые инструкцией завода для той или иной системы газогенератора. Для газогенераторов древесного топлива обычной конструкции эта работа производится не реже чем через 24—36 часов работы установки. При стоящем газоходе эта работа производится следующим образом: открывается крышка бункера, а затем медленно приоткрывается крышка зольника. При таком порядке открытия люков достигается удаление горючей смеси газов из зольника. Затем встряхивают колосниковую решетку (специальным приспособлением) и удаляют золу в подставленную коробку с водой. Выгребать золу следует осторожно во избежание попадания пыли в машинное отделение. При обратной постановке на место крышки зольника следует осмотреть ее прокладку и убедиться в непроницаемости соединений.

Фурмы, керамическую футеровку, колосниковую решетку, уплотняющие набивки газогенератора необходимо периодически осматривать.

Набивку сухого фильтра надо очищать не реже чем через 600 часов работы. Коксовая набивка скруббера должна просматриваться перед постановкой судна на ремонт.

62. Уход за электрооборудованием газохранилищ

Стартерное устройство. Все части стартерного устройства необходимо сохранять в чистоте и предохранять от попадания в них посторонних предметов; особое внимание необходимо уделять состоянию контактов и плотному их соединению. Защитный кожух коллектора должен плотно прилегать к корпусу стартера, причем провода контактных щитков не должны быть зажаты между корпусом стартера и кожухом. Раз в месяц следует наливать в масленку стартера 10—15 капель веретенного масла. Наиболее часто встречающиеся неполадки в работе стартерного устройства и способы их устранения приведены ниже.

Электровентилятор должен содержаться в чистоте; во избежание попадания в его подшипники пыли и грязи следует пользоваться чистой набивкой и держать масленки плотно закрытыми. По возможности не допускать излишне продолжительной работы электровентилятора. Причины неполадок в работе электровентилятора приводятся ниже.

Динамомашинка. Основные правила по уходу за динамомашинкой сводятся к содержанию динамомашинки в чистоте, предохранению ее от попадания пыли, масла, влаги, к своевременной смазке подшипников. Особое внимание должно быть уделено содержанию в чистоте коллектора динамомашинки, реостатов и других приборов. Основные неполадки в работе динамомашинки те же, что и у электромоторов.

Электропроводку надо охранять от механических повреждений, попадания в трубки масла и бензина, разрушающих изоляцию, а также и от воды.

Аккумуляторная батарея. Основная задача по уходу за аккумуляторной батареей — наблюдение за своевременной зарядкой ее и правильностью режима ее работы при разрядке. Разрядку батареи можно производить любой силой тока, но не превышающей максимальной (пятиминутной); при непрерывной разрядке использование батареи должно быть прекращено тогда, когда напряжение на одном из элементов упадет до предельного значения; если же разрядка батареи ведется токами переменной силы, то о разряженности батареи судят по плотности электролита.

Кислота всегда должна покрывать пластины на 10—15 мм; если уровень ее понизился вследствие испарения, необходимо долить аккумуляторы дистиллированной водой; если же понижение уровня кислоты произошло из-за выплескивания, аккумуляторы доливают раствором серной кислоты в воде той же плотности, что и в аккумуляторе. При зарядке и разрядке темпера-

тура аккумуляторной батареи не должна быть выше 45°C. Необходимо батарею поддерживать в чистоте; во избежание выплескивания электролита и загрязнения крышки аккумуляторов должны быть закрыты пробками.

Магнето. Магнето требует соблюдения следующих правил:

- 1) магнето требует полной чистоты с внешней стороны;
- 2) контакты прерывателя также должны быть всегда чистыми; окисленную поверхность контактов следует очищать бархатным напильником, после чего регулировать зазор между ними, который должен быть около 0,4 мм; зазор должен устанавливаться щупом;
- 3) концы проводов, присоединяемых к свечам и контактам щек магнето, должны быть чистыми и плотно зажатыми; необходимо поддерживать в чистоте изоляцию проводов;
- 4) во избежание размагничивания снимаемые по тем или иным причинам магнето должны храниться в сухом помещении в собранном виде; их следует предохранять от ударов и нагревания.

63. Особенности ухода за газогенераторами, работающими на швырке

Розжиг швыркового газогенератора производится таким же путем, как и чурочного. Как отмечалось выше, при загрузке



Рис. 189. Загрузка швырка в газогенератор горизонтального типа



Рис. 190. Загрузка швырка в газогенератор вертикального типа

швыркового газогенератора особое внимание должно уделяться тщательности и плотности укладки дров в бункере во избежание застревания топлива в шахте или образования больших пустот между загруженными поленьями, так как это приводит к нарушению процесса газификации. Загрузка швыркового топлива в газогенератор с горизонтальной загрузкой показана на рис. 189.

При вертикальной загрузке дров в газогенераторы типа ЦНИИВТ загрузки топлива производятся с помощью кольца, имеющего несколько меньший диаметр в нижней части. В это кольцо дрова плотно набиваются и заклиниваются. Как видно

из рис. 190, топливо в момент загрузки находится в кольце, которое своими ручками опирается на кольцо загрузочного люка газогенератора. При вынимании клина дрова опускаются в шахту газогенератора, кольцо убирается, и крышка газогенератора плотно закрывается.

64. Особенности ухода за газогенераторной установкой, работающей на антраците (газогенераторы типа ДКУРП)

Розжиг антрацитового газогенератора. Убедившись в исправном состоянии газогенератора, в него через люк 13 (см. рис. 21) загружают небольшое количество стружек, поверх которых накладываются мелконаколотые дрова. Затем открываются пробковые краны 12, сообщающие верхнюю часть газогенератора с атмосферой, люк 13 закрывается и открывается люк 9. Испаритель 3 наполняется с помощью ручного насоса водой до появления ее в сливном патрубке, и открывается воздушная заслонка 6 на испарителе. Через люк зольника 9 под колосниковую решетку вносится огонь для розжига растопки, и люк 9 закрывается. После того, как дрова хорошо разгорелись и на колосниковой решетке образовался слой древесного угля толщиной 20—30 см, в генератор подается первая порция антрацита весом 35—40 кг. Выждав некоторое время, пока загруженный антрацит загорится, что можно видеть через смотровую трубку 15, подается следующая порция антрацита. После этого смотровая трубка 15 и краны 12 закрываются, и из генератора начинают производить отбор газа (электроventилятором или непосредственно газовым двигателем). Вначале двигатель работает (15—20 минут) на газе, получаемом из древесного угля; в это время подаются следующие порции антрацита, наполняющие газогенератор топливом до его рабочего состояния. Если газовый двигатель не меняет числа оборотов во время перехода с древесноугольного газа на газ из антрацита, розжиг газогенератора можно считать законченным и произведенным правильно.

65. Уход за антрацитовым газогенератором во время его действия

Топливо и паровоздушная смесь. Показателем правильности работы газогенератора является полное число оборотов двигателя, а также постоянная температура и качество газа. Повышение или понижение температуры газа, связанное с падением мощности двигателя, указывает на нарушение нормального процесса газификации топлива. Причины нарушения нормального хода газификации должны по возможности быстро устраняться, так как задержка в этом приводит в дальнейшем к значительным трудностям установления нормального режима и даже к остановке двигателя. Одним из основных условий для нормальной работы газогенератора является своевременная загрузка в него топлива для поддержания последнего в генераторе на определенном уровне.

Повышение температуры газа наиболее часто является следствием понижения слоя топлива в генераторе из-за пропуска

загрузок его. В этом случае зона сухой перегонки и восстановления резко уменьшается, образование СО и Н почти прекращается, качество газа резко ухудшается.

Для устранения этого дефекта необходимо немедленно принять следующие меры:

- а) уменьшить число оборотов двигателя;
- б) увеличить подачу пара в паровоздушную смесь (в частности, путем подачи воды в зольник);
- в) загрузить 35—40 кг антрацита;
- г) прорезать колосники;
- д) постепенно подавать дополнительные порции антрацита до нормального его уровня;
- е) отрегулировать подачу воды в паровоздушную смесь, доводя постепенно число оборотов двигателя до нормальной величины.

Второй причиной повышения температуры газа нередко является недостаточно высокое качество топлива. При загрузке топлива, имеющего разной величины куски и заштыбленного мелочью, крупные куски топлива могут располагаться по окружности топливника, а мелочь в середине его. Следствием этого является то, что воздух и газы будут направляться по линиям наименьшего сопротивления—в местах залегания крупного топлива. Крупное топливо быстрее сгорает, расположение зон генератора нарушается, что и отражается на ухудшении качества газа.

Мерами против этого дефекта являются следующие:

- а) снижение числа оборотов двигателя;
- б) шуровка и выравнивание слоя топлива с последующим постепенным повышением числа оборотов двигателя.

Понижение температуры газа наиболее часто имеет причиной: излишне большое содержание пара в паровоздушной смеси, недостаточное количество подаваемого воздуха, понижение зоны горения.

Излишне большое содержание пара может быть обнаружено по цвету горящего генераторного газа; при наличии чрезмерного количества водяного пара пламя имеет красно-желтый цвет, в то время как газ хорошего качества имеет прозрачное голубое пламя с золотистым отливом. Для устранения этого дефекта следует понизить температуру паровоздушной смеси увеличением подачи воды в испаритель (при нормальных условиях газогенераторы этого типа имеют температуру паровоздушной смеси около 50—80°C).

Недостаточное количество подаваемого в генератор воздуха наиболее часто происходит из-за зашлакования колосниковой решетки и засорения золой трубы паровоздушной смеси: мероприятием для устранения этого дефекта является прорезывание колосниковой решетки и чистка зольника.

Понижение зоны горения обычно является следствием излишне частого прорезывания колосников, из-за чего в зольник попадает большое количество топлива. Признаком понижения зоны горения является наличие несгоревших кусков топлива в

зольнике и шлаках и сильно раскаленная колосниковая решетка. Это явление может повести, кроме ухудшения качества газа, к прогоранию колосниковой решетки и выходу газогенератора из строя.

Зашлакование колосниковой решетки может происходить вследствие неподходящего топлива (низкая температура плавления золы), повышения температуры горящего антрацита, или из-за недостаточного подпаривания.

При приемке топлива необходимо обращать внимание на тугоплавкость золы. Необходимо, кроме того, помнить, что недостаточное подпаривание может привести не только к зашлакованию, но и к прогоранию колосников.

Прогорание колосников газогенератора. В слое горящего антрацита развивается очень высокая температура, до 1300°C и выше; при такой температуре колосниковая решетка быстро выходит из строя. Для успешного сжигания антрацита на колосниковых решетках используют одно очень важное свойство его золы. В присутствии водяного пара зола антрацита имеет очень плохую теплопроводность. Покрывая колосниковую решетку на месте сгоревшего антрацита, такая «шлаковая подушка» отделяет горящий антрацит от металла колосников, и последние, охлаждаясь паровоздушной смесью, имеют относительно невысокую температуру.

Частое встряхивание или прорезывание колосников удаляет эту защитную «шлаковую подушку», и температура колосников повышается. Особенно высокую температуру колосники могут получить, когда после прорезывания колосников подается смесь с малым содержанием пара.

Зависание топлива в горловине перегружателя бывает при неотсортированном топливе. При загрузке такого топлива необходима шуровка его в горловине перегружателя.

Подача воды в испаритель. Подача воды в испаритель во время работы газогенератора производится непрерывно от насоса, навешенного на двигатель. При эксплуатации газогенератора необходимо следить за наличием воды в испарителе и должным уровнем ее.

Чистка газогенератора. Чистка зольниковой коробки от золы, шлаков и несгоревших кусков топлива должна производиться с возможно большой скоростью. После встряхивания колосниковой решетки от очаговых остатков освобождается и решетка зольника, а затем из зольника выпаривается вода (если она была) и он очищается от мелочи.

Кратковременная остановка газогенератора. Для кратковременной остановки газогенератора проводят следующие операции: а) останавливают двигатель; б) открывают воздушные краны газогенератора и зольниковый люк.

После кратковременной остановки эти операции повторяются в обратном порядке: закрывают зольниковый люк, затем закрывают воздушные краны и производят запуск двигателя.

ГЛАВА XIV

НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ, ИХ ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
I. Двигатель не запускается на бензине или при стартерной установке	Жидкое топливо (пуск на бензине)	
	а) Нет бензина в расходной цистерне, закрыт разобшительный кран. б) Засорился фильтр в цистерне или у карбюратора. в) Течь бензинопровода или засорение его. г) Вода в топливе.	а) Бензин дать в расходную цистерну, открыть кран. б) Осмотреть и очистить фильтры. в) Проверить состояние бензинопровода, устранить течь, прочистить. г) Спустить воду, заменить топливо.
	Карбюратор и смеситель (пуск на бензине)	
	а) Подсос воздуха через неплотности во всасывающем трубопроводе (бедная смесь). б) Во всасывающий коллектор или в цилиндры залито много топлива. в) Мало горючей смеси в цилиндре. г) Не отрегулировано качество смеси. д) Засорен жиклер карбюратора. е) Карбюратор не соединен с расходной цистерной жидкого топлива. ж) Газовая заслонка смесителя не закрывается. з) Неисправно соединение тяги с рычажками дроссельных клапанов карбюратора и смесителя.	а) Подтянуть соединения, сменить прокладки. б) Провернуть несколько раз двигатель для удаления лишнего топлива. в) Закрыть воздушную заслонку на карбюраторе и после вспышки быстро открыть ее. г) Отрегулировать карбюратор. д) Очистить жиклер. е) Открыть топливо на карбюраторе. ж) Пригнать заслонку, очистить ее от грязи. з) Проверить соединение тяги и открытие дроссельных клапанов на бензин и на газ.

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
Стартер не работает или действует с перебоями		
а) Разряжен аккумулятор.		а) Заменить аккумулятор, поставив разряженный на зарядку.
б) Плохие контакты на шинах аккумулятора или проводах стартера или плохой контакт на массу.		б) Зачистить места соединений проводов и хорошо затянуть гайки.
Щетки застревают в щеткодержателе, так как пружины слабо сжаты.		Усилить прижатие щеток к коллектору.
Выкрашивание щеток из-за недостаточного хорошего материала щеток.		Заменить щетки новыми, протерев их чистой тряпкой, смоченной бензином.
Стартер плохо запускает двигатель:		
а) Загрязнение щеток.		а) Протереть щетки чистой тряпкой, смоченной бензином.
б) Загрязнение коллектора.		б) Промыть коллектор чистой тряпкой, смоченной бензином. При обнаружении на поверхности коллектора борозд выступающей изоляции и т. п. стартер должен быть сдан на ремонт.
Зажигание		
а) Обрыв проводов или повреждение их изоляции.		а) Найти место поврежденный, спаять провода, восстановить изоляцию на поврежденных местах.
б) Слабое закрепление проводов, плохой контакт.		б) Очистить плоскости контактов и гаек и плотно подтянуть последние.
в) Прерыватель не размыкается.		в) Отрегулировать зазор между контактами прерывателя.
г) Свечи не в порядке: загрязнены, смочены, контакты замкнуты на массу, лопнул фарфор, неправильная величина искрового промежутка.		г) Очистить свечи, проверить соединение с проводом, проверить искровой промежуток, поврежденную свечу сменить.
д) Неисправно магнето.		д) Проверить состояние магнето и при неисправности заменить его.
е) Неправильное соединение проводов свечей с магнето.		е) Проверить присоединение проводов к магнето и установить правильно.
ж) Магнето установлено на позднее зажигание.		ж) Установить должное зажигание для пуска.
з) Выключено зажигание.		з) Включить зажигание.

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
	и) Магнето загрязнено.	и) Промыть бензином щетку коллектора, диск распределителя, прерыватель и насухо протереть.
	Цилиндры и поршни двигателя	
	Поломка поршневых колец, неплотности поршневых колец, неправильная установка их зазоров, неплотность клапанов.	Проверить состояние колец и их установку; установить правильно зазоры; сменить поврежденные кольца, проверить плотность клапанов.
	Газораспределительный механизм	
	а) Неверно собран газораспределительный механизм.	а) Проверить по меткам на зубчатых колесах положение распределительного вала.
	б) Неправильный зазор между клапаном и коромыслом или отсутствие его.	б) Проверить зазор и в случае необходимости установить его.
	Реверсивная муфта	
	Не поставлена на холостой ход.	Поставить на холостой ход.
	Пуск на бензине	
II. Двигатель не развивает достаточных оборотов при пуске	а) Всасывающий коллектор имеет неплотности.	а) Устранить неплотности.
	б) Излишне позднее зажигание (смесь не успевает сгореть).	б) Установить более раннее зажигание.
	в) Неплотно поставлены свечи.	в) Подтянуть свечи, устранить неплотность их постановки.
	г) Загрязнение контактов или свечей.	г) Очистить контакты, проверить состояние свечей.
	д) Излишне сильное охлаждение цилиндров двигателя.	д) Отрегулировать температуру выходящей воды из двигателя.
	е) Поршневые кольца сработались, неправильно установлены или пригорели.	е) Осмотреть состояние поршней и их колец и в случае неисправности заменить.
	ж) Плохо притерты клапаны.	ж) Притереть клапаны.
	з) Ослаблены пружины клапанов.	з) Заменить пружины.
	и) Большой зазор у толкателей клапанов.	и) Отрегулировать зазор.
	Газогенератор *	
III. Двигатель идет при пуске, но при переводе на газ останавливается	а) Не закончен розжиг газогенератора.	а) Продолжить розжиг газогенератора; проверить горение через смотровые лючки фурм.

* Если тип газогенератора не указан, относится к газогенераторам прямого и обратного процессов.

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
	<p>б) При стартерном пуске нет газа у смесителя.</p> <p>в) Не отрегулировано качество смеси.</p> <p>г) Труба между сухим фильтром и мокрым очистителем залита водой. У установки Лесосудомашстроа вода в трубопроводе от тонкого очистителя к смесителю.</p> <p>д) Сухой фильтр засорился механическими примесями или насадка его намочла.</p> <p>е) Восстановительная зона газогенератора обратного процесса забита мелочью (пробка).</p> <p style="text-align: center;">Газогенератор</p> <p>а) Нижняя часть газогенератора забита золой.</p> <p>б) Возросло сопротивление газогенератора; много золы на колосниковой решетке.</p> <p>в) Подсос воздуха через люк зольника или другие неплотности газогенератора.</p> <p>г) Топливо в газогенераторе обратного процесса образовало свод.</p> <p>д) Понижилась зона восстановления обратного процесса.</p> <p>е) Понижение слоя топлива в генераторе прямого процесса.</p> <p>ж) Неравномерное прогорание топлива в генераторе прямого процесса.</p> <p>з) Большая подача пара в смесь генератора прямого процесса.</p>	<p>б) Продолжить работу вентилятора, проверить наличие газа по пробному крану у смесителя.</p> <p>в) Отрегулировать поступление смеси рычагами смесителя; при необходимости проверить открытие дрессельных клапанов для газа, воздуха и смеси.</p> <p>г) Спустить воду через спускной кран.</p> <p>д) Открыть корпус фильтра, перебрать его насадку.</p> <p>е) Заглушить газогенератор, прошуровать и, если не может, сменить топливо.</p> <p>а) Остановить газогенератор, удалить золу из зольника.</p> <p>б) Встряхнуть колосниковую решетку имеющимся устройством.</p> <p>в) Устранить подсос воздуха.</p> <p>г) Прошуровать топливо через загрузочный люк.</p> <p>д) Остановить двигатель, открыть загрузочный люк, а затем люк зольника и в таком состоянии продержать газогенератор несколько минут; после этого закрыть люк зольника и загрузочное отверстие и пустить двигатель обычным порядком.</p> <p>е) Уменьшить число оборотов двигателя, увеличить подачу пара, прорезать колосники, добавить постепенно топливо до нормального уровня, отрегулировать подачу пара.</p> <p>ж) Снизить число оборотов двигателя, прошуровать топливо.</p> <p>з) Отрегулировать подачу пара.</p>

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
	<p>и) Понижение зоны горения в генераторе прямого процесса (частое прорезывание).</p> <p style="text-align: center;">Очистители</p> <p>а) Температура газа за скруббером резко повышена.</p> <p>б) Увеличилось сопротивление очистителей газа, сухой фильтр засорился механическими примесями, насадка его намочла, слежался кокс в скруббере.</p> <p style="text-align: center;">Двигатель</p> <p>а) Плохо притерты или засмолены клапаны.</p> <p>б) Ослаблена пружина выпускного клапана (при всасывающем ходе часть газов падает обратно в цилиндр).</p> <p>в) Неправильный зазор у толкателя.</p> <p>г) Неправильно установлено зажигание.</p> <p>д) Загрязнение свечей, плохой контакт проводов.</p> <p>е) Излишне сильное охлаждение цилиндров двигателя.</p> <p>ж) Неплотности в газопроводе и всасывающем коллекторе двигателя.</p> <p>з) Поршневые кольца сработались или пригорели.</p> <p style="text-align: center;">Топливо</p> <p>а) Излишне влажное топливо.</p> <p>б) Неподходящее по качеству и размерам кусков топлива.</p> <p>в) Неправильная или несвоевременная загрузка топлива.</p>	<p>и) Не допускать излишне частого прорезывания.</p> <p>а) Проверить работу водяного насоса, состояние трубопроводов его и подачи воды в очиститель (давление на напорной трубе).</p> <p>б) Проверить состояние насадки скруббера и фильтров; в случае необходимости сменить их.</p> <p>а) Притереть или очистить клапаны.</p> <p>б) Заменить пружину новой.</p> <p>в) Проверить величину зазора и установить нормальную величину его.</p> <p>г) Проверить и установить должное опережение зажигания.</p> <p>д) Очистить свечи, контакты и правильно установить их.</p> <p>е) Отрегулировать температуру воды, поступающей и выходящей из двигателя.</p> <p>ж) Устранить неплотности.</p> <p>з) Проверить состояние поршней и поршневых колец и в случае необходимости заменить.</p> <p>а) Перейти на смесь с сухим топливом.</p> <p>б) Проверить качество топлива.</p> <p>в) Проследить за количеством топлива в генераторе и своевременной загрузкой.</p>

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
V. Местные нагревания газогенератора	<p>а) Подсос воздуха через люк зольника генератора обратного процесса.</p> <p>б) Подсос воздуха через уплотнение фланцевого соединения бункера с кожухом газогенератора.</p> <p>в) Подсос воздуха в соединениях поясов газогенератора.</p> <p>г) Подсос воздуха через соединения диафрагмы генератора обратного процесса.</p> <p>д) Застревание швырка в шахте, неправильная загрузка.</p> <p>а) Засорение приемного фильтра.</p> <p>б) Пропуск воздуха на всасывающем трубопроводе.</p> <p>в) Соскакивает или рвется приводной ремень к насосу.</p> <p>Усиленный нагрев цилиндров двигателя и вследствие этого картера</p>	<p>а) Проверить уплотнение зольника и в случае необходимости заменить прокладку.</p> <p>б) Равномерно подтянуть болты, поставить новую прокладку.</p> <p>в) Уплотнить набивки или сменить прокладки.</p> <p>г) Устранить неплотности.</p> <p>д) Прошуровать, следить за правильной загрузкой.</p> <p>а) Переключить на другой фильтр и очистить загрязненный.</p> <p>б) Устранить неплотности, залить внутреннюю полость помпы водой и пустить ее.</p> <p>в) Проверить установку насоса и состояние ремня.</p>
VI. Центробежная помпа не подает воду в скруббер	<p>а) Мало подается воды; высокая температура воды, подаваемой к двигателю.</p> <p>б) Наличие загрязнений на внутренних поверхностях охлаждающих полостей цилиндра и его крышек.</p> <p>в) Помпа самого двигателя при малом числе оборотов подает недостаточное количество воды; повреждена помпа двигателя или ее всасывающий трубопровод неплотен.</p> <p>г) Мало масла в картере двигателя.</p> <p>д) Неподходящее или загрязненное масло.</p> <p>е) Поврежден масляный насос.</p> <p>ж) Слишком позднее зажигание.</p> <p>з) Нагар или засмоление камеры сгорания.</p>	<p>а) Проверить подачу воды и температуру ее.</p> <p>б) Очистить рубашки цилиндров и их крышки.</p> <p>в) Включить подачу воды на двигатель от центробежной помпы скруббера (если это возможно); устранить неисправность насоса двигателя.</p> <p>г) Долить масла до нормального уровня.</p> <p>д) Заменить масло.</p> <p>е) Проверить работу насоса, устранить его повреждение.</p> <p>ж) Установить должное опережение вспышки.</p> <p>з) Разобрать цилиндры и очистить их внутреннюю поверхность и поршень.</p>
VII. Местные нагревания двигателя	<p>а) Мало подается воды; высокая температура воды, подаваемой к двигателю.</p> <p>б) Наличие загрязнений на внутренних поверхностях охлаждающих полостей цилиндра и его крышек.</p> <p>в) Помпа самого двигателя при малом числе оборотов подает недостаточное количество воды; повреждена помпа двигателя или ее всасывающий трубопровод неплотен.</p> <p>г) Мало масла в картере двигателя.</p> <p>д) Неподходящее или загрязненное масло.</p> <p>е) Поврежден масляный насос.</p> <p>ж) Слишком позднее зажигание.</p> <p>з) Нагар или засмоление камеры сгорания.</p>	<p>а) Проверить подачу воды и температуру ее.</p> <p>б) Очистить рубашки цилиндров и их крышки.</p> <p>в) Включить подачу воды на двигатель от центробежной помпы скруббера (если это возможно); устранить неисправность насоса двигателя.</p> <p>г) Долить масла до нормального уровня.</p> <p>д) Заменить масло.</p> <p>е) Проверить работу насоса, устранить его повреждение.</p> <p>ж) Установить должное опережение вспышки.</p> <p>з) Разобрать цилиндры и очистить их внутреннюю поверхность и поршень.</p>
VIII. Удары и стуки в двигателе	<p>а) Стуки клапанов и их приводов.</p> <p>б) Стуки в цилиндрах от чрезмерно ранних вспышек.</p>	<p>а) Отрегулировать зазоры толкателя, проверить соединения привода.</p> <p>б) Проверить зажигание.</p>

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
	<p>в) Стуки поршневого пальца (резкий металлический звук). Дефектный шатун определяется при малых числах оборотов поочередным выключением свечей.</p> <p>г) Чрезмерный зазор между поршнем и цилиндром.</p> <p>д) Слабо поставленные поршневые кольца.</p> <p>е) Излишне большие зазоры между шейками вала и подшипниками.</p> <p>ж) Стуки в мотылевых подшипниках при излишне больших зазорах и большом разбеге их по шейке вала. Стук прекращается при выключении цилиндра с дефектным шатуном, выключении свечей.</p> <p>з) Стук шестерен передачи к распределительному валу. Стук с металлическим шелканием; причина—большой зазор между зубцами.</p> <p>Глухой звук имеет своей причиной отсутствие зазора между зубцами.</p> <p>Звук или визг происходит от неправильной или шероховатой поверхности зубцов, забойн или заусениц.</p> <p>Шум с резкими ударами вызывается эксцентricностью колеса.</p>	<p>в) Проверить износ и сменить, если это необходимо.</p> <p>г) Сменить изношенные детали.</p> <p>д) Сменить кольца, а в случае необходимости и поршень.</p> <p>е) Подтянуть подшипники.</p> <p>ж) Остановить двигатель, вынуть шатун, пригнать его с должными зазорами и разбегом подшипника.</p> <p>з) Снять переднюю крышку, проверить зазор и, если он больше допустимого, заменить шестерню.</p> <p>Шестерню следует заменить.</p> <p>Проверить состояние зубчатого колеса и в случае необходимости сменить.</p> <p>Заменить колеса.</p>
IX. Течь масла	<p>а) Течь масла через маслоотбойную резьбу коленчатого вала у заднего подшипника; объясняется большими зазорами в резьбе между валом и баббитом.</p> <p>б) Течь между баббитом и чугунным вкладышем заднего подшипника; причина—неплотное приставание баббита к вкладышу.</p> <p>в) Течь между расточкой картера и вкладышем через прокладку; объясняется неплотным прилеганием прокладки или ее повреждениями.</p>	<p>а) Установить зазор в 0,12—0,2 мм.</p> <p>б) Маслосборную канавку углубить, чтобы она врезалась в тело вкладыша на 1—1,5 мм.</p> <p>в) Заменить пробковую прокладку.</p>

Примечание. При установке новой шестерни эксцентricность допускается не более 0,08 мм.

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
	г) Течь через прокладки крышки заднего люка из-за неплотного прилегания прокладки к поверхностям крышки люка и крышки подшипника к картеру, повреждений прокладок и неправильной их установки.	г) Снять крышку заднего люка, заменить прокладки в случае их повреждения; если прокладки повреждены не имеют, промазать их шеллаком и правильно поставить на место.
	д) Течь через прокладки крышек боковых люков мотора; причина—повреждение прокладок, неправильная установка, не затянуты болты.	д) Снять крышку, осмотреть прокладки, поврежденные заменить.
	е) Течь через сальниковую набивку в гайке крышки водяного насоса—изношена набивка, слабое крепление.	е) Снять гайку, осмотреть набивку и в случае необходимости сменить.
X. Течь воды	а) Через прокладки головок цилиндров вследствие поврежденной или неправильно установленной прокладки; слабо поставлены гайки.	а) Гайки затянуть до отказа; если течь не прекращается, снять головку и заменить поврежденную прокладку.
	б) В месте крепления верхней и нижней труб цилиндра вследствие неплотной затяжки гаек или повреждения прокладок.	б) Гайки затянуть до отказа; если течь продолжается, снять трубы и сменить прокладки; при замене прокладок смазать их солидолом.
	в) Через сальниковую набивку гайки водяного насоса из-за слабой затяжки или изношенной набивки.	в) Гайки подтянуть до прекращения течи, обратив внимание на то, чтобы на резьбой части корпуса насоса оставалась резьба в три—четыре нитки; если резьбы нет, поставить новую набивку.
	г) Течь в соединениях резинового шланга из-за неплотной затяжки болтов хомутиков или повреждений шланга.	г) Затянуть болты хомутов или сменить шланг.
	д) Через прокладку крышки корпуса водяного насоса вследствие плохой затяжки болтов или повреждений прокладки.	д) Подтянуть гайки крепления крышки; если течь не прекратилась, разобрать насос и сменить прокладку, поставив ее на сурике или на свинцовых белилах.
XI. Течь бензина	В соединениях труб между собой, с угольниками, кранами, карбюратором, через их резьбу и пробки.	Подтянуть гайки соединений, заменить поврежденные детали, притереть краники.

Примечание. Течь жидкого горючего, просачивание его через неплотности, выделение капель и т. д. не допускаются; запрещается устранение течи с помощью подмотки тряпками, паклей и т. п.

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
XII. Задир цилиндров	Причиной задиров являются: малый зазор между поршнем и цилиндром; перекося шатуна или отверстия в поршне для топливного кольца; плохая смазка или недостаток ее; попадание грязи или смол; повреждение поршня при ремонте; отсутствие зазора в стыках поршневых колец или при поломке колец.	Задранный поршень или цилиндр требует замены.
XIII. Заедания и задиры	а) Валика водяного насоса в опорной втулке вследствие перегрева, вызванного отсутствием прохода для масла, неправильной установкой валика, задиром втулки. б) Стуки распределительного валика во втулке картера вследствие попадания загрязнений, отсутствия зазора между торцом вала и головкой упорного винта, недостаточной величины зазора между валиком и втулкой.	а) Проверить состояние валика; задранную втулку сменить; правильно собрать насос. б) Проверить зазоры и установить их; удалить грязь.
XIV. Внезапная остановка двигателя	а) Поломка клапанных пружин или других деталей двигателя. б) Обрыв проводов зажигания, замыкание тока на массу, повреждение магнето. в) Нет смазки, заело поршни. г) Попал посторонний предмет в движитель.	а) Выключить двигатель, заменить поврежденные детали. б) Найти неисправность и устранить ее. в) Проверить систему смазки, разобрать цилиндры двигателя и осмотреть их поршни. г) Выключить двигатель, осмотреть движитель и освободить его.

РЕМОНТ ГАЗОХОДОВ

При эксплуатации механизмов, газогенераторов, очистителей и т. п. износ и разъедание отдельных деталей их являются неизбежными. С течением времени, через более или менее определенные сроки, детали требуют ремонта или замены.

Наблюдения за ростом износов и повреждений указывают, что они, как правило, нарастают неравномерно; во-время не замеченная небольшая неплотность газогенератора, образовавшаяся после длительной эксплуатации, может очень быстро вывести генератор из строя; повышенное нагревание подшипников, во-время не устраненное, может привести к расплавлению вкладышей и выводу из действия и т. д.

Это указывает на необходимость своевременного выявления дефектов и ремонта деталей механизмов, пока повреждение не достигло значительных размеров. Неплотно сидящий клапан, но во-время притертый, не потребует обточки его или расточки гнезда; во-время ослабленный и усиленно смазанный подшипник не будет гореть и т. д.

Ремонт многих деталей при начальных их повреждениях обычно сводится к восстановлению правильности рабочих поверхностей, восстановлению защитных покрытий, восстановлению правильности их соединений, смене мелких деталей.

При больших повреждениях и износах неизбежными становятся станочные работы и даже замена больших и дорогих деталей новыми.

Своевременный ремонт деталей машин способствует не только уменьшению износов и удешевлению ремонта, но в сильной степени отражается и на мощности механизмов и экономичности их работы, а, следовательно, на работоспособности судна и стоимости перевозок.

Все это заставляет самым серьезным образом относиться к своевременному выявлению дефектов, высококачественному ремонту судов и их механизмов. На мотористов газоходов возлагается ряд важнейших задач по организации и проведению ремонта механизмов, по определению объема ремонтных работ, по оказанию помощи судоремонтным заводам в проведении ремонта, по приемке отремонтированных заводом механизмов и проведению испытаний отремонтированных судов.

66. Виды ремонта

Устранение повреждений судна и его механизмов, полное или в объеме, обеспечивающем его безопасную и непрерывную работу на более или менее точно рассчитанный срок, носит название судоремонта.

В соответствии с характером повреждений судна или его деталей судоремонт может быть разделен на два основных вида — аварийный и предупредительный.

Аварийный судоремонт производится после разрушения отдельных деталей судна и сопровождается, как правило, выводом судна или его механизмов из эксплуатации на различные сроки — от нескольких минут до нескольких месяцев. Нередко аварийный судоремонт требуется произвести немедленно; задержка исправления аварийной части судна может привести к повторной, во много раз более крупной аварии (например, ремонт рулевого управления судна во время шторма и т. п.).

Предупредительный ремонт производится на работоспособном судне с целью предотвращения аварий отдельных частей его и для предупреждения ускоренного износа деталей судна или его механизмов.

Изучая характер износов отдельных деталей и влияние их на эксплуатационные показатели (мощность, экономичность, надежность), можно установить допустимые величины их и такие периоды ремонта, при которых стоимость ремонта будет минимальной (без излишне частых ремонтов). Для отдельных групп деталей судна и его механизмов при этом могут быть разные периоды ремонта (ежегодные, через два—три года и реже).

Ремонт судна и его механизмов, проводимый для предупреждения аварий и ускоренного износа в сроки, связанные с условиями работы деталей и величинами допустимых их износов, называется планово-предупредительным.

Планово-предупредительный ремонт имеет перед обычным предупредительным ремонтом ряд преимуществ. К этим преимуществам можно отнести:

- 1) уменьшение стоимости ремонта;
- 2) устранение возможности аварий из-за износа и повреждения деталей;
- 3) очередность ремонта отдельных деталей позволяет производить осмотр и ремонт деталей по технически обоснованному плану;
- 4) возможность значительного увеличения нагрузки судоремонтных баз в летнее время за счет сменных деталей;
- 5) устранение несвоевременности осмотров деталей и уменьшение объема и стоимости демонтажно-монтажных работ, улучшение качества работ по осмотру и освидетельствованию деталей;
- 6) увеличение количества работ по ремонту судов и их механизмов, проводимых силами судовых команд.

Планово-предупредительный ремонт и осмотры и освидетель-

ствования деталей, являющиеся частью его, можно разбить на следующие составляющие:

1. Непрерывное наблюдение судовой командой за действующим судном и его механизмами. Предотвращение возможных неполадок в работе путем изменения зазоров, регулировки, изменения режима работы механизмов и т. д. О состоянии деталей в этом случае судят по внешним признакам — стукам, скрипам, нагреванию и т. п. (вахтенный ремонт).

2. Осмотр механизмов и некоторых деталей их при небольшом объеме демонтажных и монтажных работ на стоянках судна, без вывода его из эксплуатации, иногда с участием в осмотре представителей механико-судовой службы и Регистра СССР. Работы в этом случае обычно проводятся лишь силами команды. В отдельных случаях такой ремонт сопровождается и выводом судна из эксплуатации на очень короткий срок. Этот вид ремонта обычно называют *междурейсовым* (или профилактическим).

3. Ежегодный ремонт, или, как его еще называют, *малый текущий ремонт*, требует вывода судна из эксплуатации на довольно длительный срок. Он производится после специального освидетельствования судна в ходу и установления степени износа и повреждений деталей при разборке на основе ремонтных ведомостей, дефектных журналов и осмотров деталей при демонтаже.

4. *Средний ремонт* производится через два — четыре года. Задачи и цель его те же, что и ежегодного ремонта, но с охватом большего числа деталей, подлежащих ремонту. Сроки среднего ремонта устанавливаются в зависимости от типов судов и условий их эксплуатации.

Затраты на проведение четырех перечисленных выше частей судоремонта (видов ремонта) покрываются за счет расходов по эксплуатации судна. Эти виды ремонта проводятся с тем, чтобы судно могло бесперывно и без потери своей мощности и экономичности работать в течение всего срока службы.

Капитальный ремонт производится для продления срока службы судна. Первый капитальный ремонт при планово-предупредительном ремонте должен проводиться в срок, соответствующий расчетной (амортизационной) продолжительности работы судна, последующий — через сроки не менее одной трети этого времени.

Капитальный ремонт осуществляется на основе специальных проектов и смет за счет амортизационного фонда.

Кроме приведенных видов ремонта, которые должны носить строго планово-предупредительный характер, может иметь место и еще один вид ремонта — *восстановительный*.

Назначением этого ремонта является проведение работ, позволяющих судну, не находящемуся в списках действующего флота (затонувшие и поднятые суда, суда, сильно поврежденные пожаром) или предназначенному к исключению из действующего флота вследствие сильного износа, вновь вступить в эксплуата-

цию. Поскольку этот вид ремонта увеличивает число действующих судов флота, расходы на него покрываются за счет средств, предназначенных на судостроение.

Приведенные выше названия отдельных видов планово-предупредительного ремонта и сроки их проведения соответствуют принятым в настоящее время видам предупредительных ремонтов.

Планово-предупредительный ремонт, как отмечалось, проводится на основе изучения нарастания повреждений в отдельных деталях и установления допустимых величин износов. Это в свою очередь позволяет построить рациональную систему периодических осмотров и освидетельствований частей судна для тщательного выявления дефектов при минимальном объеме демонтажных работ.

Характер нарастания повреждений отдельных деталей вместе с периодическим осмотром позволит своевременно установить необходимость ремонта детали или смены ее, своевременно выдать заказ заводу, подготовить чертежи, приспособления, инструмент и т. д.

67. Организация судоремонта силами судовых команд

Работу судовых команд по ремонту нельзя ограничивать лишь судоремонтным периодом; она должна быть непрерывной. Только при этом условии можно добиться хороших результатов в отношении снижения объема ремонта и его стоимости, повышения качества ремонта, безаварийной работы механизмов и увеличения продолжительности их службы.

Если расположить основные задачи механика газохода в отношении ремонта по времени, начиная с открытия навигации, то они сведутся к следующему.

I. В о в р е м я н а в и г а ц и и:

1) организация наблюдения за работой и состоянием механизмов и устройств газохода во время действия судна и при его кратковременных остановках;

2) выявление дефектов механизмов и устройств в навигационное время, подлежащих устранению немедленно или в зимний судоремонтный период, и ведение дефектного журнала;

3) проведение мелких ремонтных работ на ходу судна и на кратковременных стоянках;

4) проработка плана разборки и сборки судовых механизмов для предстоящего зимнего судоремонта;

5) подготовка судовой команды к зимнему судоремонту;

6) составление ремонтной ведомости.

II. П о о к о н ч а н и и н а в и г а ц и и:

1) испытание судна и его механизмов перед постановкой судна в ремонт;

2) приведение судна в зимовочное состояние, разборка механизмов;

3) составление дополнительной ремонтной ведомости;

4) участие в согласовании плана работ по судну с заводом.

III. В судоремонтный период:

1) руководство ремонтными работами судовых команд;

2) приемка отремонтированных заводом и командой деталей механизмов;

3) руководство сборочными работами по механизмам и судовым устройствам;

4) составление основной ремонтной ведомости.

IV. Перед выходом судна в навигацию:

1) подготовка судна к сдаче-приемке;

2) участие в сдаче-приемке судна в эксплуатацию;

3) участие в проверке снабжения судна необходимыми запасными частями и инструментами.

68. Дефектные журналы

В случае невозможности немедленной ликвидации дефектов они вносятся в дефектный журнал.

Дефектный журнал является одним из основных документов судна, в котором с необходимой полнотой должны найти отражение ненормальные износы, повреждения и другие дефекты, замечаемые мотористом, газовщиком, рулевым и др. как при работе судна, так и при периодических осмотрах и освидетельствованиях, проводимых инспекторами технического надзора механико-судовой службы. За состояние и ведение дефектного журнала по корпусной части отвечает капитан, а по механической — механик. Эта работа входит в число их основных обязанностей.

В дефектный журнал в порядке записи вносят следующие сведения: название осмотренных поврежденных деталей, дата осмотра, характеристика повреждения и работоспособности детали, причины повреждения деталей.

Если повреждения замечены командой судна, то капитан или механик обязаны своевременно сообщить о них механико-судовой службе или другим органам технического надзора, о чем делается отметка в дефектном журнале. По дефектам, которые не могут быть устранены силами машинной команды во время кратковременных стоянок (постановкой запасных частей и т. п.), судовая администрация вместе с представителями механико-судовой службы намечает сроки и способы для устранения их. Устанавливается объем работ, вносится в ремонтную ведомость заказ заводу на изготовление или ремонт поврежденной детали.

В дефектный журнал вносятся также справки об устранении повреждений, времени и месте ремонта.

На детали, подлежащие смене в зимний судоремонтный период или во время навигации, а также на израсходованные запасные части механико-судовой службы пароходства немедленно выдает заказ заводу с тем, чтобы эти детали были изготовлены заблаговременно и тем была бы облегчена работа завода в зимнее время.

69. Ремонтная ведомость

Работы по ремонту судна и его механизмов, требующие участия завода или связанные с выводом судна из эксплуатации, вносятся в так называемую ремонтную ведомость. В ней определяется необходимый ремонт по всему судну.

На основании ремонтной ведомости заключается договор или соглашение с заводом, и строится план работы его.

Ремонтная ведомость должна быть заполнена правильными записями и своевременно представлена в управление пароходства. В противном случае неизбежна задержка ремонта, страдает также полнота и качество его.

Форма ремонтной ведомости приведена в табл. 18.

За ведение ремонтной ведомости отвечают капитан и механик — каждый по своей части.

Время составления ремонтных ведомостей. Газоход и его силовая установка являются сложными сооружениями, в силу чего в ремонтную ведомость вносится очень большое количество записей. Необходимые данные ремонтной ведомости для МСС и судоремонтного завода (а именно — определение необходимого количества материала, рабочей силы и стоимости ремонта) требуют довольно длительных подсчетов по каждой из внесенных работ. Ремонтная ведомость должна охватить все потребные работы, выявленные на судне до начала его ремонта.

В настоящее время принято составлять не одну ремонтную ведомость, а две, из которых первая называется основной, а вторая дополнительной. По форме обе эти ведомости одинаковы. Основная ремонтная ведомость составляется во время судоремонтного периода на следующий ремонтный период, а дополнительная — во время эксплуатации судна и при разборке его.

Составление основной ведомости производится в предыдущий ремонтный период, т. е. за восемь — десять месяцев до ремонта. За это время можно без спешки произвести выявление необходимых работ и силами МСС и завода произвести необходимую обработку ведомости. Во время эксплуатации составляется ремонтная ведомость на дефекты, обнаруженные при эксплуатации и не внесенные в основную ведомость. Она также включает в себя и работы, не выявленные во время эксплуатации и установленные только при разборке механизмов. Эта ведомость заканчивается по приходе судна на зимовку. Объем работ, внесенных в последнюю ремонтную ведомость, при этих условиях будет очень невелик, что позволит быстро ее обработать. При этой системе заполнения ремонтных ведомостей к началу ремонта будет выявлен весь объем работ. К этому же времени еще до начала судоремонтного периода завод сможет, руководствуясь основной ремонтной ведомостью, выполнить часть работ на изготовление сменных и запасных частей.

Таким образом во время навигации проводятся работы лишь по составлению дополнительной ремонтной ведомости, на заполнении которой мы здесь и остановимся. Заполнение основной

Таблица 18

№ _____ " _____ 194...г.
(дата сдачи управлению пароходства)
Наркомречфлот

Управление _____ пароходства
Судно _____
(тип и наименование)

РЕМОНТНАЯ ВЕДОМОСТЬ

по _____ ремонту
Место ремонта _____
Время ремонта по плану от _____ до _____
фактически от _____ до _____

Стоимость ремонта по предварительной калькуляции	До оконча- тельного утверж- дения ведомости	После утверж- дения ве- до- мости
--	---	-----------------------------------

1. Рабочая сила _____ в руб.
2. Материалы _____ в руб.
3. Накладные расходы _____ в руб.
Итого _____ в руб.
4. Начисления _____ в руб.
Всего _____ в руб.

№ по порядку	Учетные номера работы			Наименование объекта работы в порядке единой номенклатуры	Наименование ремонтной работы в порядке единой номенклатуры	Размеры объекта	Количество единиц	Количество чел.-час.	Записи по предварительной калькуляции (заполняется заводом)							Всего стоимость в руб.	Заключение представителя мех.-суд. службы	Расписка капитана или механика в принятии работы
	Раздел	Группы	Статья						Разряд рабочих	Стоимость рабочей силы в руб.	Наименование мате- риалов	Единица измерения	Количество или вес	Стоимость материала в руб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

ведомости производится так же, но в другое время, а именно — во время ремонтного периода.

Составленная основная ремонтная ведомость утверждается пароходством к 20 июня, а представление дополнительной ремонтной ведомости производится в десятидневный срок по приходе судна в ремонтный пункт.

Материалы и сведения для заполнения дополнительных ремонтных ведомостей. Данными для составления дополнительной ведомости являются:

- а) записи в дефектных журналах;
- б) акты осмотров и освидетельствований, проводимых на стоянках судна органами технического надзора механико-судовых служб и Регистра СССР;
- в) «Единая номенклатура судоремонтных работ».

При переносе записей из дефектного журнала в ремонтную ведомость, для ускорения дальнейшей обработки данных, необходимо применение стандартных (типовых) форм записей, которые определяются «Единой номенклатурой судоремонтных работ». Этот документ, составленный в строго систематизированной форме, дает стандартный перечень судоремонтных работ с технически правильным названием деталей механизмов, частей судна и ремонтных работ.

Порядок записи в ремонтную ведомость. Судовой администрацией заполняются первые восемь разделов ремонтной ведомости. Записи из дефектного журнала переносятся в порядке номеров. В графу 5 вносится объект ремонта с названием согласно «Единой номенклатуре судоремонтных работ», а в графу 6 — название необходимых работ тоже согласно «Единой номенклатуре». В графы 1, 2, 3 и 4 вписывается шифр для данной работы по «Единой номенклатуре», в графу 7 — размеры ремонтируемой части и в графу 8 — количество единиц.

В ремонтной ведомости должны быть предусмотрены также демонтажные прочие работы, необходимые для осуществления ремонта вписанной в ведомости детали, так как они по объему могут быть значительными.

Следующие графы ремонтной ведомости заполняются представителями завода. При заполнении этих граф большую помощь оказывают «Единая номенклатура ремонтных работ» и справочник «Единые нормы времени по судоремонту и судостроению речного флота». Это позволяет работникам завода по имеющимся у них систематизированным данным быстро находить для выписанной работы количество потребных человеко-часов, разряд, стоимость рабочей силы, материалы, их количество и стоимость всех работ.

Суммируя данные графы 16, МСС может установить примерную потребную стоимость ремонта данного судна, сравнить ее с располагаемыми средствами для ремонта и в случае необходимости перенести некоторые работы на следующий ремонтный период (эти работы вносятся в основную ведомость ремонта следующего года).

В графах 17 и 18 делаются соответствующие отметки после обработки ведомостей о включении той или иной работы в судоремонт данного или следующего года.

70. Техническое нормирование (слесарно-монтажных работ)

Время, необходимое и достаточное для выполнения заданной работы при рациональном использовании производственных средств хорошо знающим свое дело рабочим, или иначе — норма времени, имеет чрезвычайно важное значение в организации уточненных планов разборки и сборки механизмов, для определения предварительной стоимости ремонта судна, для уточненного производственного плана завода и т. д. Технически обоснованные нормы позволяют правильно установить оплату труда рабочим, своевременно заметить нарушение правильности производственного процесса и выявить рост производительности труда.

Известно, что с каждым годом в нашей стране применяются все более совершенные методы обработки металлов и дерева и что непрерывно повышается квалификация рабочих — их знание средств производства и умение овладеть новой техникой. Поэтому даже хорошо составленные нормы для данного времени не являются постоянными; снижение затраты времени на выполнение той или иной работы — уменьшение норм времени — является хорошим показателем для производства.

Нормы времени в справочнике расположены в систематическом порядке, облегчающем пользование им. Как указано выше, они в справочнике даются на выполнение отдельных объектов ремонта, иной раз имеющих очень большое количество операций. Основные операции, характеризующие объем работы, могут производиться на судне или в цехах с применением специальных приспособлений или без них и т. д., поэтому в справочниках к каждой норме указываются «Технические условия», которые отражают лишь особенности данной работы. Общие же для всех норм технические условия приводятся во введении справочника («Техническая часть»), где даются основные требования в отношении оборудования цеха, температуры цеха, освещения, инструмента и приспособлений, организации работ и рабочего места, качества материалов, вспомогательных работ и т. д.

На случай изменения состава работы или технических условий многие нормы, приводимые в справочниках, сопровождаются примечаниями, вносящими поправки в нормы путем введения поправочных коэффициентов.

Время на выполнение работ указывается для облегчения в часах и сотых долях часа (а не в часах и минутах).

Одним из основных требований, обеспечивающих высококачественное выполнение работ в заданное время, является поручение данной работы рабочему соответствующей квалификации, имеющему квалификационную характеристику того или

иного разряда. Разряд работы указывается в нормах. Требования к знаниям рабочего и по умению выполнять соответствующие работы приводятся в специальном разделе справочника «Квалификационные характеристики».

Установление квалификации рабочего производится при поступлении его на работу или при переводе из разряда в разряд цеховой администрацией на основе сдачи рабочим технического минимума знаний и выполнения им пробных работ в заданное время и должного качества.

В нормы времени включается время на отдых между отдельными операциями и личные надобности, получение наряда и инструмента, инструментов, подноску материалов и изделий в пределах рабочего места (не далее 10 м), переноску готовых изделий или полуфабрикатов из цеха на судно и обратно (до 25 кг на человека), передвижку простых подмостей и переходы на караван (общее расстояние в смену не более 300 м). Это время дополнительной оплате не подлежит.

Определение стоимости ремонта судов. Себестоимость ремонта является одним из основных показателей работы судоремонтного завода и организации ремонта судовыми командами. Определение общей себестоимости ремонтных работ по отдельным слагающим носит название калькуляции.

При судоремонтных и других работах различают два вида калькуляции — сметную или предварительную калькуляцию и отчетную или исполнительную.

Работы, внесенные в основную ремонтную ведомость, должны быть расценены для определения необходимых средств перед сдачей судов в ремонт, а по окончании ремонта должна быть выявлена действительная стоимость его.

Элементами, составляющими себестоимость ремонтных работ, являются:

1) основные материалы; к ним относятся такие, которые употребляются непосредственно для выполнения данной работы, получаемые по отдельным требовательным ведомостям. В этот раздел не вносятся такие материалы, которые идут на несколько изделий, и непосредственное отнесение данного материала на ту или иную деталь затруднительно (например, припой, притирочные порошки, наждачное полотно и т. д.). Эти материалы носят название вспомогательных;

2) производственная рабочая сила. В расходы по производственной рабочей силе входит оплата рабочих, непосредственно участвующих в ремонте и в изготовлении продукции. Оплата труда вспомогательных рабочих в эти расходы не включается.

Стоимость основных материалов и производственной рабочей силы часто называют прямыми расходами, так как они, на основе наряда и требований на материалы, могут быть отнесены непосредственно на то или иное изделие.

Кроме этих расходов, при ремонте и изготовлении отдельных деталей имеют место также производственные расходы, которые трудно или невозможно отнести на ту или иную деталь. Эти

расходы носят название косвенных, или, как их часто называют, накладных расходов.

Накладные расходы по месту могут быть разделены на цеховые и общезаводские. Такое разделение накладных расходов вызывается проведением хозрасчета в цехах, так как за расходы по цеху отвечает его начальник; за расходы, произведенные вне цехов, несет ответственность завод в целом.

К цеховым накладным расходам относятся: содержание цехового обслуживающего персонала, содержание и ремонт зданий цеха, оборудование и сооружения цеха, инструмент, стоимость разных вспомогательных материалов, а также расходы по оплате за электроэнергию, воду, газ и топливо.

К общезаводским накладным расходам относятся: содержание административно-технического персонала общих отделов, конторского и младшего обслуживающего персонала, содержание учеников ФЗУ, пожарной и военизированной охраны, содержание и ремонт территории завода, общезаводских сооружений и зданий и прочие хозяйственные расходы, а также расходы по охране труда и другие.

Для предварительной калькуляции величины накладных расходов выражаются в определенном проценте от стоимости произведенной рабочей силы.

Определение величины накладных расходов производится по предыдущим отчетным периодам, имевшим примерно такую же нагрузку и ассортимент заказов, или же на основе утвержденного техпромфинплана завода.

Составление плана демонтажных работ. Одним из крупнейших вопросов организации судоремонта является составление механиком судна плана демонтажа механизмов при постановке судна на зимовку. Этот план работ должен быть составлен еще во время навигации с тем, чтобы при постановке судна на зимовку механизмы его быстро, но без спешки, были по определенному порядку разобраны, приведены в зимовочное состояние, снятые части сложены в порядке, допускающем легкую очередную сдачу их в ремонт и дальнейшую быструю сборку.

Этот план должен включать в себя:

- 1) порядок разборки механизмов и объем демонтажных работ;
- 2) расположение снятых деталей (место, расположение, система меток на деталях);
- 3) расстановку рабочей силы во время разборки механизмов;
- 4) время, потребное на эти работы;
- 5) способ наблюдения за выполнением демонтажных работ;
- 6) потребные устройства, облегчающие разборку и безопасность работ.

План ремонтных работ силами машинных команд и план монтажно-сборочных работ. При составлении ремонтной ведомости определяется объем ремонтных работ, которые должны быть в дальнейшем выполнены силами машинной команды по отдельным механизмам. Это дает возможность уже летом дать предварительный план работы команды по ремонту и наметить рас-

становку рабочей силы при ремонтных и сборочных работах. Этот план должен быть предварительно обсужден на производственном совещании команды.

Такая подготовка к ремонту позволяет отдельным работникам судна и намеченным бригадам детально продумать весь порядок работ и подготовиться к проведению их, подготовить необходимый инструмент, вспомогательные материалы и подъемные приспособления.

Особенно большое значение для судна и завода имеет план сборки механизмов, так как он определяет сроки поступления готовых деталей на сборку, а следовательно, и сроки изготовления и обработки отдельных деталей, по которым строится план работы завода.

71. Организация ремонтных работ и осмотра механизмов во время эксплуатации

Во время навигации судно имеет периодические остановки в конечных пунктах. Это время машинные команды и должны использовать для систематических осмотров отдельных деталей механизмов и для производства мелкого ремонта.

Учитывая кратковременность подобных остановок, необходимо особо серьезное внимание уделять организации осмотров и монтажным работам; для этого необходимо соблюдение следующих основных правил:

1) составление предварительного плана периодических осмотров отдельных частей силовой установки во время эксплуатации на основе среднего времени работы отдельных деталей (втулки гребных колес, выхлопные, пусковые и всасывающие клапаны двигателей, форсунки, топливные насосы и т. д.);

2) намечаемые работы не должны отражаться на понижении безопасности состояния судна (противопожарные и водоотливные средства, возможность работы судна малой скоростью при двух машинах и т. д.);

3) не следует приступать к разборке механизма, если это не вызывается необходимостью;

4) прежде чем приступить к разборке механизмов, необходимо составить себе ясное представление о порядке работ: последовательности отдачи болтов и гаек, съемке отдельных деталей, осмотре и измерении их и обратной постановке деталей на место;

5) осмотреть на деталях риски и метки, записать их положение, не полагаясь на память, чтобы быть уверенным после сборки, что все детали заняли должное положение на машине;

6) проверить наличие необходимого инструмента и приспособлений, а также состояние его;

7) заранее проинструктировать команду о предстоящих работах;

8) выявить потребное время на производство работ и согласовать его с капитаном или лицом, его заменяющим;

9) обдумать и принять все меры к тому, чтобы предполагаемые работы были безопасны как для участников, так и для окружающих и чтобы они были проведены в возможно короткий срок;

10) командир судна должен извещаться не только о начале ремонтных работ и окончании их, но и о движении ремонта во время ремонтного периода;

11) все снимаемые детали должны внимательно осматриваться и располагаться в порядке, обеспечивающем сохранность их и быструю последующую сборку;

12) во время работы необходимо следить за тем, чтобы не повредить расположенные рядом детали, не загрязнить механизмы, не забывать внутри их каких-либо предметов после окончания работы;

13) все сменные части должны быть заранее приработаны и расположены так, чтобы постановка их на место заняла возможно меньше времени;

14) проба механизмов должна производиться механиком с разрешения капитана.

Освидетельствование судна перед постановкой его в ремонт
Для полного определения дефектов судна перед постановкой в ремонт его надо подвергнуть на ходу детальному осмотру в присутствии представителя механико-судовой службы пароходства (желательно совместно с представителем завода). Целью такого освидетельствования является по возможности полное выявление признаков, указывающих на предполагаемые дефекты в отдельных частях судна. По этим признакам (ненормальный нагрев и шум, стук, удары, скрип, неплотности и т. д.) частично немедленно, а частью во время разборки при постановке судна в ремонт выявляются его дефекты. Признаки, указывающие на дефекты при невозможности обнаружения последних на ходу судна, должны быть записаны. При разборке механизмов эти записи должны быть использованы для тщательного изучения деталей, в отношении которых возникло сомнение.

На замеченные по судну и его частям дефекты составляется особый акт, причем неисправности, не внесенные в основную ведомость ремонта, вносятся в дополнительную ремонтную ведомость.

72. Приведение судна в зимовочное состояние

Привести судно в зимовочное состояние — это значит во время зимовки обеспечить безопасность его в пожарном отношении и до минимума свести действие морозов, влажного воздуха и сырости на отдельные части судна и его механизмы. Как известно, лед имеет больший объем по сравнению с объемом воды, из которой он образовался, вследствие чего могут быть разрывы котлов, трубопроводов и полостей машины при замерзании в них воды. При наличии сырости идет усиленное ржавление и гниение. Поэтому одной из крупнейших задач накануне приве-

дения судна в зимовочное состояние является удаление отовсюду воды и сведение до минимума сырости в частях судна и его механизмах. Грязь, мусор, сажа, зола и т. п. гигроскопичны, и удалению их должно также придаваться очень большое внимание.

На приведение судна в зимовочное состояние отводится очень короткое время — около трех — пяти суток. Эти работы по палубной части проводятся под руководством капитана, а по машинной — механика.

Практически указанные работы сводятся к следующему.

а) По палубной части производится зачистка трюмов от груза, мусора и грязи; моются корпус и палубы. Слань и бортовая съемная обшивка удаляются, очищаются и складываются в порядке, обеспечивающем быструю постановку их на место; жилые помещения очищаются и дезинфицируются; электрооборудование, занавеси и пр. снимаются и складываются в ящики. То же относится и к другим помещениям. Противопожарный инвентарь, по согласованию с пожарной охраной, частью оставляется в определенных местах, на что составляется опись, а частью удаляется на склад.

Такелаж проверяется по состоянию; негодные части его сдаются по акту, а годные складываются в закрытое помещение.

Мебель и другое оборудование кают складываются в закрытое помещение, а то, что может пострадать от мороза, сдается на хранение заводу.

Шлюпки очищаются и переносятся на берег для хранения.

Все внутренние помещения судна запираются, и порядок доступа в них устанавливается капитаном по согласованию с заводом.

б) По механизмам. Порядок разборки двигателей внутреннего сгорания в значительной степени зависит от их типа и назначения. При сдаче деталей в ремонт следует учесть то обстоятельство, что детали, снимаемые последними, для сборки обычно требуются в первую очередь. Детали, сдаваемые в ремонт заводу, должны быть тщательно очищены, осмотрены, снабжены бирками, указывающими их принадлежность данному судну и агрегату. Серьезное внимание должно быть уделено предохранению сдаваемых заводу деталей от случайных повреждений, могущих возникнуть при небрежном хранении и транспорте их в цехи и обратно (защита досками, концами и пр.).

Снятые части машины, не требующие ремонта, должны размещаться в порядке, облегчающем проведение ремонтных работ.

Детали механизмов, главных и вспомогательных, в которых может остаться вода, должны быть обсушены.

Рабочие внутренние поверхности цилиндров, клапанных коробок насосов и т. д. должны быть тщательно просушены и смазаны тавотом, крышки их поставлены на место.

Набивки из сальников должны быть удалены.

Крышки и горловины при возможности должны быть покрашены или смазаны и поставлены на место с слегка закрепленными гайками.

Смазочные приборы и арматура снимаются и очищаются. Подшипники должны быть вскрыты, шейки их осмотрены, протерты и покрыты густой смазкой.

Полированные наружные части должны быть покрыты и закрашены молотым мелом на олеонафте. Эта краска готовится в нагретом виде с небольшим количеством солидола.

Забортные трубы забиваются снаружи смазанными пробками.

Клинкеты промазываются мазутом.

Дейдвудные трубы и цистерны утепляются опилками.

Нагрузка со всех пружин должна быть снята, пружины очищены и смазаны.

Годные резиновые клапаны сохраняют в отапливаемом, но не слишком теплом месте.

Машинное отделение должно быть очищено.

Необходимый инструмент и приспособления располагаются в порядке в закрывающемся помещении.

Палубные механизмы, помимо работ, указанных для главных машин, должны быть защищены от дождя и снега.

Газогенераторы очищаются от остатков топлива и золы. Очистители и фильтры освобождаются от воды и просушиваются.

в) По гребным колесам. При постановке судна на зимовку снимаются плиты гребных колес, поводки, валики и пальцы, а остальные детали гребных колес при надобности разбираются, когда установится крепкий лед. При разборке гребных колес следует обратить внимание на наличие меток на деталях и на расположение снятых деталей в должном порядке.

Приведение судна в зимовочное состояние заканчивается передачей его заводу на зимний отстой и хранение по специальному акту. С передачей судна заводу охрана судна и предохранение его от действия льда производится заводом с соблюдением правил плавания, пожарной охраны и технической безопасности.

Общие замечания по организации и планированию ремонтных работ судовыми командами. Работа судовых команд при ремонте может быть разбита на следующие основные части: 1) демонтажные работы, 2) ремонтные работы, 3) монтажные работы.

Начало этих работ совпадает с моментом постановки судна на ремонт, а конец устанавливается специальными приказами Управления парохозяйства по каждому отдельному судну.

Порядок отдельных работ можно произвести по трем основным схемам: а) последовательной, б) параллельной и в) смешанной (рис. 191). По первой схеме по окончании одной работы переходят к следующей и т. д. По второй одновременно проводится несколько работ. В третьей имеет место комбинация обоих предыдущих случаев. Как видно, при работах по второй схеме, параллельной, обеспечивается наибольшая быстрота (широкий фронт работы), но осуществление ее в практике судоремонта в чистом виде невозможно по двум основным причинам:

а) ряд технологических процессов требует последовательности работ в определенном порядке (например, сборка машины);

б) вследствие малого объема машинных помещений при одновременном проведении нескольких работ и, следовательно, большом количестве рабочих возникают неудобства в работе бригад; отдельные рабочие мешают друг другу, и производительность их падает. Поэтому при всем желании ускорить проведение ремонтных и сборочных работ приходится применять третью схему, смешанную. При этом работы комбинируются таким образом, чтобы отдельные бригады и рабочие не мешали друг другу, чтобы не было дополнительных разборок и сборок частей машины, трубопроводов, корпуса, надстроек и т. д.; кро-

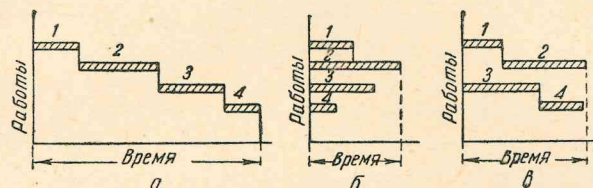


Рис. 191. Расположение работ по времени

ме того, возможность повреждения отдельных деталей должна быть абсолютно исключена.

Короткий срок выполнения зимнего судоремонта при большом разнообразии работ в машинном отделении судна и в других частях его и выполнение части работ в цехах завода ставят вопрос о необходимости работы по детальному и очень хорошо продуманному плану.

Работа по планированию судоремонта начинается еще до постановки судна на ремонт, и к этому времени механик уже должен иметь общий план демонтажных, ремонтных и монтажных работ. План, рассчитанный на весь период ремонта, является предварительным и лишь в процессе выполнения судоремонта уточняется.

Этот план должен являться основой разработки месячных и декадных планов не только по судну, но и для цехов завода, и к составлению его нужно отнестись со всей серьезностью.

Для составления общего плана работ механик судна располагает следующими данными:

1) время ремонта — количество рабочих дней (не совсем точное, так как время постановки судна на ремонт и день окончания ремонта еще не установлены);

2) количество команды, могущей быть использованной на ремонте;

3) характер предполагаемых работ (демонтажных, монтажных, ремонтных);

4) примерный объем работ (по основной ремонтной ведомости, дефектным журналам и с учетом некоторого увеличения их дополнительной ремонтной ведомостью);

5) квалификация работников и подготовленность их к выполнению той или иной работы;

б) расположение механизмов, конструкция и размеры их.

На основе этих данных необходимо в первую очередь и желательно детально составить план демонтажных работ. В дальнейшем он уточняться не будет, так как к выполнению его приступают немедленно по постановке судна на ремонт. Этот план рассчитывается на возможно короткий срок.

О составлении этого плана было сказано выше.

Одновременно с планом демонтажных работ составляются и месячные планы работы машинной команды, причем более подробный план дается на первый месяц с учетом того, что в это время поступление отремонтированных деталей из производственных цехов завода будет небольшим. В этих планах должны найти отражение:

- 1) порядок ремонтных и сборочных работ;
- 2) основные работы, выполняемые отдельными бригадами;
- 3) количество времени и работников по каждой из основных работ;
- 4) время поступления с завода отремонтированных деталей, в первую очередь тех, которые потребуются в начале сборочных работ.

В план ремонта на первый месяц включаются основные работы, являющиеся обязательными и почти не требующие участия завода. На следующие месяцы планы составляются менее подробными ввиду возможности значительных изменений при ремонте по следующим причинам:

1) план ремонта судна и его механизмов должен быть согласован с планами производственных цехов (через плановый отдел завода); только после этого согласования можно быть уверенным, что началу сборки механизмов не будут препятствовать другие ремонтные работы на судне и что основные детали, ремонтируемые заводом, поступят своевременно;

2) объем ремонтных и монтажных работ при утверждении ремонтных ведомостей может быть изменен в ту или иную сторону.

Уточненные месячные планы работы составляются планово-производственным отделом завода и должны быть утверждены дирекцией завода за пять дней до наступления календарного месяца.

На основе подобного месячного плана механик ежедневно распределяет работу по бригадам по рабочим нарядам, выписывает необходимые материалы по требовательным ведомостям и наблюдает за выполнением работ по судну. Последнее обычно сопровождается отметкой выполнения отдельных работ по параграфам ремонтной ведомости и оценкой объема выполняемой работы в часах также по ремонтной ведомости; оценка объема работ, отмечаемая в ремонтной ведомости, фиксируется на основании выполнения рабочих нарядов по сменам. Одновременно по каждому выполняемому параграфу учитывается и количество фактически отработанных часов.

73. Приемка деталей механизмов и судна из ремонта

Ремонтные и сборочные работы выполняются как заводом, так и судовыми командами. Независимо от исполнителя детали машин должны быть приняты до постановки их на место при монтаже.

Под приемкой деталей и механизмов, а также и всего судна понимается установление приемщиками пригодности деталей и судна в целом для работы, их соответствие чертежам, спецификациям, техническому заданию, требованиям к материалу, качеству работы, а в отдельных случаях и специальным правилам. Технические требования, которым должны удовлетворять главные детали, приведены ниже в разделе «ремонт».

Наблюдение за качеством ремонта отдельных деталей, сборка и приемка законченных работ по корпусу лежит на капитане, а по механической части — на механике, а также на линейных и групповых механиках (уполномоченных на это пароходством). Капитан и механик могут привлекать для этой работы и своих помощников, электриков и других работников команды. Завод принимает участие в этой работе предоставлением органов технического контроля завода.

Приемка деталей из ремонта и сборочных работ оформляется распиской приемщика в рабочем наряде и отметкой в ремонтной ведомости. Если детали требовали соответствующих испытаний, последние оформляются особым актом испытания за подписью участников с приложением таблицы испытаний.

Недостатки и неисправности предъявляемых деталей устраняются заводом вне очереди, после чего детали вновь предъявляются к сдаче. Если при приемке деталей у приемщиков возникают сомнения в отношении качества, они имеют право потребовать особого освидетельствования.

Разногласия сдающих и приемщиков по работам, требующим контроля Регистра СССР, разрешаются инспекцией Регистра, а в остальных случаях — начальником пароходства или его уполномоченным.

На ответственные детали и механизмы, вновь изготовленные или капитально отремонтированные, завод обязан поставить свое клеймо с инициалами завода и датой.

Приемка судов из текущего и среднего ремонта производится капитаном с участием представителя механико-судовой службы и службы эксплуатации пароходства после испытаний на швартовых и на ходу. Приемка судов производится в соответствии с графиком выпуска судов, утвержденным начальником пароходства, и затрата времени на испытание не должна превышать 1½ суток.

Приемка судов из капитального ремонта производится особой комиссией, назначаемой начальником пароходства, с проведением полного теплодинамометрического испытания (см. инструкцию по теплодинамометрическим обследованиям судов). Сдача судов оформляется специальным актом.

Обязанности механика и бригадиров судовых команд при зимнем судоремонте. Во время ремонта судна механик является непосредственным организатором производственных процессов по ремонту механизмов и трубопроводов, проводимому находящейся в его распоряжении командой. В частности механик:

- 1) распределяет работу между своими помощниками, бригадирами и отдельными членами команды в соответствии с принятым планом;
- 2) ежедневно контролирует выполнение заданных работ по отдельным бригадам;
- 3) формирует бригады и производит расстановку рабочей силы с целью достижения наибольшей производительности труда;
- 4) наблюдает за правильным выполнением производственных процессов и инструктирует своих помощников и бригадиров по выполняемым ими работам;
- 5) наблюдает за соблюдением правил технической безопасности и охраны труда, а также правил противопожарной охраны, правил внутреннего распорядка и т. п.;
- 6) принимает участие в приемке работ от машинных команд;
- 7) наблюдает за трудовой дисциплиной, применяя к нарушителям трудовой дисциплины взыскания;
- 8) участвует в разрешении вопросов о приеме и увольнении, предоставлении отпусков и премировании судовой команды, занятой по ремонту механического оборудования и котлов;
- 9) составляет план работы вверенной ему команды на весь судоремонтный период (ориентировочный) и принимает непосредственное участие в составлении и утверждении оперативных планов работы (месячные, декадные);
- 10) дает необходимые сведения по выполнению работы.

Как видно из этого перечня главнейших обязанностей механика, он полностью отвечает за выполнение в срок ремонтных работ, за их качество, за безопасность проведения ремонтных работ и сохранность всего оборудования, инструмента, приспособлений, а также за состояние трудовой дисциплины.

Кроме того, как отмечалось выше, механик принимает участие в приемке деталей механизмов, газогенераторов, очистителей и трубопроводов, отремонтированных заводом, и в приемке судна в целом.

Поскольку на судне, кроме ремонта механического оборудования, производится ремонт корпуса, надстроек и т. д. и согласованность всех этих работ по судну лежит на производителе работ, механик обязан выполнять его распоряжения, а также и распоряжения заводского диспетчера (если он имеется).

Находящиеся в распоряжении механика бригадиры, кроме выполнения ими непосредственно части работы бригады, несут еще следующие обязанности: 1) техническое руководство порядком выполнения работы и безопасностью ее; 2) наблюдение за трудовой дисциплиной бригады; 3) ставят перед механиком вопрос о выдвижении и перемещении работников бригады.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО МОНТАЖУ

74. Газогенераторы

Основными дефектами судовых газогенераторов могут являться:

- 1) недостаточно плотное соединение отдельных частей газогенераторов и трубопроводов; особое внимание необходимо уделять уплотнению между верхней частью конуса и бункером, между нижней частью конуса и камерой горения и уплотнению зольниковой дверцы;
 - 2) пористость сварных швов генератора;
 - 3) прогорание, коробление и поломка колосников.
- Эти дефекты, своевременно не устраненные, могут привести к большим повреждениям всей установки или выходу ее из работы и, в частности, вызвать следующие неисправности:

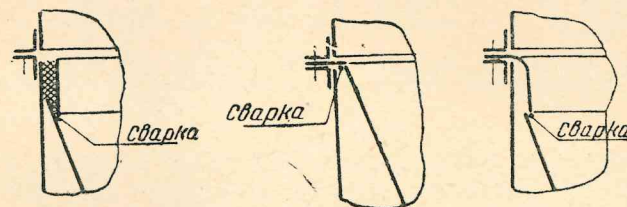


Рис. 192. Уплотнение (новый и старый тип)

- 1) прогорание стенок газогенератора (из-за плохого состояния уплотнений конуса как в верхней, так и нижней части); прогорание зольника вследствие неплотности его дверцы и т. п.;
- 2) разрушение топливника и, в частности, его керамической части.

Ремонт газогенераторов сводится в первую очередь к восстановлению плотности соединений его частей. Все фланцевые соединения его должны выполняться на асбестовых прокладках толщиной около 3 мм, причем прокладки не должны иметь разрывов и болты должны быть затянуты туго и равномерно. Рекомендуется затяжку противорасположенных болтов производить попарно. Уплотнение верхней части конуса, показанное на левой проекции рис. 192, должно быть произведено особенно тщательно с помощью асбеста.

Учитывая сложность этой работы, Московская судостроительная верфь предлагает другой тип уплотнения этой части газогенератора.

нератора, требующий более простого монтажа. Эти уплотнения производятся с помощью прокладки из асбеста, а не набивки его (рис. 192 — правая схема).

Уплотнения нижней части конуса газогенератора показаны на рис. 193. Их выполнение требует должной разметки отдельных деталей уплотнений и проверки их в отношении расположения. Это особенно важно при соединении верхней части конуса по типу, показанному на рис. 194.

Самая набивка делается из размоченного мелкого асбеста (она должна иметь вид густого теста).

Для обеспечения плотности дверцы зольника рабочая поверхность его и рабочая поверхность рамки должны быть выправле-

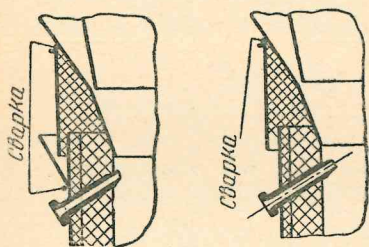


Рис. 193. Уплотнение генератора

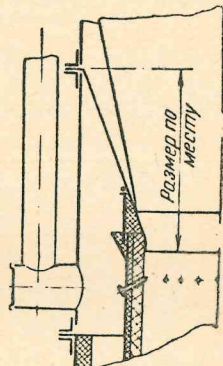


Рис. 194. Уплотнение генератора

ны и хорошо пригнаны. Прокладкой здесь обычно служит асбестовый шнур. Смотровой люк также требует хорошего уплотнения.

Пористые сварные швы должны быть заменены новыми с соответствующей переваркой и пробой плотности их с помощью керосина.

Прогоревшие части газогенератора должны быть заменены новыми. Керамиковые кольца, требующиеся для замены поврежденных, заказываются на специальных заводах. Основными требованиями при их заказе можно считать:

- 1) соблюдение заданных размеров;
- 2) температура плавления не ниже 1400—1450°;
- 3) отсутствие трещин, образования сплавов и выкрашивания при нагреве до этой температуры;
- 4) при нормальном повторном нагреве и остывании кольца не должны иметь повреждений, указанных в п. 3.

При невозможности получения керамиковых колец их можно заменить шамотным кирпичом. Требования в этом случае следующие: шамотный кирпич должен иметь температуру плавления не ниже 1500°; обработку его нужно производить точно по

форме топливника; швы между кирпичами должны быть минимальными (0,5 мм); кирпичи надо ставить на растворе огнеупорной глины или из мелкоразмолотого огнеупорного кирпича. Перед пробой топливник хорошо просушивается на очень легком огне в течение 4—5 часов.

Изготовление и ремонт футеровки газогенераторов типа ДКУРП производится следующим путем. К внутренней поверхности шахты топливника в шахматном порядке привариваются скобы для удержания футеровки. После прогрева шахты на котельном горне она с внутренней стороны обмазывается жидким раствором огнеупорной глины. Затем поверхность шахты забрасывается на половину высоты скоб комками смеси из двух частей огнеупорной глины и одной части песка пополам с дробленым огнеупорным кирпичом (размеры кусков 10—12 мм). После просушки этого первого слоя шахта прокаливается. Второй слой футеровки набрасывается на подогретую шахту; он состоит из огнеупорной глины (две части), песка (1/2 части) и отсева огнеупорного кирпича (одна часть); кроме того в эту смесь на каждую шахту добавляется около 5—6 кг графита, полученного от размолта старых графитовых тиглей. Эта футеровка шахты тоже просушивается и прокаливается. Последний облицовочный слой такого же состава, но с добавлением 5—6 кг жидкого стекла, кладется такой толщиной, чтобы закрыть скобы. После просушки трещины в облицовочном слое промазываются таким же составом. При повреждении футеровки во время эксплуатации она выправляется подмазкой того же состава.

Новые колосники, устанавливаемые взамен поврежденных, не должны прилегать вплотную к стенкам колосниковой рамы: здесь необходим зазор около 5 мм.

Порядок сборки газогенератора с обратным процессом сводится к следующему. После установки зольника на него укладываются колосники, затем ставится газовый пояс газогенератора. Между фланцами газового пояса и зольника кладется прокладка из асбестового картона толщиной 3—4 мм. Болты, скрепляющие эти части газогенератора, должны быть туго затянуты для обеспечения плотности соединения. После установки газового пояса на верхний фланец его на асбестовой прокладке толщиной 3—4 мм ставится диафрагма, отделяющая газовый пояс газогенератора от воздушного пояса его и служащая также для поддержания топливника (камеры сгорания), который ставится вместе с диафрагмой и закрепляется на ней раньше постановки последней на место. Соединение топливника с диафрагмой и последней с газовым поясом также производится на асбестовой прокладке, причем следует обратить самое серьезное внимание на плотность этих соединений. На поставленную диафрагму ставится воздушный пояс генератора. Внутри воздушного пояса устанавливается конус, об уплотнении которого говорилось выше, а затем ставится бункер.

75. Очистители, фильтры, газо- и воздухопроводы

Повреждениями этих частей газогенераторной установки обычно являются: 1) нарушение плотности соединений, 2) коррозия.

Восстановление плотности отдельных соединений производится так, как было указано выше. Мерой борьбы против коррозии очистителей являются металлизация их внутренней поверхности или покрытие масляной краской.

Трубопровод от газогенератора к очистителю, имеющий во время работы высокую температуру, должен иметь кожух из кровельного железа, отстоящий от газопровода примерно на 10 мм, с хорошим сообщением воздушного промежутка с атмосферой.

76. Регулировка газораспределения двигателей

Общие замечания. Регулировка двигателей, работающих на газообразном и легком жидком топливе, производится после каждого ремонта или смены изношенных частей. Особенностью для них является то обстоятельство, что

индицирование их в условиях практики не проводится.

Теоретическая диаграмма четырехтактного двигателя, работающего по циклу Отто, показанная на рис. 195, дает понятие о работе идеального двигателя, у которого: 1) при открытии клапанов мгновенно устанавливается давление, равное давлению атмосферы, 2) отсутствует теплообмен между газами и стенками и 3) сгорание происходит мгновенно, т. е. при постоянном объеме. Диаграмма действительного процесса показана на рисунке линиями со стрелками.

Разность площади $f_1 - f_2$ диаграммы дает в масштабе полезную работу. Целью регулировки двигателя является возможное увеличение полезной площади f_1 и уменьшение f_2 , что на практике выражается в стремлении:

- 1) уменьшить потери при ходе всасывания,
- 2) уменьшить потери при выпуске,
- 3) увеличить давление в конце сжатия и в конце горения.

Для уменьшения разрежения при всасывании:

- а) открытие впускного клапана производится после верхней мертвой точки;
- б) закрытие впускного клапана производится после нижней мертвой точки.

Для уменьшения повышенного давления при выпуске газа:

- а) открытие выпускного клапана должно производиться перед нижней мертвой точкой;

б) закрытие выпускного клапана может производиться после верхней мертвой точки.

В некоторых случаях выпускной клапан открывается и перед верхней мертвой точкой; выпускной и впускной клапаны близ верхней мертвой точки могут также некоторое время одновременно оставаться открытыми. Кроме правильности установки газораспределения двигателей, на повышение линии всасывания и понижение линии выпуска оказывает влияние сопротивление всасывающего и выпускного трубопроводов с расположенными на них устройствами.

Для повышения максимальной величины давления при горении поднимается давление сжатия до величины, допускаемой выбранным видом газового или легкого жидкого топлива и правильным выбором момента зажигания, так как сгорание газов практически не происходит мгновенно.

В газораспределении принимают участие следующие детали двигателей.

Клапаны, регулирующие поступление газов в цилиндр (всасывающий) и выход газов (выпускной) из цилиндра. Они размещаются либо в крышках цилиндров, либо в боковой клапанной коробке.

Клапанные пружины производят закрытие клапанов. Они должны быть достаточно сильными для того, чтобы быстро закрыть клапан и оказать препятствие открытию выпускного клапана во время хода всасывания. В зависимости от числа оборотов двигателя пружина рассчитывается на давление от 0,3 до 0,6 кг/см² поверхности клапанов для судовых двигателей автотракторного типа и доходит до 1 кг в двигателях глассеров (авиационного типа).

Ослабление пружины требует замены ее, так как это ведет к замедлению закрытия клапана и пропуску отработанных газов обратно в цилиндр.

Проверка необходимой жесткости пружины обычно производится путем их нагрузки определенной силой, которая должна дать указываемую заводом величину их сжатия. Например, пружина двигателя при нагрузке в 210 кг должна иметь 42 мм с допуском нагрузки в $\pm 5\%$. Эту величину в некоторых случаях возможно измерить с помощью динамометра и на собранном двигателе во время подъема клапана. При замене пружины рекомендуется ставить поршень цилиндра в положение, близкое к верхнему мертвому, что препятствует падению клапана внутрь цилиндра, а следовательно, предохраняет от излишней работы по разборке цилиндров.

Привод к распределительному валу обычно осуществляется с помощью зубчатых колес, расположенных на главном валу двигателя, распределительном валу, а иногда еще и на промежуточном. При большом количестве зубцов и малой их ширине перестановка зубчатого колеса распределительного вала относительно зубчатого колеса коленчатого вала дает очень небольшую дугу перемещения распределительного вала

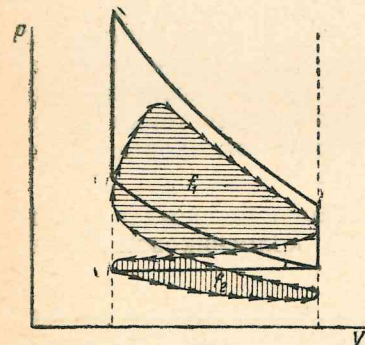


Рис. 195. Индикаторная диаграмма

относительно коленчатого. Положение колес собранного и отремонтированного двигателя обозначается керном или цифрами на зубцах колес.

Независимо от принятой схемы передаточного механизма от распределительного вала к клапанам, между его деталями предусматривается зазор, который необходим для устранения возможности неплотной посадки клапана при нагревании его стержня и передаточных тяг и для регулирования времени открытия и закрытия клапанов.

Примерная величина регулирующего зазора для моторов газодоводов:

Тип двигателя	Величина зазора
„Сталинец-60“ (газовый лигроиновый)	0,66—0,75 мм
СТЗ и ХТЗ	0,25—0,35 мм
МГ-17 и МГС-17	0,30 мм

Чрезмерно малые зазоры, кроме нарушения газораспределения, могут привести к невозможности закрытия клапанов, а большие — к вредным ударам. Кулачки имеют своим назначением своевременное открытие клапана, своевременное его закрытие и подъем на определенную высоту.

В соответствии с этими требованиями и выполняются их профили.

После длительной работы двигателя и износа клапанов, их гнезд, роликов или тарелок толкачей, а также износа кулачков, газораспределение двигателя нарушается главным образом вследствие:

а) изменения зазора между толкателем и кулачком распределительного вала. При износе рабочей части клапана и седла, а также при ремонте их зазор уменьшается; при износе шарнирного привода и толкателя с его роликом и тарелкой — увеличивается. При увеличении зазора время открытия клапана уменьшается, подъем запаздывает, посадка клапана производится раньше;

б) изменения формы кулачков вследствие их износа. Набегающая часть кулачка изнашивается быстрее, что приводит к запаздыванию открытия клапанов при почти том же моменте закрытия их; износ зубчатых колес передачи от коленчатого вала к распределительному также приводит к запаздыванию открытия клапана.

Первое нарушение газораспределения исправляется установлением зазора должной величины с помощью специальных регулировочных устройств; второе — в известной мере может быть исправлено поворотом на некоторую дугу распределительного вала относительно коленчатого в сторону набегающей поверхности роликов.

Регулировка зазора между клапанами и траверзой для двигателей СТЗ и ХТЗ производится с помощью отвертки и щупа, как это показано на рис. 196. Двигатели ЧТЗ требуют несколько иного способа проверки и установки зазора с помощью двух гаечных ключей и щупа, что видно из рис. 197, на котором по-

казано положение гаечного ключа для контргайки 1, гаечного ключа для регулирующей гайки 2 и щупа 3 для измерения зазора между клапаном и траверзой 4.

Проверку зазоров рекомендуется проводить не реже одного раза в шестидневку.

Предварительная сборка нового или малоизношенного двигателя сводится к установке распределительного вала по меткам на зубчатых колесах, установке зазоров между кулачком и толкателем заданных размеров с последующей проверкой моментов открытия и посадки клапанов.

В изношенных или не имеющих установочных кернов двигателях применяют другой прием. После постановки на место коленчатого и распределительного валов собирают клапаны и устанавливают должный зазор между толкателем и кулачком при снятии одного из передаточных зубчатых колес. Затем вращением распределительного вала подводят один из его кулачков набегающей поверхностью вплотную к толкателю (ролику и тарелке), фиксируя этим момент открытия клапана, а маховик двигателя ставят в положение, при котором, согласно таблице газораспределения или мет-

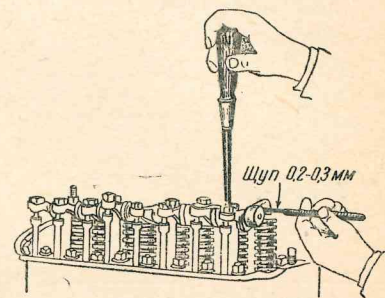


Рис. 196. Регулировка зазора между клапаном и траверзой

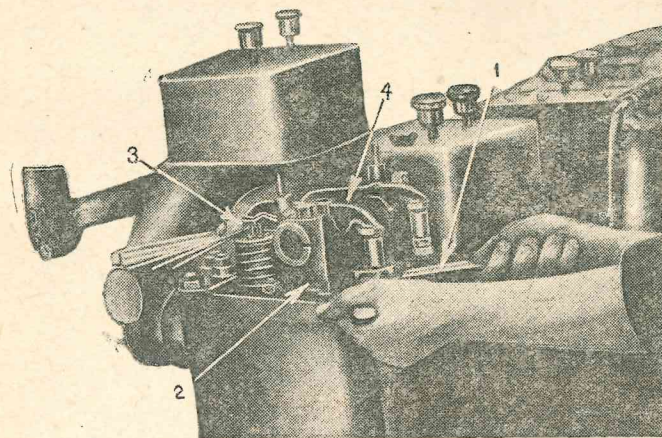


Рис. 197. Регулировка зазора между клапаном и траверзой

кам на маховике, должен начаться подъем клапана. Установка маховика производится по специальному указателю, прикрепленному к неподвижной части мотора и рискам на маховике.

Таким образом фиксируется относительное положение коленчатого и распределительного валов, после чего ставят снятую

передаточную шестерню на место. Наконец, производится проверка газораспределения на начало подъема клапанов и моменты их посадки.

На рис. 198 показаны отметки мертвых точек (м. т.) на маховике двигателей СТЗ и ХТЗ; указателем в этом случае служит риска у специального смотрового отверстия (смотровой люк).

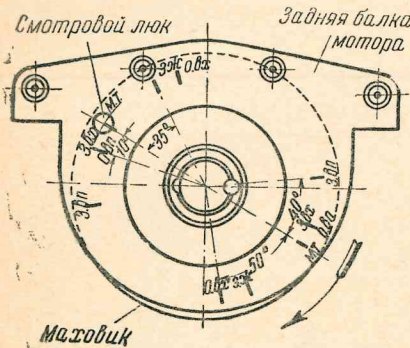


Рис. 198. Указатель на маховике двигателя СТЗ

Двигатель ЧТЗ (рис. 199) имеет отметки мертвых точек на цилиндрической поверхности маховика $\frac{ВМТ}{1-4}$ и указатель 2 из листовой стали.

Кроме отметок мертвых точек, на маховиках двигателей отмечают рисками также и основные моменты газораспределения —

начало подъема клапанов и моменты их закрытия, а также моменты зажигания. Для двигателей СТЗ и ХТЗ (рис. 198) отме-

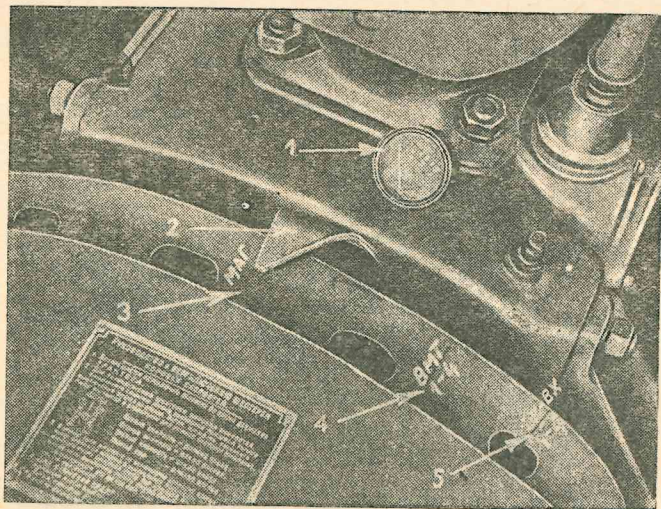


Рис. 199. Указатель на маховике двигателя ЧТЗ

чены: *М. Т.* — мертвые точки, *О. вл.* — открытие впускного клапана, *З. вх.* — закрытие выпускного клапана, *З. вл.* — закрытие впускного клапана, *О. вх.* — открытие выпускного клапана, *ЗЖ* — зажигание. На маховике двигателя ЧТЗ (рис. 199) видим отметки: $\frac{ВМТ}{1-4}$ — метки верхнего мертвого положения для первого и четвертого цилиндров, *МАГ* — момент зажигания.

В том случае, когда имеется необходимость определить угол начала подъема клапана, угол закрытия его или угол предварения зажигания [т. е. угол на маховике между риской мертвой точки (м.т.) и меткой для того или иного клапана], можно пользоваться следующей формулой:

$$\alpha = \frac{AB}{3,14 \cdot D} \cdot 360.$$

В этой формуле: α — угол в°, D — диаметр маховика в мм; AB — дуга между метками на маховике в мм (замеряемая гибкой линейкой по окружности).

Проверка зажигания производится на искру также по меткам на маховике (*Заг.*, *МАГ*) и указателю. При этой проверке свеча вынимается из цилиндра и кладется на цилиндр или картер (контакт на массу), затем вращают двигатель, наблюдая за совпадением момента проскакивания искры с совмещением указателя и риски на маховике, указывающей момент зажигания. Основные элементы газораспределения двигателей показаны в таблице.

Таблица 19
Газораспределение двигателей

Двигатель	Стал- нец-60	СТЗ ХТЗ	Л-6
Начало открытия всасывающего клапана после в. м. т.	10°	10°	13°
Конец закрытия всасывающего клапана до н. м. т.	42°	40°	46°
Начало открытия выпускного клапана до н. м. т.	35°	50°	34°
Конец закрытия выпускного клапана после в. м. т.	10°	10°	5°

77. Установка двигателя внутреннего сгорания в мертвое положение

Установка двигателя внутреннего сгорания в мертвые положения производится так (рис. 200): вынимают один из клапанов двигателя, компрессионный кран или свечу из цилиндровой крышки (или верхней части цилиндра) и укрепляют указатель *М*. В неподвижной точке станины или картера двига-

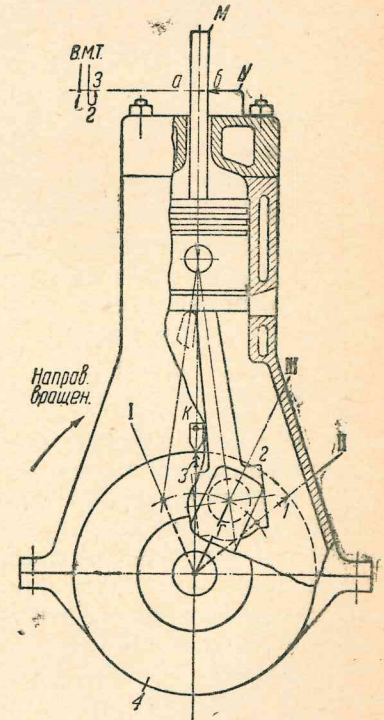


Рис. 200. Установка двигателя на мертвые точки

теля укрепляют указатель *K* у обода маховика. Через отверстие в верхней части цилиндра против указателя *N* опускают на поршень рейку или линейку *M*. Установка машины на мертвые точки с помощью этого приспособления сводится к следующим операциям.

1. Ставят колено вала, вращая его по ходу машины, в положение *I*, близкое к мертвому (не доходя на произвольный угол $\alpha = 15 - 20^\circ$).

2. Остановив машину в этом положении против указателя *N*, дают на рейке *M* риску *a* и против указателя *K* ставят риску *I* на маховике.

3. Вращают машину по ходу; при этом риска на линейке сначала поднимается над указателем (точка *b*), а затем начнет опускаться, и когда она будет находиться несколько ниже указателя, машину останавливают (положение *II*).

4. Очень медленно вращают машину в обратном направлении до полного совпадения риски *a* с острием указателя *b* и в момент совпадения их машину останавливают (положение *III*).

5. На маховике против острия указателя *K* ставят вторую риску (точка *3*).

6. Расстояние между рисками *1* и *3* на маховике делят пополам и ставят среднюю риску *2*.

7. Вращают машину до совпадения средней риски *2* с острием указателя *K*.

8. В момент совпадения этой риски на маховике с острием указателя *K* машина будет находиться в верхней мертвой точке.

9. Если большую дугу маховика между первой и третьей рисками разделить пополам и благодаря этому найти на нем риску *4*, то, подводя ее к острию указателя *K*, машину можно поставить в нижнее мертвое положение.

78. Проверка мотылевых и рамовых подшипников двигателя

Износ или повреждение шатунных и рамовых подшипников может привести к аварии двигателя, почему они требуют наблюдения и периодической проверки. Неправильная работа подшипников характеризуется глухими ударами при работе двигателя. Основным требованием к сборке подшипников с вкладышами является необходимость полной затяжки болтов и шплинтовка их, а необходимый зазор для масла между шейкой вала и вкладышами должен даваться прокладками между вкладышами. Этот зазор должен составлять нормально около 0,1 мм и не должен превосходить 0,25 мм. Об определении его сказано ниже. Практически для двигателей тракторного типа проверка величины зазора производится следующим путем.

Для проверки шатунных подшипников (двигатели СТЗ, ЧТЗ) открывают люк картера (рис. 201) и ставят колено вала *1* в верхнее положение при сжатии (второй такт). Затем, подкладывая стальной рычаг *3* под гайку шатунного болта *2*, подкачивают

им шатун; одновременно другой рукой пробуют, нет ли качки между шатуном и коленчатым валом.

Для проверки шатуна на отсутствие изменения тугой затяжки болтов перемещают шатун вдоль шейки и по затрачиваемой силе судят о величине затяжки.

У двигателя ЧТЗ стук рамовых подшипников хорошо прослушивается в нижней части картера. При проверке зазора рамовых подшипников этого двигателя коленчатый вал его ставят в положение, показанное на рис. 202, а затем производится проба с помощью ломика, как и для мотылевых подшипников.

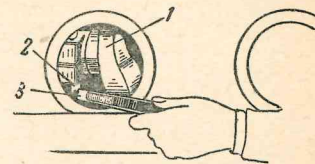


Рис. 201. Проверка зазора

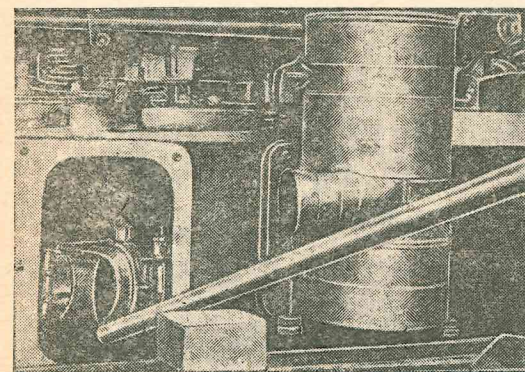


Рис. 202. Проверка зазоров в коренном подшипнике

Двигатели СТЗ и ХТЗ имеют шариковые подшипники. При износе этих подшипников появляется сильный глухой шум, а при ослаблении гнезда подшипника — удары. Эти неисправности шариковых подшипников требуют смены их.

79. Реверсивная муфта

Наиболее часто встречающиеся дефекты у реверсивных муфт:

1) нагревание муфты при переднем или заднем ходах;

2) муфта не обеспечивает свободного хода;

3) сильный износ фрикционных дисков и зубчатых колес.

Для устранения этих дефектов в работе муфты необходимо принимать во внимание следующие положения: 1) состояние отдельных частей муфты перед сдачей судна в ремонт, в частности, состояние фрикционных дисков, зубчатых колес и их осей, тормозной ленты и подшипников; 2) после ремонта всех деталей строго проверять качество сданной работы в отношении соблюдения правильности размеров и качества обработки; 3) правильную сборку и регулировку муфты. Перед выпуском судна из ремонта необходимо убедиться в том, что фрикционные диски при выключении вращаются свободно и что они хорошо очищены от возможных загрязнений.

В отношении регулировки работы муфты можно отметить следующее. Величина отвода рычага муфты регулируется степенью нажатия угловых рычажков на фрикционные диски. Установка положения рычага производится следующим путем: реверсивный рычаг ставится в положение *A* (рис. 157) с несильным нажимом

доотказа. Если рычаг идет очень свободно, то фрикционные диски не получают должного зажима. В этом случае установочную гайку 33 следует подать несколько вперед и снова опробовать действие рычага. В том случае, когда наблюдается необходимость в большом усилии для приведения в действие отводного рычага, гайка 33 слегка подается назад. После того, как будет найдено правильное положение регулировочной гайки, следует туго завернуть болт 34, который сильно нажмет при этом на шпонку, пригнанную по винтовой нарезке вала.

Тормозная лента устанавливается таким путем: реверсивному рычагу придается положение заднего хода. При этом плоские части штыкового рычага 35 должны нажимать друг на друга, а тормозная лента должна иметь достаточный охват барабана для загоразивания его. Если барабан при заднем ходе скользит, следует подтянуть гайку 36 до остановки барабана. Для того, чтобы избежать ослабления гайки 36, она должна быть зашплинтована.

При работе двигателя на задний ход гайки, крепящие тормозную ленту к фундаментной плите, следует отрегулировать так, чтобы между гайками и основанием тормозной ленты был зазор около 0,5 мм.

80. Упорный подшипник

Основными дефектами упорного подшипника во время работы являются:

1) сдвиг в осевом направлении вместе с корпусом вследствие слабого закрепления подшипника на фундаменте;

2) износ или неправильная установка деталей подшипника, воспринимающих упорное давление, следствием чего является сдвиг упорного вала в осевом направлении;

3) износ скользящего подшипника и его сильное нагревание.

Сдвиг упорного вала или упорного подшипника вместе с валом приводит к тяжелым последствиям — сильному износу зубчатых колес реверсивной муфты и т. д.

При сборке должно быть обращено самое серьезное внимание на крепление упорного подшипника на фундаменте. Во время работы газохода и перед сдачей его в ремонт прочность крепления упорного подшипника должна проверяться.

Для упорного подшипника очень ответственными деталями являются шариковые подшипники, воспринимающие силу упора винта. Внутренние рабочие детали их не должны иметь зазоров, и шарики их должны быть в хорошем состоянии. Для должной установки шариковых подшипников и устранения зазоров служат муфта 32 и фланец 30 (рис. 157).

Подшипники скольжения требуют хорошей пригонки шейки вала и рабочей поверхности вкладышей, что производится путем пришабровки вкладышей к мотылевой шейке вала на краску.

Основным правилом при сборке подшипников скольжения является следующее: крышка подшипника должна быть болтами

затянута натуго, а необходимый зазор для масла должны давать прокладки, расположенные между вкладышами. Величина зазора для масла дается в зависимости от размеров вала, степени обработки трущихся частей и числа оборотов.

Установка подшипника и проверка его работы производится так:

1) замечают положение гаек на накладке подшипника постановкой рисок или, при больших подшипниках (рамовых, мотылевых), записывая их положение, если на стопоре и гайке имеются деления и цифры;

2) отдают гайки, снимают верхнюю часть подшипника 2 (рис. 203);

3) кладут на шейку вала три отрезка свинцовой проволоки, имеющих диаметр несколько больший, чем предполагаемая величина зазора, как показано на рис. 203;

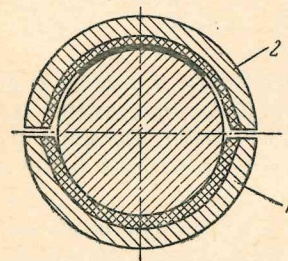


Рис. 203. Проверка подшипника

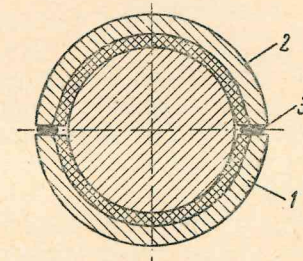


Рис. 204. Проверка подшипника

4) ставят верхнюю часть подшипника на место, затягивая гайки до их первоначального положения;

5) разобрав вновь подшипник, промеряют микрометром толщину смятой проволоки, которая покажет величину зазора. Уменьшением или увеличением толщины прокладок устанавливают необходимый зазор и вновь проверяют его величину указанным способом.

Другой способ выбора толщины прокладок (рис. 204) заключается в следующем:

1) разбирают верхнюю часть подшипника, снимают прокладки и на их место кладут свинцовую проволоку 3;

2) ставят на место верхнюю часть подшипника, натуго выбирая зазор между вкладышем и шейкой вала;

3) снимают верхний вкладыш и вынимают смятые проволоки 3;

4) по толщине смятых проволок находят необходимую толщину прокладки между вкладышами. Толщина прокладки будет равна средней толщине смятых проволок плюс величина зазора для масла.

Последний способ применяется обычно в случаях мягкого металла вкладышей.

81. Гребной винт и дейдвудный (гребной) вал

Гребной винт при эксплуатации может иметь повреждения лопастей — поломку или их изгиб. При таких повреждениях коэффициент полезного действия его сильно падает, судно не развивает должной скорости и сможет взять меньший буксирный воз.

Гребной винт соединяется с гребным валом на его конусе со шпонкой и крепится гайкой. Во время работы судна при плохом закреплении винта гайкой последняя может несколько отдалиться, следствием чего будут удары в линии валопроводов при перемене хода судна; возможна также потеря винта.

Дейдвудный вал должен входить в дейдвудную трубу с некоторым зазором, который в зависимости от диаметра вала принимают равным:

Диаметр вала в мм	50	75	100
Кольцевой зазор в мм	0,22	0,75	0,30

Гребной вал перед постановкой на место должен быть проверен на прямолинейность по оси и на соответствие размеров его чертежу. Особое внимание должно быть уделено хорошей пригонке его конической поверхности, на которую насаживается гребной винт.

Конусное отверстие гребного винта и конус гребного вала должны быть пригнаны на краску; кроме того необходимо обращать внимание на возможность натяга винта при его постановке (наличие зазора между галтелью вала и конусом винта). Посадка винта на гребной вал производится в холодном состоянии, причем перед постановкой винта конус гребного вала должен быть обязательно смазан.

При постановке гребного винта необходимо обращать внимание на должную затяжку гайки гребного винта и хорошее ее закрепление стопорными устройствами.

Набивку сальника дейдвудной трубы не следует туго поджимать; лучше, если через него будет в небольшом количестве просачиваться вода. Для сальника применяется пеньковая или хлопчатобумажная набивка, пропитанная в масле.

82. Проверка линии валов

После того как гребной вал установлен, по его фланцу устанавливают промежуточный вал (если он имеется) и затем упорный вал; к ранее установленной валовой линии присоединяется коленчатый вал главного двигателя. Проверку валовой линии судов нередко приходится производить и во время эксплуатации судна.

Как при установке двигателей, так и при эксплуатации отдельные части валов установки могут иметь следующие неисправности:

1) оси шеек валов могут быть параллельными, но не лежать на одной линии; такая неправильность носит название смещения валов;

2) оси валов располагаются под некоторым углом; это носит название излома валовой линии;

3) оба предыдущих случая могут иметь место одновременно.

При хорошо обработанных фланцах вала и достаточно больших диаметрах их проверка валовой линии производится в следующем порядке.

1. Проверка смещения валов:

а) Машину переводят в верхнее мертвое положение (верхний центр) и на неразобренных фланцах вала сверху ставят общую метку ab (рис. 205). Затем, не трогая машину, ставят совпадающие метки cd на вкладыше и валу.

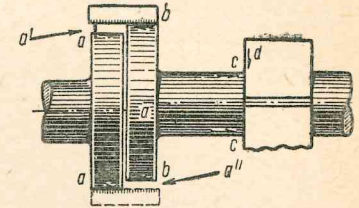


Рис. 205. Проверка вала на смещение

б) Машину переводят в нижнее мертвое положение и вновь проставляют сверху метку на фланцах ab и на валу против поставленной ранее метки на вкладыше d . Разделив пополам на валу у вкладыша расстояние между метками cc , найденными постановкой машины в мертвое положение, находят метки положения линии кривошипа перпендикулярно линии мертвых точек и ставят их на фланцах и на валу близ метки на вкладыше.

в) Поставив машину в верхнее мертвое положение (рис. 205), разобщают фланцы; к одному из них прикладывают линейку и щупом промеряют величину зазора a' , таким же образом промер производится снизу a'' . Проворачивают оба вала на полоборота (другой центр) и опять производят промеры таким же образом. Если величины, полученные промером $a'—a''$, одинаковы и расположены, как указано на рис. 205, это покажет, что один из валов просел.

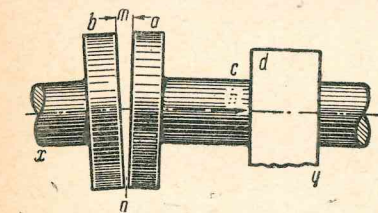


Рис. 206. Проверка линии вала на излом

Вращение вала в данном случае необходимо, так как иначе можно впасть в ошибку в случае неправильной обработки фланца (фланец «бьет»).

Если вал не просел, то зазор при вращении не перемещается к другому фланцу, и величина его не изменяется. Если же величина зазора между фланцем и линейкой изменилась, то это и при неправильно обработанном фланце укажет на проседание вала на величину полуразности зазоров. Таким же способом можно найти смещение осей валов и в горизонтальной плоскости по боковым меткам.

2. Вал на излом проверяется величиной зазора между фланцами сверху m и снизу n при установке машины в верхнее и нижнее мертвое положение (рис. 206).

Если зазоры m и n , будучи разной величины сверху и снизу, не изменяются при переводе машины в другое мертвое положение, то это указывает на излом валовой линии x — y . Таким же путем, промеряя зазоры по горизонтальным меткам, можно найти излом линии валов в горизонтальной плоскости.

Такой способ проверки излома валовой линии не отличается большой точностью, так как фланцы не всегда хорошо обработаны, а диаметр их недостаточно велик.

Чтобы с малым диаметром фланцев добиться более точных измерений, на фланцах вала у меток ставятся специальные скобки с указателями. Их назначение — избежать влияния плохой

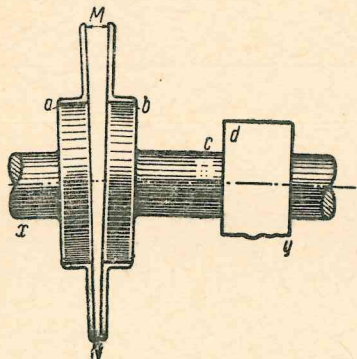


Рис. 207. Проверка на излом по скобкам

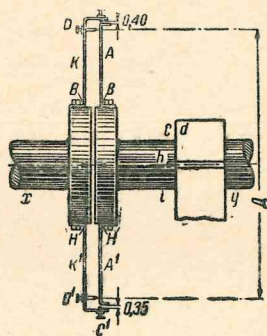


Рис. 208. Точная установка вала

обработки фланцев, с одной стороны, и как бы увеличить диаметр фланца — с другой.

Проверка со скобками ведется так же, как и в первом случае, только замеры производятся на концах скобок M и N (рис. 207).

Более точная работа по проверке валов производится следующим образом. На фланцах вала и на самом валу у вкладыша ставятся метки, как и в предыдущих случаях (рис. 208). Оба фланца получают две совпадающие метки BB и NN , расположенные под углом в 180° , а вал у вкладыша будет иметь четыре метки, расположенные под углом в 90° (c, h, i). На фланцевых метках показано верхнее и нижнее положение цифрами или буквами (B и H). На одном из фланцев, в зависимости от удобства наблюдения, устанавливаются скобки K и K' , которые имеют шпильки с контргайками C и D , а на другом фланце — скобки A и A' , входящие под острия шпилек первых скобок.

Для проверки смещения вала шпильки C и C' устанавливают с некоторым зазором к скобкам A и A' сначала по клинышку, а затем с уточнением положения вала по щупу. Записывают величину зазоров сначала при верхнем, а затем при нижнем мерт-

вом положении машины, устанавливая вал по метке на вкладыше. Для наглядности записи нередко производят мелом на переборке (рис. 209), т. е. проводят две окружности (для каждой пары скобок отдельно) и с внешней стороны ставят полученные значения промеров (сверху и снизу и с боков).

Рассмотрим на примере выявление величины смещения вала при конце работы, когда шпильки cc уже близко подведены к скобкам и промеры производятся щупом. Скобки $B—B$ показали сверху зазор в $0,40$ мм, а при повороте валов на 180° дали снизу $0,30$ мм, другая же пара скобок $H—H$, контрольная для этого случая, дала снизу зазор в $0,35$ мм, а сверху в $0,45$ мм. В обоих случаях мы имеем изменение зазора на $0,1$ мм. Это показывает, что вал x просел на $0,05$ мм (т. е. смещен в вертикальной плоскости на $0,05$ мм). Таким же образом определится положение валов в отношении смещения в горизонтальной плоскости. Предположим, что одна из скобок дала на правую сторону зазор в $0,55$ мм, а на левую $0,35$ мм; другая соответственно — $0,65$ мм и $0,45$ мм. Это значит, что вал сдвинут в сторону меньших показаний на полуразность: $0,55 - 0,35 = 0,20$ мм, или $0,65 - 0,45 = 0,20$ мм, т. е. на $0,1$ мм.

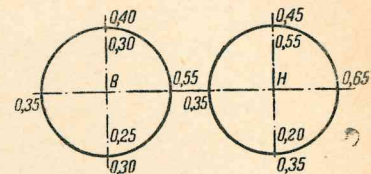


Рис. 209. Запись замеров на переборке

Для определения излома вала пользуются другой парой шпилек, т. е. D и D' . Самое определение излома и его величины проводится промером зазоров под указанными шпильками и постановкой машины в четыре положения по меткам на валу (излом в вертикальной и горизонтальной плоскостях). При этой проверке необходимо работать с двумя парами скобок, так как при вращении машины может случиться сдвиг вала в осевом направлении.

Для того чтобы получить правильное значение разности показаний сверху и снизу, следует: а) поставить машину в верхнее мертвое положение и заметить зазоры между шпильками D и D' и скобками A и A' и записать их; б) поставить машину в другое мертвое положение и вновь измерить показания сверху и снизу; в) сложить показания величины зазоров сверху, а затем и снизу, из большей величины вычесть меньшую и полученную разность разделить пополам. Найденная величина покажет разность зазоров в сторону большей суммы (вверх или вниз). Запись измерений можно производить на тех же окружностях, как и для проверки проседания вала, но внутри кругов.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГАЗОХОДОСТРОЕНИЯ

Рассмотрев подробно детали газогенераторных судовых установок, главные двигатели и условия их работы на судах, в заключение считаем необходимым дать краткую историю их развития. Двигатели внутреннего сгорания впервые появились во второй половине XIX столетия. Сперва они работали на светильном газе. Очень высокая стоимость его была основным препятствием для распространения этого нового вида двигателей с высоким коэффициентом полезного действия, небольшими габаритами и без парового котла. Конструкторская мысль того времени в отношении двигателей ставила основной задачей замену дорогого светильного газа более дешевым топливом, и эта задача была разрешена в двух направлениях:

- а) приспособлением двигателя для жидкого топлива,
- б) применением в качестве топлива газогенераторного газа и газа доменных печей.

С конца девятнадцатого столетия началось быстрое внедрение двигателей внутреннего сгорания в промышленность. Водный транспорт также не остался в стороне.

В десятых годах этого столетия в разных странах строились самые разнообразные газогенераторные суда. В частности, можно отметить английское грузовое судно „Holzapfel“ с двигателем мощностью 180 л. с. при 450 оборотах в минуту. Винт этого судна имел 120 оборотов в минуту; между двигателем и винтом был установлен гидравлический редуктор. Топливом служил антрацит.

В это же время в Англии был построен морской газоход „Archer“ водоизмещением 900 т с двигателем мощностью 300 л. с. при 200 оборотах. В качестве топлива для этого судна употребляли бурый уголь. Пуск двигателя осуществлялся сжатым воздухом, реверсирование — муфтой. В Бельгии в 1910 г. был построен буксир для р. Шельды мощностью 120 л. с. при 300 оборотах в минуту. Реверсивное устройство этого буксира — муфта; пуск производился сжатым воздухом.

В США в то время также имелись газогенераторные суда, из которых можно отметить буксир „Mary A. Sharp“ мощностью 75 л. с. и рыболовное судно „Superior“ с двигателем 50 л. с., пятидесяти сильный буксир и т. д.

К 1914 г. на Рейне работало около двенадцати германских газоходов большой мощности. Следует при этом иметь в виду, что передовая техника теплоходостроения тогда была на Волге, где к тому времени было около 25 буксирных и пассажирских теплоходов. В это время (1910—1912 гг.) отмечались даже случаи переделки в газоходы паровых речных судов (рис. 210).

Газогенераторные судовые установки того времени достигли довольно высокой степени совершенства. Они могли работать на

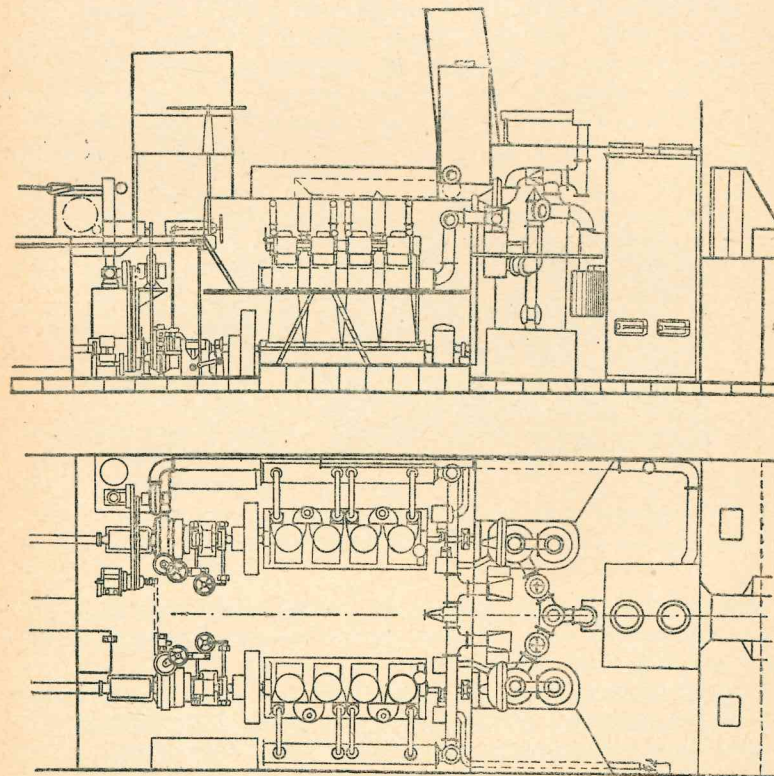


Рис. 210. Переделка парохода на газоход

буром угле, коксе, антраците. Мощность двигателей достигла 600 э. л. с.; они имели удачно разработанные системы непосредственного реверсирования и пуска сжатым воздухом и отличались значительно более легким весом по сравнению с дизелями. Например, вес двигателей газохода „Archer“ при 300 оборотах в минуту не превышал 11 кг/л. с. Однако, несмотря на это, газогенераторные судовые установки не выдержали конкуренции с судовыми двигателями, работающими на жидком топливе, и газоходостроение прекратилось.

Основной причиной прекращения газоходостроения явилось следующее обстоятельство: при слабом развитии авиации и ав-

тотранспорта, а также химической промышленности, жидкое топливо в то время имело невысокую стоимость. Наличие на судне газогенератора относительно больших размеров требовало специально выделенного человека для ухода за ним при незначительной экономии в стоимости топлива. Это ставило газоходы в невыгодное положение, и они уступили место теплоходам.

Некоторые газоходы того времени представляют значительный технический интерес и в настоящее время, в частности, реверсивные газовые двигатели большой мощности. Примером может служить четырехцилиндровый двигатель Дейц мощностью 400 э. л. с. Основные детали этого двигателя почти не отличались по конструкции от таких же деталей двигателя Дизеля, но являлись более легкими в связи с тем, что максимальные давле-

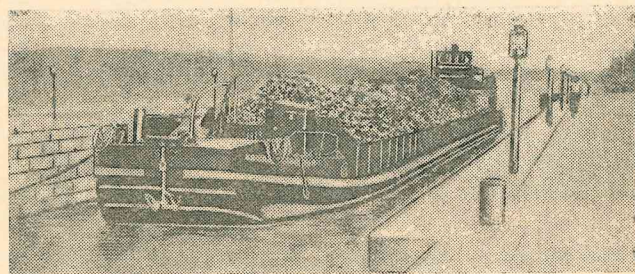


Рис. 211. Самоходная металлическая баржа с газогенераторной установкой

ния в цилиндре газового двигателя были несколько ниже, чем в дизельмоторах. Несколько газоходов успешно работало на Панамском канале (рис. 211).

После империалистической войны 1914—1918 гг. положение с нефтью и продуктами ее переработки резко изменилось. Нефть стали рассматривать как ценное сырье для химической промышленности; возросли во много раз потребности в бензине для авиации и автотранспорта. Это заставило многие страны, не имевшие своей нефти, обратить внимание на возможность замены в транспортных установках бензина генераторным газом. Вследствие этого появились газогенераторные автобусы, грузовики, тракторы и т. д. В ряде стран вновь началось газоходостроение, главным образом небольших судов.

В качестве примера можно привести итальянский двухвинтовой катер мощностью около 30 л. с. постройки 1926 г. Пуск двигателей производился на жидком топливе. Генератор обычного стационарного типа предназначен для газификации кокса и работает по прямому мокрому процессу.

В нашей стране большие запасы нефти. Однако применять нефть и ее погоны (керосин, бензин) в виде топлива рационально лишь в том случае, если для данных условий по техническим

соображениям применение твердого топлива невозможно, как, например, для авиации. Твердое топливо распространено почти по всей нашей стране, перевозка его не затрудняет транспорт, так как каждая область у нас имеет местные виды твердого топлива.

В этих условиях транспортные газогенераторные установки с значительно более высоким коэффициентом полезного действия сравнительно с паровыми, при меньшем весе и размерах, имеют очень большую ценность.

Особенно благоприятные условия для развития газогенераторных установок имеются на водном транспорте, где машинные отделения не так стеснены, как на тракторах и автомобилях, и есть неограниченное количество забортной воды для охлаждения и очистки генераторного газа.

Первый газогенераторный катер Наркомвода, построенный в 1931 г., имел судовой двигатель жидкого топлива и мокрый очиститель газа, рассчитанный для работы в судовых условиях, но фильтр тонкой очистки газа и газогенератор были взяты автомобильного типа.

Первые серии газоходов, выпущенных Наркомводом, уже имели всю установку для производства и очистки газа, рассчитанную на работу в судовых условиях, причем для газоходов приспособлялись тракторные двигатели ЧТЗ и СТЗ.

Основные мероприятия по приспособлению этих моторов для газоходов были рассмотрены выше. Большим дефектом первых серий наших газоходов является запуск их на жидком топливе с последующим переводом на работу генераторным газом. Этот недостаток устранен лишь в 1938—1939 гг. применением электростартерного пуска.

В 1939 г. была выпущена первая партия газовых судовых моторов, что является очень большим шагом вперед в развитии газоходостроения. Здесь можно отметить, что серийный выпуск судовых газовых двигателей в настоящий момент сосредоточен лишь в СССР. Двигатели завода имени Орджоникидзе имеют мощность 40—45 л. с. В ближайшее время будут выпускаться судовые газовые двигатели большей мощности.

Потребность в газоходах повышенной мощности с числом оборотов, соответствующим наивыгоднейшему числу оборотов винта, ставит сейчас новую задачу — создание специализированной судовой газогенераторной установки, могущей полностью удовлетворить всем потребностям речного флота СССР.

Несомненно, что и эта задача в ближайшее время также будет решена, несмотря на ряд значительных трудностей. Следует отметить, что в настоящее время в мировой практике есть лишь один газоход большой мощности — это речной буксир „Нагрен“ (рис. 212), работающий на коксе. Этот газоход имеет мощность 750—800 л. с. Газогенератор этого судна описан выше. Каждый двигатель газохода имеет мощность 350—415 л. с. при 400 оборотах в минуту. Для получения наивыгоднейшего числа оборо-

тов двигателя между гребными валами и двигателями помещены редукторы. Несмотря на большую мощность, реверсирование машин осуществляется с помощью механической реверсивной муфты.

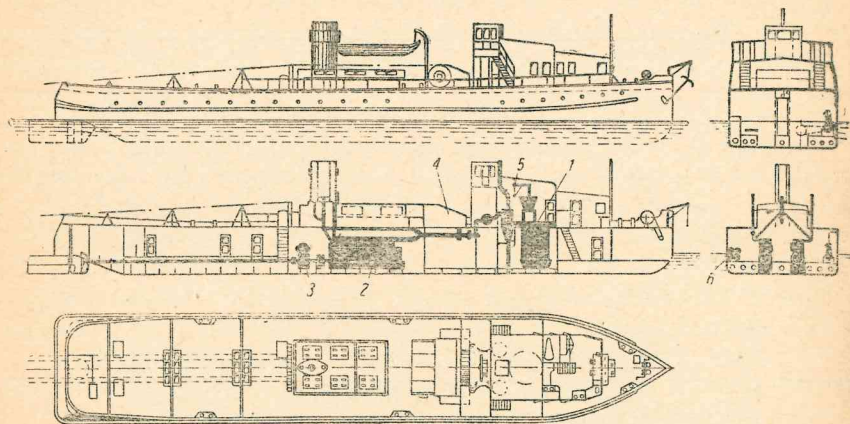


Рис. 212. Буксирный газоход „Нарпен I“: 1—газогенератор; 2—моторы; 3—редукторы; 4—вентиляторы; 5—загрузочное устройство; 6—пусковые баллоны сжатого воздуха

Приведенная небольшая историческая справка о применении двигателей внутреннего сгорания и газоходостроении дает достаточно ясную перспективу о дальнейшем развитии этих двигателей в СССР и наших задачах в деле их освоения.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Глава I. Общее понятие о судовой газогенераторной установке и назначении ее главнейших частей	
1. Газогенераторная судовая установка	5
2. Машинные вспомогательные механизмы	8
3. Палубные вспомогательные механизмы	9
4. Схема газогенераторной установки	10
Глава II. Краткие сведения из химии	
5. Тела однородные и неоднородные	14
6. Атомы. Тела простые и сложные	14
7. Химические явления. Химическая реакция. Закон сохранения вещества	15
8. Механическая смесь и химическое соединение	17
9. Атомные веса. Определение весового количества тела для химических реакций	18
10. Молекулярный вес	19
11. Химическая формула	19
12. Химическое уравнение	20
13. Основные виды химических реакций	22
14. Экзотермические и эндотермические реакции. Горение	22
15. Скорость химической реакции. Обратимые реакции. Химическое равновесие	25
Глава III. Топливо и его горение	
16. Виды топлива	27
17. Состав топлива	28
18. Горение топлива и его составных частей	29
19. Виды топлива, применяемые на судах для получения генераторного газа	32
Глава IV. Газогенераторы	
20. Газификация твердого топлива в газогенераторе прямого процесса	38
21. Работа газогенератора с обратным процессом газообразования	42
22. Коэффициент полезного действия газогенераторов и основные требования, предъявляемые к генераторному газу	45
23. Газогенераторы прямого процесса	49
24. Газогенераторы обратного процесса, работающие на древесной чурке	56
25. Газогенераторы, работающие на швырке	68
26. Приспособления для работы на швырке существующих чурочных газогенераторов	74
27. Охлаждатели и очистители газа	76

	Стр.
Глава V. Образование горючей смеси из генераторного газа и воздуха. Устройство смесителей	
28. Схема смесителя и его работа	90
29. Типы смесителей	91
Глава VI. Двигатели, работающие на генераторном газе	
30. Рабочий цикл двигателей	98
31. Охлаждение двигателя	104
32. Смазка	105
33. Устройство и работа двигателей СТЗ и ХТЗ	107
34. Газовый судовой двигатель НАТИ-ХТЗ (марка ГС)	114
35. Устройство и работа двигателей ЧТЗ „Сталинец-60“ и главнейшие его части	116
36. Вспомогательный двигатель Л-6-2	126
37. Газовые двигатели МГ-17 и МГС-17	128
Глава VII. Карбюраторы	
38. Назначение карбюратора и требования, предъявляемые к нему	137
39. Карбюраторы двигателей СТЗ—ХТЗ	139
40. Карбюратор для двигателя ЧТЗ	141
Глава VIII. Электрооборудование газоходов	
41. Устройство и принцип действия приборов для зажигания	145
42. Динамомашины	155
43. Электромоторы	160
44. Аккумуляторная батарея	161
45. Электрическая сеть и включение динамомашин, аккумуляторных батарей и потребителей энергии	164
Глава IX. Пуск двигателей	
46. Пусковые устройства двигателей	167
Глава X. Реверсивные муфты и редукторы	
47. Схемы реверсивных муфт	175
48. Редукторы	186
Глава XI. Движители	
49. Гребной винт	191
50. Дейдвудная труба	193
51. Гребные колеса	196
Глава XII. Машинные отделения газогенераторных судов	
52. Винтовой буксир МСВ	199
53. Винтовой буксирный газоход с установкой ЛС-2 Наркомлеса	199
54. Газоход типа МСВ-34 с бортовыми колесами	205
55. Заднеколесный буксир-толкач „Опыт“ с газогенераторной установкой 100 э. л. с.	205
56. Машинные отделения газоходов с пуском непосредственно на газе	208
57. Колесный буксирный газоход мощностью 120—140 э. л. с. с моторами МГС-17 (Р-2), работающий на швырке	212
Глава XIII. Уход за судовыми газогенераторными установками	
58. Подготовка газогенератора к действию	214
59. Подготовка и пуск двигателя	215
60. Уход за газогенераторной установкой во время действия	218
61. Проверка состояния газогенераторной установки на стоянке	221

	Стр.	
62. Уход за электрооборудованием газоходов	222	
63. Особенности ухода за газогенераторами, работающими на швырке	223	
64. Особенности ухода за газогенераторной установкой, работающей на антраците (газогенераторы типа ДКУРП)	224	
65. Уход за антрацитовым газогенератором во время его действия	224	
Глава XIV. Наиболее часто встречающиеся неисправности в работе газогенераторной установки, их причины и способы устранения		227
Глава XV. Ремонт газоходов		
66. Виды ремонта	237	
67. Организация судоремонта силами судовых команд	239	
68. Дефектные журналы	240	
69. Ремонтная ведомость	241	
70. Техническое нормирование (слесарно-монтажных работ)	244	
71. Организация ремонтных работ и осмотра механизмов во время эксплуатации	247	
72. Приведение судна в зимовочное состояние	248	
73. Приемка деталей механизмов и судна из ремонта	253	
Глава XVI. Краткие сведения по монтажу		
74. Газогенераторы	255	
75. Очистители, фильтры, газо- и воздухопроводы	258	
76. Регулировка газораспределения двигателей	258	
77. Установка двигателя внутреннего сгорания в мертвое положение	263	
78. Проверка мотылевых и рамовых подшипников двигателя	264	
79. Реверсивная муфта	265	
80. Упорный подшипник	266	
81. Гребной винт и дейдвудный (гребной) вал	268	
82. Проверка линии валов	268	
Глава XVII. Краткая история и перспективы развития газоходостроения		272

Отв. редактор Н. В. Мясников.

Подписано к печати 29/1 1941 г.

Л12583 Зак. тип. 3918. Форм. 6. 60×92¹/₁₆ 17¹/₂ п. л. 21,3 у.-ш. л. кол. зн. в'1 п. л. 48100. Тир. 3000

Типография Управления Делами СНК Союза ССР Москва, Ветошный пер. 2.