

С 151
90 Л.А.Осипов

СУДОВЫЕ ГАЗОСИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА РЕЧНОГО ФЛОТА СССР
МОСКВА 1950

C $\frac{151}{90}$

Л. Л. ОСИПОВ

**СУДОВЫЕ
ГАЗОСИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО МИНИСТЕРСТВА РЕЧНОГО ФЛОТА СССР
МОСКВА

1950

ПРЕДИСЛОВИЕ

Обслуживающий персонал и работники механико-судовых служб должны знать конструкции и принцип работы механизмов машинных отделений современных речных газоходов и правила их эксплуатации.

Цель настоящей книги — дать практические сведения о различных механизмах машинных отделений газоходов.

Часть сведений заимствована из технической литературы, перечень которой приложен в конце книги.

Объем книги не позволил рассмотреть все виды оборудования машинных отделений, поэтому автор ограничился только некоторыми.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность проф. Н. В. Шишакову и кандидату технических наук Н. А. Фурьянскому, давших ряд ценных указаний по данной книге.

Л. Осипов

Государственная
БИБЛИОТЕКА
СССР
им. В. И. Ленина

51-4673

73
604

Глава I

ТОПЛИВО, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ

§ 1. ВИДЫ ТОПЛИВА

Производительность генератора, состав и теплотворная способность газа, количество горючего в провале и т. п. при одинаковых условиях газификации зависят от состава и свойств применяемого топлива.

Особенное значение для процесса газификации имеют:

- а) теплотворная способность топлива;
- б) однородность размеров топлива, так как при применении несортированного топлива мелкие куски, имеющие большую поверхность соприкосновения, газифицируются быстрее крупных, вследствие чего увеличивается недожог, равномерная газификация затрудняется, качество газа ухудшается;
- в) количество золы в топливе и температура ее плавления, так как низкая температура плавления золы часто служит причиной плохой работы газогенератора;
- г) гигроскопичность золы; в генераторах с мокрым удалением золы вода может через слой последней подняться до зоны горения и понизить ее температуру;
- д) влажность топлива, так как для испарения влаги необходимо затратить определенное количество тепла за счет сжигания горючей части топлива;
- е) способность топлива сохранять свою форму при нагревании, так как некоторые виды топлива при газификации имеют свойство превращаться в мелочь, которая увеличивает сопротивление прохождению газов и вызывает неравномерную работу газогенератора;
- ж) реактивность — способность топлива к воспламенению и горению;
- з) активность топлива — скорость превращения CO_2 в окись углерода CO .

Для судовых газогенераторов применяются в качестве топлива антрациты, кокс, полукокс из журиных и черемховских углей, древесина, древесный уголь и торф.

Антрациты. Это наиболее старые по происхождению угли. Отличительной особенностью антрацитов является малое содержание в них летучих веществ.

В зависимости от величины кусков антрацита разделяются на сорта и марки, данные о которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сорт антрацита	Марка	Размеры кусков в мм
Плита	„АП“	Свыше 100
Крупный орех	„АК“	от 100 до 25
Мелкий орех	„АМ“	„ 25 „ 13
Семечко	„АС“	„ 13 „ 6
Зубок	„АЗ“	„ 6 „ 3
Штыб	„АШ“	„ 3 „ 0
Рядовой без плиты	„АРШ“	„ 100 „ 0
Семечко со штыбом	„АСШ“	„ 13 „ 0
Зубок со штыбом	„АЗШ“	„ 6 „ 0

Высокая теплотворная способность антрацитов при большом объемном весе (850—900 кг/м³) и незначительном содержании летучих веществ способствовала широкому их применению в судовых газогенераторных установках.

Недостатками антрацитов как сырья для получения генераторного газа является малая реакционная способность (температура воспламенения 700—800° Ц), низкая температура плавления золы, которая для большей части антрацитов лежит в пределах 1100—1250° Ц, и значительное содержание серы (1,5—3,0%).

Применяемые для газификации в судовых генераторах антрациты должны соответствовать техническим условиям ГОСТ 4578—49, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателя	1-й сорт	2-й сорт
Содержание золы (A^c) в % не более	7,0	10,0
Содержание серы ($S^c_{об}$) в % не более	1,0	1,5
Механическая прочность—индекс разбивания выше	70	65
Индекс термической стойкости выше	60	60
Температура плавления золы (t_3) в °Ц выше	1250	1250

Антрациты для газогенераторных автомобилей и тракторов по размерам кусков делятся на два класса: 25—13 мм и 13—6 мм.

Содержание мелочи (куски размером менее 6 мм) соответственно устанавливается: не более 5 и не более 8%.

Крупность кусков антрацита, применяемого для газификации в судовых генераторах, должна быть от 13 до 25 мм. Антрациты с размерами выше указанных необходимо разбивать и пропускать

через грохоты или сита сечением ячеек 12 × 12 мм. Топливо, прошедшее через сита или грохоты, для газификации непригодно.

Качественная приемка антрацитов выполняется по ГОСТ 4578—49.

Отбор проб и приготовление их для лабораторных испытаний производится по ОСТ 10602—39; содержание мелочи определяется по ГОСТ 1916—42, температура плавления золы—по ГОСТ 2057—43, механическая прочность и термическая стойкость—по ГОСТ 3846—47.

На каждую партию антрацита поставщик должен высылать потребителю сертификат с указанием номера вагонов, шахты, сорта, размеров кусков и результатов испытаний.

Металлургический кокс. При нагревании каменного угля способом сухой перегонки после удаления содержащихся в нем летучих веществ получают остаток, называемый коксом. По техническим условиям на поставку кокса для доменных печей содержание в нем серы, золы и влаги должно быть невелико.

Благодаря отсутствию в коксе летучих, высокой механической прочности, пористости и неспекаемости кокс является одним из лучших топлив для газогенераторов.

В табл. 3 приведены средние данные состава, теплотворной способности и прочности кокса, полученного из донецких углей.

Таблица 3

Влага в %	Углерод в %	Водород в %	Азот в %	Фосфор в %	Кислород в %	Сера в %	Зола в %	Механич. прочн. в кг/см ²	Теплотворная способность в ккал/кг
1	85,0	0,2	0,3	0,017	1,0	0,5	5,0	104	6700
2	87,0	0,4	0,4	0,0295	1,5	1,2	7,5	151	7000

Обычно для газогенераторов применяются отходы доменного кокса, так называемый коксик, крупностью кусков 10—25 мм.

В отличие от доменного коксика, литейный коксик трудно воспламеняется, не активен к реакции восстановления и для газификации не применяется.

Полукокс. Являясь продуктом сухой перегонки углей журицкого и черемховского месторождений, полукокс в послевоенное время получил широкое распространение на речном транспорте как топливо для судовых газогенераторных установок.

Обладая теплотворной способностью, близкой к теплотворной способности антрацитов (6720 ккал/кг), полукокс весьма хорошо удовлетворяет условиям, предъявляемым к газогенераторным топливам, являясь одновременно местным топливом для рек восточных бассейнов.

В табл. 4 приведены технические условия на поставку каменноугольного полукокса согласно ГОСТ 4597—49.

Таблица 4

Наименование показателей	Норма
Содержание влаги W^p в % не более	9,0
Содержание золы (A^c) в % не более	8,0
Содержание серы ($S^c_{об}$) в % не более	1,0
Выход летучих веществ V^2 в % не более	9,0
Размер кусков в мм	10—40
Содержание мелочи (куски размером менее 10 мм) в % не более	5,0
Температура плавления золы t_3 в °Ц не ниже	1100

Содержание видимой породы не должно превышать 1%. Недопал полукокса не допускается.

Определение содержания влаги (W^p), золы (A^c), серы ($S^c_{об}$) и выхода летучих веществ (V^2) производится по ГОСТ 147—41.

Древесное топливо. В транспортных газогенераторах широко применяется древесина, разделанная на чурки различных размеров.

Различают два вида пород древесины: лиственные (дуб, береза, бук, граб, липа, осина, ольха и пр.) и хвойные (сосна, ель, пихта и др.).

Химический состав различных древесных пород почти одинаков. Влажность древесины (свежесрубленного дерева) колеблется от 15 до 50% и выше. Теплотворная способность в зависимости от породы древесины меняется незначительно, причем хвойные породы, в древесине которых содержатся смолистые вещества, имеют несколько большую теплотворную способность, чем лиственные.

Древесное топливо для газогенераторов согласно ГОСТ 2720—44 разделяется на три группы:

- 1) береза, бук, граб, ясень, клен, вяз, ильм, лиственница;
- 2) сосна;
- 3) осина, ольха, липа, ель, кедр и пихта.

Такое деление древесины вызвано механическими свойствами древесного угля, получающегося при газификации, ибо недостаточная механическая прочность угля резко ухудшает процесс газификации.

Размеры чурки ГОСТом 2720—44 установлены следующие: длина — от 40 до 70 мм; толщина и ширина — от 30 до 60 мм.

К древесному топливу предъявляются следующие требования: в чурках не должно быть наружной и внутренней гнили; влажность не должна превышать 22% абс; не допускается загрязнение чурок песком, землей, опилками и пр. ГОСТом 2720—44 установлен насыпной вес кубического метра воздушно-сухой чурки из граба и ясеня—360 кг/м³, ольхи, осины, липы, пихты, кедра, ели—220 кг/м³; клена, бука, лиственницы, березы, вяза, ильма — 320 кг/м³.

Для перевода насыпного веса чурок в вес плотной массы древесины принят коэффициент 0,5.

Малое содержание золы (0,5—2%), отсутствие серы и легкая воспламеняемость являются достоинством древесного топлива. К недостаткам его относятся малый удельный вес и гигроскопичность.

Древесный уголь. Древесный уголь, отличаясь высокой активностью и небольшим содержанием золы, является одним из лучших видов топлива для газогенераторов.

При газификации древесного угля образуется газ высокой теплотворной способности.

В табл. 5 приведены данные о химическом составе и теплотворной способности древесных углей, полученных из различных пород древесины.

Таблица 5*

Порода древесины	Способ углежжения	Химический состав в % (на сухую массу)				Теплотворная способность в ккал/кг
		С	Н	О+N	Зола	
Береза	Ручной	84,84	2,94	8,00	1,22	7700
	Печной	75,04	3,49	19,33	0,90	6380
Сосна	Ручной	88,12	2,53	8,14	1,21	7650
	Печной	75,38	4,13	17,17	1,24	6500
Ель	Ручной	89,71	2,31	6,52	1,40	7750
	Печной	73,41	3,45	20,63	1,26	6210

Несмотря на перечисленные выше качества, древесный уголь как топливо для судовых газогенераторов не нашел широкого применения из-за следующих эксплуатационных недостатков: малого насыпного веса (127—184 кг/м³), гигроскопичности, малой механической прочности (9—25 кг/м²) и большого содержания пыли.

Кроме того, высокая стоимость и дефицитность древесного угля затрудняют широкое применение его для газификации.

Древесный уголь используется в судовых газогенераторных установках для следующих целей: а) в качестве заполнителя активной зоны газогенераторов опрокинутого процесса при первичном розжиге; б) для розжига рабочего топлива в газогенераторах прямого процесса, когда применение дров не допускается по санитарным условиям (пассажирские газоходы); в) в качестве насадки в некоторых конструкциях фильтров тонкой очистки.

В последнее время для розжига газогенераторов вместо древесного угля широко применяется полукокс из бурого угля или торфяной кокс, зарекомендовавшие себя вполне надежными заменителями древесного угля.

Торф и бурый уголь. Торф и бурый уголь получили практическое применение в газогенераторах транспортного типа в годы Великой Отечественной войны.

* И. И. Грибанов. Газогенераторное топливо, 1942 г.

Большое содержание золы, низкая температура ее плавления и пониженная механическая прочность торфа и бурого угля долгое время не позволяли газифицировать эти виды топлива в транспортных установках.

В результате проведенных исследований НАТИ нашел возможным рекомендовать для газификации в автотранспортных установках торф и бурый уголь, основные показатели которых не должны превышать величин, приведенных в табл. 6.

Таблица 6

Показатели	Наименование топлива	
	торф	бурый уголь
Зольность на сухую массу не более	12%	15%
Температура плавления золы не ниже	1300°C	1300°C
Содержание серы в горючей массе не более	—	1,5%
Влажность топлива на сухую массу не более	25%	22—32%
Размер кусков топлива	как чурки	40—60 мм

§ 2. ПЕРЕСЧЕТ СОСТАВА ТОПЛИВА ОДНОЙ МАССЫ НА ДРУГУЮ

Обычно качественные характеристики топлива приводятся на сухую или на рабочую массу. В практике же работы с различными видами топлива часто встречается необходимость определения органического состава и горючей массы топлива.

Так как состав твердого или жидкого топлива принято задавать в весовых процентах, его можно представить в виде следующей схемы¹:

C_o	H_o	O_o	N_o				= 100% — органический состав топлива
C_z	H_z	O_z	N_z	S_z^A			= 100% — горючий состав топлива, (где S_z^A — органическая и колчеданная сера)
C_c	H_c	O_c	N_c	S_c^A	A_c		= 100% — состав сухой массы
C_p	H_p	O_p	N_p	S_p^A	A_p	W_p	= 100% — рабочий состав топлива

Пересчет процентного содержания отдельных элементов топлива с одного состава на другой производится по табл. 7.

В зависимости от того, на какой состав топлива приходится подсчитывать теплотворную способность, различают теплотворную способность: органической массы (1 кг) — Q_o , горючей массы (1 кг) — Q_z , сухой массы (1 кг) — Q_c , рабочей массы (1 кг) — Q_p .

¹ А. С. Александров. Топливо речного флота, Речиздат, 1943 г.

Таблица 7

Заданная масса топлива	Искомая масса топлива (коэффициент, на который умножаются элементы заданной массы)			
	органическая	горючая	сухая	рабочая
Органическая	1	$\frac{100 - S_z^A}{100}$	$\frac{100 - (S_c^A + A_c)}{100}$	$\frac{100 - (S_p^A + A_p + W_p)}{100}$
Горючая	$\frac{100}{100 - S_z^A}$	1	$\frac{100 - A_c}{100}$	$\frac{100 - (A_p + W_p)}{100}$
Сухая	$\frac{100}{100 - (S_c^A + A_c)}$	$\frac{100}{100 - A_c}$	1	$\frac{100 - W_p}{100}$
Рабочая	$\frac{100}{100 - (S_p^A + A_p + W_p)}$	$\frac{100}{100 - (A_p + W_p)}$	$\frac{100}{100 - W_p}$	1

Примеры: $O_z = O_o = \frac{100 - S_z^A}{100}$,
 $A_p = A_c = \frac{100 - W_p}{100}$.

В общесоюзных стандартах теплотворная способность топлива приводится по калориметрической бомбе. Для перехода от теплотворной способности, полученной по бомбе, к высшей теплотворной служит формула:

$$Q_z^g = Q_z^b - (22,5S + 0,0015Q_z^b) \text{ ккал/кг.}$$

Теплотворная способность топлива по составу его горючей массы определяется по формуле, предложенной проф. Д. И. Менделеевым:

$$Q_z^g = 81C_z + 300H_z - 26(Q_z - S_z) \text{ ккал/кг.}$$

Низшая теплотворная способность топлива Q_p^h по данным высшей Q_z^g (на горючую массу) определяется по формуле:

$$Q_p^h = (Q_z^g - 54H_z) \frac{100 - (A + W_p)}{100} - 6W_p \text{ ккал/кг.}$$

Пересчет от высшей теплотворной способности к низшей производится по формулам:

$$\begin{aligned} \text{для органической массы } Q_o^H &= Q_o^B - 54 H_o \text{ ккал/кг} \\ \text{для горючей } Q_2^H &= Q_2^B - 54 H_2 \text{ ,,} \\ \text{для сухой } Q_c^H &= Q_c^B - 54 H_c \text{ ,,} \\ \text{для рабочей } Q_p^H &= Q_p^B - 6(9H_p + W_p) \text{ ккал/кг} \end{aligned}$$

Расчет низшей теплотворной способности сухого газа производится по формуле:

$$Q_c^H = 30,2 CO + 25,7 H_2 + 84,65 CH_4.$$

Глава II

ЖИДКОЕ ТОПЛИВО И СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

§ 3. ЖИДКОЕ ТОПЛИВО

Для запуска конвертированных на газ двигателей легкого топлива и для воспламенения рабочей смеси применяются различные сорта жидкого топлива. Технические характеристики его приведены в табл. 8.

Таблица 8

ГОСТ	Сорт масла				
	соляровое	дизельное автотракторное		моторное	
		„Л“	„З“	„М ₃ “	„М ₄ “
1666—42	305—42	1667—42			
Вязкость при 20°С:					
а) кинематическая в сст.	—	5,0—8,5	—	—	—
б) соответствующая ей условная в градусах Энглера	—	1,4—1,7	—	—	—
Вязкость при 50°С:					
а) кинематическая в сст.	2,8—9,0	—	34	57	68
б) соответствующая ей, условная, в градусах Энглера	1,2—1,75	—	5,0	7,5	9,0
Коксуемость по Конрадсону в % не более	—	0,1	3,0	3,5	4,0
Зольность в % не более	0,025	0,025	0,04	0,08	0,08
Содержание серы в % не более	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5
Содержание воды в % не более	Следы	Отсутствие	1,0	2,0	2,0
Температура вспышки по Бренкену в °С не ниже	125	—	—	—	—
Температура вспышки по Мартенс-Пенскому в °С не ниже	—	65	65	65	90
Температура застывания в °С не выше	—20	—10 —35	—5	—5	+5

Масло соляровое как топливо применяется для стационарных и транспортных двигателей специального назначения. Топливо дизельное автотракторное марки «Л» предназначается для быстроходных дизелей, при температуре воздуха не ниже —5° С, а марки «З» — при температуре воздуха не ниже —30° С.

Моторное топливо, применяемое в судовых двигателях, подразделяется на три марки: «М₃», «М₄» и «М₅», причем топливо марки «М₃» предназначается для бескомпрессорных двигателей со струйным распыливанием, с числом оборотов от 200 до 500 в минуту, мощностью менее 100 л. с. в цилиндре, марки «М₄» применяется в двигателях с числом оборотов менее 300, марки «М₅» — для бескомпрессорных дизелей со струйным распыливанием и мощностью более 100 л. с. в цилиндре.

Для двигателей, работающих на светлых топливах и конвертированных на газ, пусковым топливом является автомобильный бензин с технической характеристикой по ГОСТ 2084—46.

§ 4. СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Основное назначение смазки заключается в том, чтобы уменьшить трение между движущимися деталями и этим устранить их перегрев и быстрый износ. Однако для нормальных условий работы двигателя или механизма недостаточно, чтобы его трущиеся детали были во-время смазаны. Необходимо также, чтобы применяемое масло было соответствующего качества. Выбор сорта масла зависит от нагрузки на подшипники, рабочей температуры их и способа смазки.

Для смазки главных двигателей и компрессоров применяются масла, перечисленные в табл. 9.

Таблица 9

ГОСТ	1519—42	1519—42	1861—42		1862—42	
	Моторное „М“	Моторное „Т“	Компрессорное „М“	Компрессорное „Т“	Автол 6	Автол 10
Вязкость при 50°С:						
а) кинематическая в сст.	45—50	62—68	—	—	—	—
б) соответствующая ей условная в градусах Энглера	60—6,8	8,2—9	—	—	—	—
Вязкость при 100°С:						
а) кинематическая в сст.	—	—	8,5—14	15—21	5,0	9,6
б) соответствующая ей условная в градусах Энглера	—	—	1,7—2,2	2,3—3,0	1,4	1,8
Температура вспышки по Бренкену в °С не ниже	195	205	218	240	185	200
Температура застывания в °С не выше	—8	0	—	—	—17	—5
Содержание кокса в % не более	0,3	0,4	—	—	0,3	0,5
Содержание золы в % не более	0,02	0,04	0,03	0,03	0,01	0,025
Содержание механических примесей в % не более	0,007	0,007	0,007	0,007	Отсутствие следы	
Содержание воды	Отсутствие					
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие					

Моторные масла марок «М» и «Т» применяются для лубрикационной и циркуляционной смазки двигателей с числом оборотов не более 600 в минуту.

Компрессорное масло марки «М» служит для смазки одноступенчатых компрессоров низкого давления и двухступенчатых компрессоров среднего давления. Компрессорное масло марки «Т» предназначено для смазки многоступенчатых компрессоров высокого давления. Автол 6 применяется для смазки автомобильных двигателей зимой, весной и осенью; автол 10 — для смазки автомобильных двигателей летом.

Для смазки двигателей ЗДБ-ГД в летнее время применяются масла марок «МК» и «МС», а в зимнее — «МЗС».

Технические условия на масла указанных марок по ГОСТ 1013—41 приведены в табл. 10.

Таблица 10

Показатели	Марки масел		
	„МК“	„МС“	„МЗС“
Удельный вес d_4^{20} , не выше	0,905	0,895	0,890
Вязкость при 100°С:			
а) кинематическая в сст не менее	22,4	20,2	14,3
б) соответствующая ей условная в градусах Энглера не менее	3,15	2,9	2,25
Отношение кинематической вязкости в сст при 50°С к кинематической вязкости в сст при 100°С не более	8,75	7,85	6,55
Температура вспышки по Мартенс-Пенскому в °С не ниже	230	225	200
Разность температур вспышки по Бренкену и Мартенс-Пенскому в °С не более	20	20	20
Кислотное число в мг КОН на 1 г масла не более	0,1	0,07	0,25
Коксуемость по Конрадсону в % не более	0,7	0,3	0,35
Зольность в %, не более	0,004	0,003	0,003
Цвет по Дюбоску в мм, не менее	20	30	16
Температура застывания в °С не выше	-14	-11	-30
Содержание механических примесей	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Содержание воды	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Содержание селективных растворителей	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие

Для смазки динамомашин и электромоторов с кольцевой смазкой, установленных на газоходах с электрифицированными механизмами, применяются масла, перечисленные в табл. 11.

Веретенное масло марки «З» применяется для смазки подшипников быстроходных электромашин с числом оборотов от 1000 и выше в минуту.

Машинное масло марки «Л» служит для смазки трущихся деталей электромашин с числом оборотов 250—1000 в минуту.

Машинное масло марки «С» предназначено для смазки подшипников тихоходных электромашин с числом оборотов не более 250 в минуту.

ГОСТ	1837—42		1707—42	
	Веретенное „З“	Машинное „Л“	Машинное „С“	
Вязкость при 50°С:				
а) кинематическая в сст	19—23	29—33	41—53	
б) соответствующая ей условная в градусах Энглера	2,8—3,2	4,0—4,5	5,5—7,0	
Температура вспышки по Бренкену в °С не ниже	—	180	190	
Температура застывания в °С не выше	—	-15	-10	
Содержание механических примесей в % не более	—	0,007	0,007	
Содержание золы в % не более	0,007	0,007	0,007	
Содержание воды	—	Отсутствие	Отсутствие	
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие	—	—	

При наличии в механизмах подшипников качения, последние смазываются консистентными смазками (солидолами), марки и технические характеристики которых приведены в табл. 12.

Таблица 12

ГОСТ	В-1033—42	
	Солидол жировой „Л“	Солидол жировой „М“
Содержание мыла в % не более	11	14
Температура каплепадения по Уббелюде в °С не ниже	65	75
Панетрация по Ричардсону при 25°С	230—290	190—230
Содержание воды в % не более	2,5	2,5
Содержание свободных щелочей в % не более	0,2	0,2
Содержание механических примесей, нерастворимых в соляной кислоте и несгораемых, в % не более	0,1	0,15

Солидол марки «Л» применяется для легконагруженных подшипников при среднем и выше среднего числе оборотов с температурой рабочей поверхности подшипника до 50°С.

Солидол марки «М» предназначен для смазки подшипников с повышенной нагрузкой при небольшом и среднем числе оборотов с температурой рабочей поверхности подшипников до 60°С.

ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПРОЦЕССОВ ГАЗИФИКАЦИИ И ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ РАСЧЕТЫ ГЕНЕРАТОРОВ

§ 5. ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПРОЦЕССОВ ГАЗИФИКАЦИИ

Газификация твердого топлива осуществляется по прямому, горизонтальному и опрокинутому (обратному) процессам.

На рис. 1 представлена схема газогенератора, работающего по прямому процессу газификации.

Воздух или смесь воздуха и пара поступает под колосниковую решетку. Топливо, расположенное на колосниковой решетке, окисляется (горит) и выделяет продукты горения.

Эту часть слоя топлива обычно называют зоной горения или окисления.

В результате энергичного выделения тепла при горении топлива температура в этой зоне достигает $1100\text{--}1300^\circ\text{C}$.

При разрежении, создаваемом двигателем или эксгаустером, газ поднимается вверх в так называемую зону восстановления. В этой зоне под действием раскаленного углерода топлива происходит частичное восстановление углекислоты в окись углерода и образование свободного водорода.

В результате реакций, протекающих с поглощением тепла, в зоне восстановления температура составляет $900\text{--}1100^\circ\text{C}$.

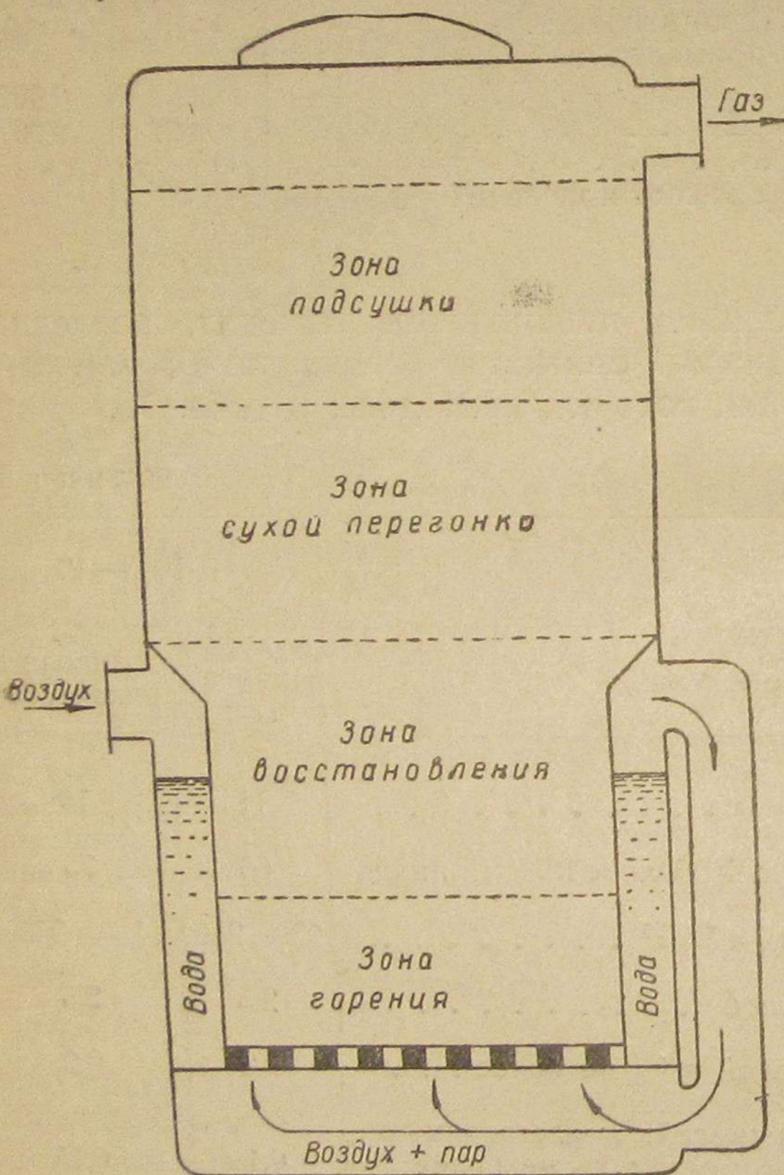


Рис. 1. Схема газогенератора, работающего по прямому процессу газификации

Зоны горения и восстановления составляют активную зону газификации.

Продукты газификации, поднимаясь выше, нагревают вышележащее топливо до $400\text{--}600^\circ\text{C}$, вследствие чего происходит выделение углеводов и смол. Эта часть слоя топлива носит название зоны сухой перегонки.

Над зоной сухой перегонки расположена зона подсушки, проходя которую, горячие газы, нагревая топливо, увлекают влагу, чем и достигается подсушка топлива.

При газификации по прямому процессу получается газ, состоящий из продуктов газификации, сухой перегонки и паров воды. Продукты сухой перегонки повышают калорийность генераторного газа, однако для двигателей внутреннего сгорания наличие в газе смолистых веществ затрудняет газификацию топлива с большим содержанием летучих по прямому процессу.

Поэтому в судовых газогенераторах, работающих по прямому процессу газификации, применяется бессмольное топливо, т. е. антрацит, кокс, полукокс и древесный уголь.

Горизонтальный процесс газификации получил сравнительно большое распространение в автотранспортных генераторах.

В отличие от прямого процесса при горизонтальном процессе зоны газобразования, горения и восстановления располагаются вертикальными слоями, а топливо перемещается сверху вниз, в результате чего происходит пересечение направления потока газа и топлива.

В этом случае активная зона проходит вдоль плоскости подвода воздуха в шахту генератора, а зоны сухой перегонки и подсушки расположены над нею.

На рис. 2 показана схема газогенератора, работающего по горизонтальному процессу газификации.

В газогенераторах горизонтального процесса, работающих совместно с двигателями внутреннего сгорания, газифицируется бессмольное топливо — древесный уголь, кокс, антрациты и т. п.

При газификации топлива с большим содержанием смолистых веществ применяются газогенераторы опрокинутого процесса.

Опрокинутый процесс получил большое распространение в судовых газогенераторах вследствие небольшого веса и простоты конструкции генератора, а также возможности загрузки топлива в шахту без использования сложных загрузочных устройств.

На рис. 3 показана схема газогенератора, работающего по опрокинутому процессу газификации.

Воздух через фурмы, расположенные по периметру шахты, поступает в среднюю часть генератора, а газ отсасывается снизу.

В плоскости подвода воздуха топливо сгорает, образуя зону горения. В результате горения топлива температура в зоне достигает $1300\text{--}1400^\circ\text{C}$, отчего расположенный непосредственно над зоной слой топлива нагревается и выделяет продукты сухой перегонки.

Над зоной сухой перегонки расположена зона подсушки.

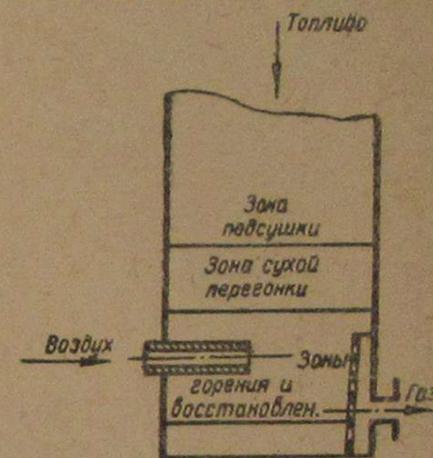


Рис. 2. Схема газогенератора, работающего по горизонтальному процессу газификации

Вследствие разрежения, создаваемого двигателем, продукты, полученные в зонах подсушки и сухой перегонки, проходят зоны горения и восстановления.

В этих зонах под действием высоких температур и контакта с кислородом и раскаленным углеродом происходит сложный процесс сгорания, крекинга и газификации продуктов сухой перегонки и подсушки, в результате чего получается газ, свободный от смолистых веществ.

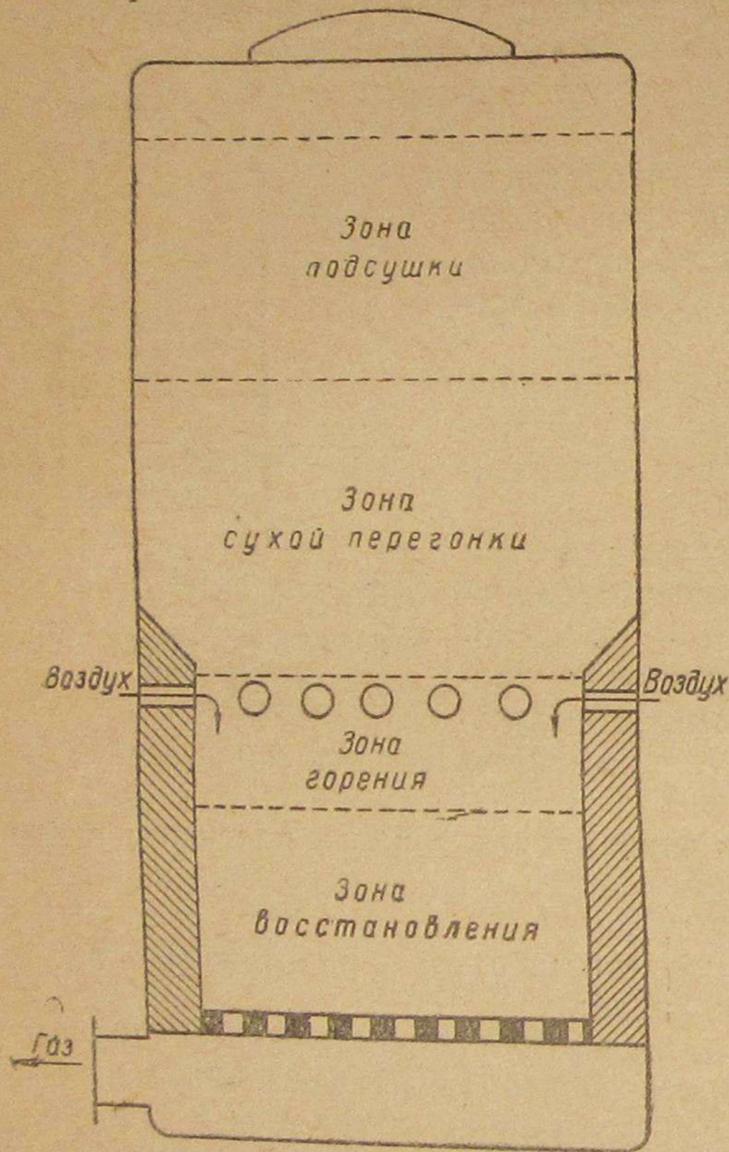


Рис. 3. Схема газогенератора, работающего по опрокинутому процессу газификации

Материальный баланс. Материальный баланс учитывает выход газа из 1 кг топлива, количество воздуха и пара, расходуемого на газификацию.

Материальный баланс составляется по заданному составу рабочего топлива. Он состоит из приходных и расходных статей.

Методика расчета иллюстрируется следующим примером.

ПРИХОДНЫЕ СТАТЬИ

Топливо, поступающее в газогенератор на рабочую массу:

$$C_p + H_p + O_p + S_p + A_p + W_p = 100\%$$

§ 6. СОСТАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОГО И ТЕПЛОВОГО БАЛАНСОВ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Расчет газогенераторов прямого, горизонтального или опрокинутого процессов газификации складывается из составления материального и теплового балансов и конструктивного расчета.

Материальный и тепловой балансы для транспортных газогенераторов составляются на 1 кг топлива или на 100 кг молей.

Ниже приводится общая методика составления материального и теплового балансов и конструктивных расчетов генераторов прямого, опрокинутого и горизонтального процессов газификации.

или, в килограммах:

$$C_p + H_p + O_p + S_p A_p + W_p = 1,000 \text{ кг.}$$

Принимаем, что топливом для газификации является антрацит марки «АМ» следующего элементарного состава:

$$\begin{aligned} C_z &= 93,5\% & S_z^0 &= 1,9\% \\ H_z &= 1,8\% & A_c &= 11,5\% \\ O_z &= 1,8\% & W_p &= 5,0\% \\ N_z &= 1,0\% & Q_p^H &= 6710 \text{ ккал/кг топлива} \end{aligned}$$

Так как в газогенератор поступает рабочее топливо, то производим перерасчет элементарного состава на рабочую массу по формулам:

$$\begin{aligned} A_p &= A_c \frac{100 - W_p}{100} = 11,5 \frac{100 - 5}{100} = 10,9\%; \\ C_p &= C_z \frac{100 - (A_p + W_p)}{100} = 93,5 \frac{100 - (10,9 + 5)}{100} = 78,64\%; \\ H_p &= H_z \frac{100 - (A_p + W_p)}{100} = 1,8 \frac{100 - (10,9 + 5)}{100} = 1,51\%; \\ O_p &= O_z \frac{100 - (A_p + W_p)}{100} = 1,8 \frac{100 - (10,9 + 5)}{100} = 1,51\%; \\ N_p &= N_z \frac{100 - (A_p + W_p)}{100} = 1,0 \frac{100 - (10,9 + 5)}{100} = 0,84\%; \\ S_p &= S_z^0 \frac{100 - (A_p + W_p)}{100} = 1,9 \frac{100 - (10,9 + 5)}{100} = 1,6\%. \end{aligned}$$

Следовательно, состав поступающего в газогенератор топлива на рабочую массу будет следующий (в %):

$$\begin{aligned} C_p &= 78,6 \\ H_p &= 1,51 \\ O_p &= 1,51 \\ N_p &= 0,84 \\ S_p &= 1,6 \\ A_p &= 10,9 \\ W_p &= 5,0 \end{aligned}$$

Содержание водорода (H_s) и кислорода (O_s) во влаге топлива:

$$H_s = \frac{W_p}{9} = \frac{5,0}{9} = 5,5 \frac{\text{г водорода}}{\text{кг топлива}}$$

и

$$O_s = W_p - H_s = 5,0 - 5,5 = 44,5 \frac{\text{г кислорода}}{\text{кг топлива}}$$

2*

Состав генераторного газа при 0° Ц и 760 мм рт. ст.

$$\text{CO}_2 + \text{O}_2 + \text{CO} + \text{H}_2 + \text{CH}_4 + \text{N}_2 = 100\%$$

или в килограммах:

$$\text{CO}_2 + \text{O}_2 + \text{CO} + \text{H}_2 + \text{CH}_4 + \text{N}_2 = 1,000 \text{ кг.}$$

Состав сухого генераторного газа принимаем следующий (в объемных процентах):

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= 6,0 \\ \text{CO} &= 27,0 \\ \text{H}_2 &= 14,0 \\ \text{CH}_4 &= 0,6 \\ \text{H}_2\text{S} &= 0,2 \\ \text{N}_2 &= 52,0 \end{aligned}$$

Выход сухого генераторного газа из 1 кг топлива:

$$V_2^c = \frac{C_p - (C_y + C_n + C_{ш})}{0,536(\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4)} \frac{\text{нм}^3}{\text{кг топлива}}$$

Принимая, что потери углерода в уносе, провале и шлаке составляет 3%, и подставляя в формулу принятые значения, получим:

$$V_2^c = \frac{78,64 - 3}{0,536(6 + 27,0 + 0,6)} = 4,2 \frac{\text{нм}^3}{\text{кг топлива}}$$

Количество воздуха, необходимое для газификации 1 кг антрацита:

$$V_a = \frac{N_2^c V_2^c - \frac{N_p^T}{1,251}}{N_2^a} = \frac{52 \times 4,2 - \frac{0,84}{1,251}}{79} = 2,75 \frac{\text{нм}^3}{\text{кг топлива}}$$

где:

N_2^c — содержание азота в газе;

N_p^T — содержание азота в рабочем топливе;

N_2^a — содержание азота в воздухе;

V_2^c — выход газа из 1 кг топлива;

1,251 — вес 1 м³ азота (при 0° Ц и 760 мм рт. ст.).

Расход воздуха в кг на 1 кг газифицируемого топлива:

$$G_a = V_a \times 1,293 = 2,75 \times 1,293 = 3,55 \frac{\text{кг воздуха}}{\text{кг топлива}}$$

где 1,293 — вес 1 нм³ воздуха (при 0° Ц и 760 мм рт. ст.).

Водяной пар, расходуемый на 1 кг газифицируемого топлива:

$$\begin{aligned} W_{в.п.} &= 806 V_2^c - \frac{H_2 + 2\text{CH}_4}{100} - (9H_p + W_p) = 806 \times \\ &\times 4,2 - \frac{14 + 2 \times 0,6}{100} (9 \times 15,1 + 50) = 330 \frac{\text{г пара}}{\text{кг топлива}} \end{aligned}$$

Содержание в нем водорода:

$$\frac{330}{9} = 36,7 \frac{\text{г водорода}}{\text{кг топлива}}$$

и кислорода:

$$330 - 36,7 = 293,3 \frac{\text{г кислорода}}{\text{кг топлива}}$$

РАСХОДНЫЕ СТАТЬИ

1. Весовое содержание химических элементов в 1 нм³ генераторного газа.

Содержание углерода:

$$\begin{aligned} \text{C} &= 0,536(\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4) V_2^c = 0,536(0,06 + 0,27 + 0,006) \times 4,2 = \\ &= 0,756 \frac{\text{кг}}{\text{кг топлива}} \end{aligned}$$

Содержание водорода:

$$\begin{aligned} \text{H} &= 0,895(\text{H}_2 + 2\text{CH}_4) V_2^c = 0,895(0,14 + 2 \times 0,006) \times 4,2 = \\ &= 0,570 \frac{\text{кг}}{\text{кг топлива}} \end{aligned}$$

Содержание кислорода:

$$\begin{aligned} \text{O}_2 &= 1,429(\text{CO}_2 + \text{O}_2 + 0,5\text{CO}) V_2^c = 1,429(0,06 + 0,02 + 0,5 \times 0,27) \times \\ &\times 4,2 = 1,182 \frac{\text{кг}}{\text{кг топлива}} \end{aligned}$$

Содержание азота:

$$\text{N}_2 = 1,251 N_2 V_2^c = 1,251 \times 0,52 \times 4,2 = 2,732 \frac{\text{кг}}{\text{кг топлива}}$$

Содержание серы:

$$\text{S}_2 = 1,429 \text{H}_2 \text{S} V_2^c = 1,429 \times 0,002 \times 4,2 = 0,012 \frac{\text{кг}}{\text{кг топлива}}$$

Вес сухого генераторного газа, полученного из 1 кг топлива:

$$G_z = C + H_2 + O_2 + N_2 + S_2 = 0,756 + 0,057 + 1,18 + 2,732 + 0,012 = 4,743 \frac{\text{кг}}{\text{кг топлива}}$$

2. Содержание влаги в газе:

$$W_z = \frac{W_p + 9H_p}{100V_z^c} = \frac{0,806(H_2 + 2CH_4)}{100} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Весовое содержание влаги в газе на 1 кг топлива:

$$W_{H_2O} = V_z^c W_z \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

В приложениях 1—4 приведены теплосодержание и теплоемкости водяного пара, углекислоты, кислорода, азота и окиси углерода, необходимые для расчетов газификации твердого топлива.

3. Весовое содержание золы дается в составе топлива на рабочую массу.

4. Вес механических потерь, как указывалось выше, составляет 3—5% от веса газифицированного топлива.

По приходным и расходным статьям составляется материальный баланс.

По закону сохранения материи количество веществ, затраченных на газификацию 1 кг топлива, должно быть равно количеству веществ, полученных после газификации.

Обычно неувязка, получаемая в результате неточности расчета или анализа топлива и газа, не должна превышать 1%. Ниже приводится материальный баланс на 1 кг антрацита.

ПРИХОДНЫЕ СТАТЬИ

вес рабочей массы топлива	1,000 кг
вес сухого воздуха	3,550 "
вес водяного пара	0,330 "

Итого: 4,880 кг

РАСХОДНЫЕ СТАТЬИ

вес сухого генераторного газа	4,743 кг
вес влаги в газе (условно)	0,000 "
вес золы	0,109 "
вес механических потерь (унос, провал, шлак)	0,023 "

Итого: 4,875 кг

Неувязка $4,880 - 4,875 = 0,005$ кг не превышает 1%, т. е. находится в пределах точности вычислений.

Тепловой баланс газогенератора. Тепловой баланс учитывает количество и характер тепловых потерь и определяет коэффициент полезного действия газогенератора.

Тепловой баланс состоит из приходных и расходных статей:

ПРИХОДНЫЕ СТАТЬИ

Теплотворная способность топлива $Q_p'' = 6710 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$ (см.

материальный баланс, элементарный состав топлива). Количество тепла, вносимое в газогенератор топливом, определяется по формуле:

$$Q_m = G_m C_m t_m = 1,0 \times 0,3 \times 20 = 6 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

где:

$G_m = 1$ кг — вес антрацита;

$C_m = 0,3 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$ — теплоемкость антрацита;

$t_m = 20^\circ \text{Ц}$ — температура антрацита, поступающего в газогенератор.

Теплосодержание воздуха, поступающего в газогенератор,

$$Q_s = G_s C_s t_s = 3,55 \times 0,24 \times 55 = 47 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

где:

$G_s = 3,55 \frac{\text{кг}}{\text{кг топлива}}$ — количество воздуха, необходимое для газификации 1 кг антрацита;

$C_s = 0,24 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$ — теплоемкость воздуха;

$t_s = 55^\circ \text{Ц}$ — температура воздуха (в смеси с паром).

Тепло, вносимое в газогенератор водяным паром:

$$Q_n = W_n (C_n t_n + 600) = 0,330 (0,48 \times 55) + 600 = 206 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

где:

$C_n = 0,48 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$ — теплоемкость водяного пара;

$t_n = 55^\circ \text{Ц}$ — температура смеси водяного пара и воздуха;

$W_n = 0,330 \frac{\text{кг пара}}{\text{кг топлива}}$ — удельный расход водяного пара (см. материальный баланс);

$600 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$ — теплосодержание пара при 0°Ц .

Общий приход тепла:

$$\Sigma Q_{пр} = Q_p^* + Q_m + Q_v + Q_{вод.пара} = 6710 + 6 + 47 + 206 =$$

$$= 6969 = \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

РАСХОДНЫЕ СТАТЬИ

Химическая теплота газа, получаемая в результате газификации 1 кг топлива:

$$Q_2^* = Q_2^* V_2^c = 1235 \times 4,2 = 5187 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

Физическая теплота газа при его температуре на выходе из генератора $t_2 = 600^\circ \text{Ц}$ и средней его теплоемкости

$$C_p = 0,33 \frac{\text{ккал}}{\text{нм}^3 \text{газа}} \text{ равна:}$$

$$Q_2^\phi = C_p V_2^c t_2 = 0,33 \times 4,2 \times 600 = 834 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

Содержание влаги в газе условно принимаем равным нулю. Химическая теплота уноса при теплотворной способности углерода, равной $8137 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$, составляет:

$$Q_{ун}^{хим} = 8137 \times 0,022 = 179 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

где 0,022 — содержание углерода в несгоревшем топливе, уносе, провале и золе (см. материальный баланс).

Физическая теплота уноса при температуре его на выходе из газогенератора $t_2 = 600^\circ \text{Ц}$ и теплоемкости $C = 20 \frac{\text{ккал}}{\text{кг уноса}}$:

$$Q_{ун}^{физ} = 0,2 \times 0,022 \times 600 = 3 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

По материальному балансу теоретически необходимое количество водяного пара, подводимого в газогенератор, равно $0,330 \frac{\text{кг пара}}{\text{кг топлива}}$.

Тепло, затраченное на получение этого пара в газогенераторе, при температуре питательной воды 15°Ц и температуре пара 110°Ц составляет:

$$Q_n = (C_n t_n' + 600) W_n - W_n t_n = (0,48 \times 110 + 600) 0,330 - 0,330 \times 15 =$$

$$= 211 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

Потери тепла в окружающую среду определяются как разность приходных статей и учтенных расходов:

$$q_0 = 6969 - (5187 + 834 + 179 + 3 + 211) = 555 \frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$$

Сведение приходных и расходных статей приводятся ниже.

ПРИХОДНЫЕ СТАТЬИ

Теплотворная способность топлива	6710	$\frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$
Физическое тепло топлива	6	"
Теплосодержание воздуха	47	"
Физическое тепло водяного пара	206	"
Итого:		6969 $\frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$

РАСХОДНЫЕ СТАТЬИ

Химическая теплота газа	5187	$\frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$
Физическая теплота газа	834	"
Химическая теплота уноса	179	"
Физическая теплота уноса	3	"
Тепло, затраченное на получение пара	211	"
Потери тепла от наружного охлаждения	555	"
Итого:		6969 $\frac{\text{ккал}}{\text{кг топлива}}$

Коэффициент полезного действия газификации определяется по формуле:

$$\eta_2^{хим} = \frac{Q_c^* V_c^2}{Q_p^*} = \frac{Q_2^{хим}}{Q_p^*} = \frac{5187}{6710} = 0,77, \text{ или } 77\%$$

где:

V_c^2 — выход газа из 1 кг топлива в $\text{нм}^3/\text{кг}$;

Q_c^* — низшая теплотворная способность 1 нм^3 сухого газа;

$Q_2^{хим}$ — химическая теплота газа, полученная из 1 кг топлива;

Q_p^* — низшая теплотворная способность топлива, ккал/кг.

§ 7. КОНСТРУКТИВНЫЕ РАСЧЕТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Конструктивными расчетами определяются основные размеры газогенераторов, поперечное сечение шахты (топливника), высота активной зоны, объем бункера и т. п.

Конструктивный расчет газогенератора прямого и опрокинутого процессов газификации. Если известны основные данные двигателя, то количество газовой смеси при температуре 0° Ц и давлении в 760 мм рт. ст., расходуемой четырехтактным двигателем в течение часа, составит:

$$V_{см} = \frac{\pi d^2}{4} s \frac{in60}{2} \eta_v \text{ м}^3/\text{час},$$

где:

- d — диаметр цилиндра в м;
- s — ход поршня в м;
- i — число цилиндров;
- n — число оборотов в минуту;
- η_v — коэффициент наполнения.

Количество газа (при 0° и 760 мм рт. ст.), потребляемое двигателем:

$$V_2 = \frac{V_{см}}{1 + \alpha L_g} \text{ м}^3/\text{час},$$

где:

- α — коэффициент избытка воздуха, принимаемый для газовых двигателей равным 1,05—1,2;
- L_g — теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 м³ газа, определяемое по формуле:

$$L_g = \alpha \frac{1}{0,21} [0,5(CO + H_2) + 2CH_4 - O_2] \frac{\text{м}^3 \text{ воздуха}}{\text{м}^3 \text{ газа}},$$

где CO, H₂, CH₄ и O₂ — горючие составляющие газа в долях м³.
Часовой расход топлива:

$$G_m = \frac{V_2}{V_2^c} \text{ кг/час},$$

где V_2^c — выход газа из 1 кг газифицируемого топлива.

Диаметр шахты (топливника) определится по формуле:

$$D_{ш} = \sqrt{\frac{4 G_m}{\pi q}} \text{ м},$$

где q — напряженность газификации в кг/м² час, принимаемая по табл. 13.

Таблица 13

Газогенераторы прямого процесса		Газогенераторы горизонтального процесса	Газогенераторы опрокинутого процесса
немеханизированные	механизированные		
Напряженность газификации в кг/м ² час			
100—125	125—200	300—900	400—900

Высота активной зоны (H_a) обычно принимается равной $1,5 D_{ш}$ (где $D_{ш}$ — диаметр шахты газогенератора).
В механизированных газогенераторах с вращающимися колосниковыми решетками высота активной зоны рассчитывается от верхней кромки решетки (чепца).

Объем бункера в зависимости от газифицируемого топлива, мощности двигателя и заданного запаса топлива составит:

$$U_b = \frac{G_m t_b}{\gamma_m} \text{ м}^3,$$

где:

- t_b — периодичность загрузки топлива в бункер в час;
- γ_m — насыпной вес 1 м³ топлива в кг, принимаемый по табл. 14.

Таблица 14

Род топлива	Насыпной вес кускового угля и чурок в кг/м ³
Антрацит	850—900
Бурый уголь	650—700
Каменный уголь	700—750
Кокс газовый	300—400
Сорф сухой	300—350
Саб, ясень	360
Слен, бук, лиственница, береза, вяз, ильм	320
Сосна	250
Дольха, осина, липа, пихта, кедр, ель	220

Высота бункера по заданному диаметру определится из соотношения:

$$H_b = 1,274 = \frac{V_b}{D_b^2} \text{ м}.$$

Диаметр газоотборного патрубка

$$d_n = 1,138 \sqrt{\frac{V_2}{v} (273 + t_2)} \text{ мм},$$

где:

- V_2 — расход газа в час;
- v — скорость газа в патрубке, принимаемая от 20—30 м/сек;
- t_2 — температура газа на выходе из газогенератора в ° Ц.

Определение поперечного сечения, высоты активной зоны и диаметра газоотборного патрубка газогенераторов опрокинутого процесса газификации не отличается от соответствующих расчетов газогенераторов прямого процесса.

В генераторах опрокинутого процесса воздух для газификации топлива поступает в шахту (топливник) через фурмы, расположенные по ее периметру.

Диаметр фурмы определяется из выражения:

$$D_{\phi} = 1,88 \sqrt{\frac{V_{\phi}}{n v}} \text{ см,}$$

где:

V_{ϕ} — часовое количество воздуха в м^3 ;

n — число фурм, берется от 8 до 32 в зависимости от диаметра шахты газогенератора и размеров газифицируемого топлива;

v — скорость воздуха в фурмах, принимается равной от 20 до 40 м/сек.

Ниже приводится пример конструктивного расчета газогенератора опрокинутого процесса газификации.

Для ведения расчета принимаем следующие данные.

Техническая характеристика двигателя

Диаметр цилиндра	150 мм
Ход поршня	180 "
Число цилиндров	6 "
Коэффициент наполнения	0,85 "
Число оборотов в мин. коленчатого вала	1500

Состав газифицируемого топлива (древесные, чурки) на рабочую массу

$C_p = 0,407$ кг	$W_p = 0,20$ кг
$H_p = 0,0473$ "	$O_p = 0,329$ "
$A_p = 0,013$ "	$N_p = 0,0048$ "

Состав генераторного газа (при 0° и 760 мм рт. ст.).

$\text{CO}_2 = 0,115$ м ³	$\text{H}_2 = 0,13$ м ³
$\text{O}_2 = 0,002$ "	$\text{CH}_4 = 0,035$ "
$\text{CO} = 0,20$ "	$\text{N}_2 = 0,518$ "

Количество воздуха, необходимое для сжигания 1 м³ газа при-
ятого состава (при $\alpha = 1,2$):

$$L_{\phi} = \alpha \frac{1}{0,21} [0,5 (\text{CO} + \text{H}_2) + 2\text{CH}_4 - \text{O}_2] = 1,2 \frac{1}{0,21} [0,5 (0,2 + 0,13) + 2 \times 0,035 - 0,002] = 1,03 \frac{\text{м}^3 \text{ воздуха}}{\text{м}^3 \text{ газа}}$$

Объемное количество газовой смеси, поступающей в цилиндры двигателя при 0°Ц и 760 мм рт. ст., составляет:

$$V_{см} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot s \frac{in60}{2} \eta_v = \frac{3,14 \times 0,15^2}{4} \cdot 0,18 \frac{6 \times 1500 \times 60}{2} \cdot 0,85 = 675 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Количество газа, потребляемое двигателем в час при 0°Ц и 760 мм рт. ст.:

$$V_2 = \frac{V_{см}}{1 + L_{\phi}} = \frac{675}{1 + 1,03} = 333 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Весовое количество газифицируемого топлива в час:

$$G_m = \frac{V_2}{V_2^c} = \frac{333}{2,0} = 166,5 \text{ кг/час,}$$

где: V_2^c — выход газа из 1 кг древесины при суммарных потерях углерода с уносом и провалом в 3% определяем из уравнения:

$$V_2^c = \frac{C_p - (C_y + C_n + C_w)}{0,536 (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4)} = \frac{0,407 - 0,03}{0,536 (0,125 + 0,20 + 0,035)} = 2,0 \frac{\text{м}^3 \text{ газа}}{\text{кг древесины}}$$

Объем бункера определяем из выражения:

$$V_{\phi} = \frac{G_m t_{\phi}}{\gamma_m} \text{ м}^3,$$

где:

t_{ϕ} — периодичность загрузки бункера, составляет 1,15 час.;

γ_m — насыпной вес древесных чурок, принимаемый согласно табл. 14 равным 360 кг/м³.

Подставляя принятые значения, получаем объем бункера:

$$V_{\phi} = \frac{166,5 \times 1,15}{360} = 0,53 \text{ м}^3.$$

Принимаем по конструктивным соображениям диаметр бункера равным 650 мм.

Высота бункера при заданном его диаметре

$$H_6 = 1,274 \frac{V_6}{D^2_6} = 1,274 \frac{0,53}{0,65^2} = 1,6 \text{ м.}$$

Диаметр топливника в плоскости подвода воздуха определяется по формуле:

$$D_m = \sqrt{\frac{4G_m}{\pi q}} = \sqrt{\frac{4 \times 166,5}{3,14 \times 620}} = 0,588 \text{ м, принимаем } D_m = 600 \text{ мм}$$

где q — напряженность газификации, принятая по табл. 13 равной 620 кг/м² час.

Количество воздуха, поступающего в газогенератор, определяется из выражения:

$$V_c = \frac{N_2^c V_c^2 - \frac{N_p^T}{1,251}}{N_2^g} G \text{ м}^3/\text{час,}$$

где N_2^c , N_p^T , N_2^g — процентное содержание азота в газе, газифицируемом топливе и в воздухе по объему в процентах.

Подставляя числовые значения, получим:

$$V_c = 1,3 \times 166,5 = 218 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Диаметр фурмы определяем по формуле:

$$D_\phi = 1,88 \sqrt{\frac{V_c}{nv}} \text{ см,}$$

где:

n — число фурм, принимаемое равным 32;

v — скорость воздуха в фурмах, принимаемая равной 20 м/сек.

Подставляя принятые значения, получим:

$$D_\phi = 1,88 \sqrt{\frac{218}{32 \times 20}} = 1,11 \text{ см;}$$

принимаем $D_\phi = 12 \text{ мм}$;
объем зольникового пространства определяем по формуле:

$$V_z = \frac{At\beta G_m}{100\gamma} \text{ м}^3,$$

где:

A — зольность топлива в %;

t — количество часов работы газогенератора в сутки;

β — коэффициент запаса объема зольника;

G_m — часовой расход топлива в кг;

γ — средний удельный насыпной вес 1 м³ золы и провала, принимаемый от 800 до 900 кг/мм³;

$$V_z = \frac{1,3 \times 24 \times 1,5 \times 166,5}{100 \times 900} \cong 0,08 \text{ м}^3;$$

принимаем H_z при $d_z = 900 \text{ мм}$ равной 150 мм, таким образом объем зольникового пространства будет равен 0,135 м³.

Диаметр газоотборного патрубка генератора определяем по формуле:

$$d_n = 1,138 \sqrt{\frac{V_c}{v} (T+t)} = 1,138 \sqrt{\frac{333}{15} (273+500)} = 148 \text{ мм;}$$

принимаем $d = 6''$;

где:

V — скорость газа в патрубке, равная 15 м/сек;

t — температура газа в выходном патрубке, равная 500° Ц.

Конструктивный расчет газогенератора горизонтального процесса газификации. Как указывалось выше, в генераторах горизонтального процесса зоны горения и восстановления расположены вдоль поперечного сечения генератора.

Поэтому длина активной зоны (H_a) будет представлять собой расстояние между воздушной фурмой и центром газоотборной решетки (рис. 4).

Топливником (шахтой) газогенератора служит нижняя часть бункера. Диаметр шахты обычно принимается равным от 1,75 до 2,0 H_a (где H_a — длина активной зоны в мм), причем для газогенераторов с высокой напряженностью газификации берется большее значение коэффициента.

Высота топливника H лежит в пределах 0,8—1,0 d (где d — диаметр шахты).

Основные размеры генератора (длина активной зоны H_a и расстояние a между фурмой и осью генератора) в зависимости от его производительности могут быть приняты по табл. 15¹.

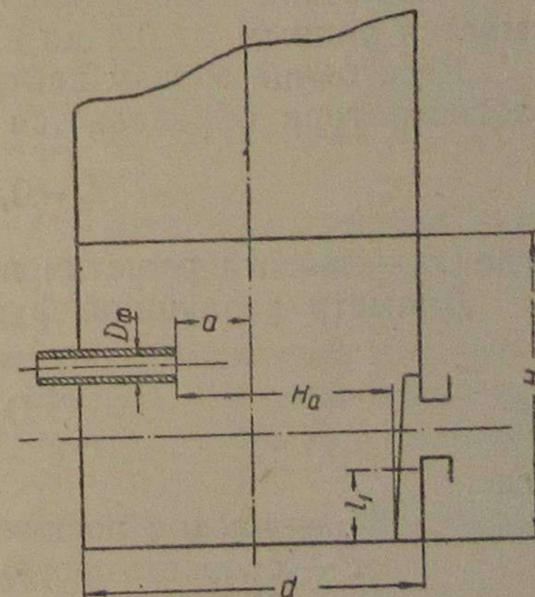


Рис. 4. Схема газогенератора горизонтального процесса газификации

¹ Справочник «Газогенераторные тракторы и автомобили», Сельхозгиз, 1943 г.

Производительность газогенератора в м ³ час	Длина активной зоны H_a	Расстояние a между фурмой и осью генератора в мм
40—50	200—210	40—50
60—70	220—230	50—60
90—120	270—290	90—120
150—180	300—320	120—180

Площадь газоотборной решетки определяется из соотношения

$$F = \frac{G_m}{q} \text{ м}^2$$

где q — напряженность газификации в кг/м² час, принимаемая по табл. 13.

Живое сечение решетки:

$$F_c = \frac{V_2^c}{0,36V_p} \text{ см}^2,$$

где:

V_2^c — часовой расход газа в м³/час;

V_p — скорость прохождения газа через решетку, берется в пределах от 1,0 до 3,0 м/сек.

Расстояние между осью фурмы и днищем газогенератора принимается равным от 0,4 до 0,5 H_a .

Расстояние между центром газоотборной решетки и днищем газогенератора определяется по формуле:

$$l_1 = 0,5h_p + (20 \div 60) \text{ мм},$$

где h_p — высота решетки в мм.

Диаметр воздушной фурмы D_ϕ определяется по уравнению

$$D_\phi = \sqrt{\frac{V_a}{v}} \text{ см},$$

где:

V_a — расход воздуха в м³/час;

v — скорость воздуха в фурме, принимается от 20 до 50 м/сек.

Объем бункера в зависимости от его конфигурации определяется по формулам, приведенным в предыдущих разделах.

Так как шахта генератора H включает в себя объем зольника и диаметр ее равен диаметру корпуса генератора, то высота зольника составит:

$$H_a = \frac{10G_m t_2 A}{\frac{\pi d^2}{4} \gamma} \text{ дм.}$$

где:

t_2 — время работы генератора между чистками в часах;
 A — потери топлива в золе в % от газифицированного топлива, принимаются от 1,0 до 2,0%;
 γ — насыпной вес провала, берется от 0,15 до 0,3 кг/л;
 d — диаметр зольника в дм.

Глава IV

КОНСТРУКЦИИ СУДОВЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

В качестве судовых газогенераторов применяются газогенераторы прямого, горизонтального и опрокинутого процессов газификации.

§ 8. ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОГО И ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПРОЦЕССОВ ГАЗИФИКАЦИИ

Представленный на рис. 5 газогенератор типа Доно-Кубанского управления речного пароходства (ДКУРПа) работает на антраците и предназначен для двигателей мощностью 52—65 л. с.

Основными узлами газогенератора являются: загрузочный бункер 1, дозировочный аппарат 2, испаритель 3, камера горения 4 и зольник 5, оборудованный колосниковой решеткой встряхивающего типа.

Необходимый для газификации воздух поступает в испаритель через отверстия, расположенные в крышке 6, насыщается образующимися от нагрева воды парами и вместе с ними по трубе 7 направляется под колосниковую решетку. Полученный при газификации антрацита генераторный газ отводится через патрубок 8 для очистки и охлаждения.

При остановке двигателя, а также при розжиге генератора газ выпускается из генератора по двум трубам 9 путем открытия пробковых кранов 10.

Через дозировочный аппарат проворачиванием крыльчатки топливо из бункера подается в шахту газогенератора. Уровень топлива контролируется по штанге, опускаемой через трубку 11, находящуюся в корпусе испарителя.

Вода в испаритель подается специальной помпой, излишек воды удаляется из испарителя через трубку 12.

Для увлажнения воздуха в момент розжига газогенератора и после чистки колосников в испарителе имеется труба 13, по которой вода подается в паровоздушную трубу и далее в зольник. Чистка зольника и колосниковой решетки производится через люки 14 и 15.

Камера горения газогенератора футерована специальной огнеупорной обмазкой, состоящей из смеси мелко раздробленного огнеупорного кирпича, огнеупорной глины, графитового порошка и жидкого стекла.

На рис. 6 представлен газогенератор для двигателей мощностью 52—65 л. с. типа Московского судостроительного и судоремонтного завода (МССЗ-1).

Газогенератор состоит из следующих основных частей: бункера с загрузочным устройством 1 и направляющим топливо конусом 3, испарителя 2, топливника 4, футерованного стандартным шамотным кирпичом зольника 5 с колосниковой решеткой 6 встряхивающего типа и приводом 7 подвижных колосников. Воздух поступает в испаритель, увлажняется и по трубопроводу 8, направляется под колосниковую решетку. Отбор газа производится через патрубок 9. Газ при остановке двигателя или при розжиге газогенератора выпускается в атмосферу путем открытия крышки загрузочного бункера 10 и обратного конуса 11.

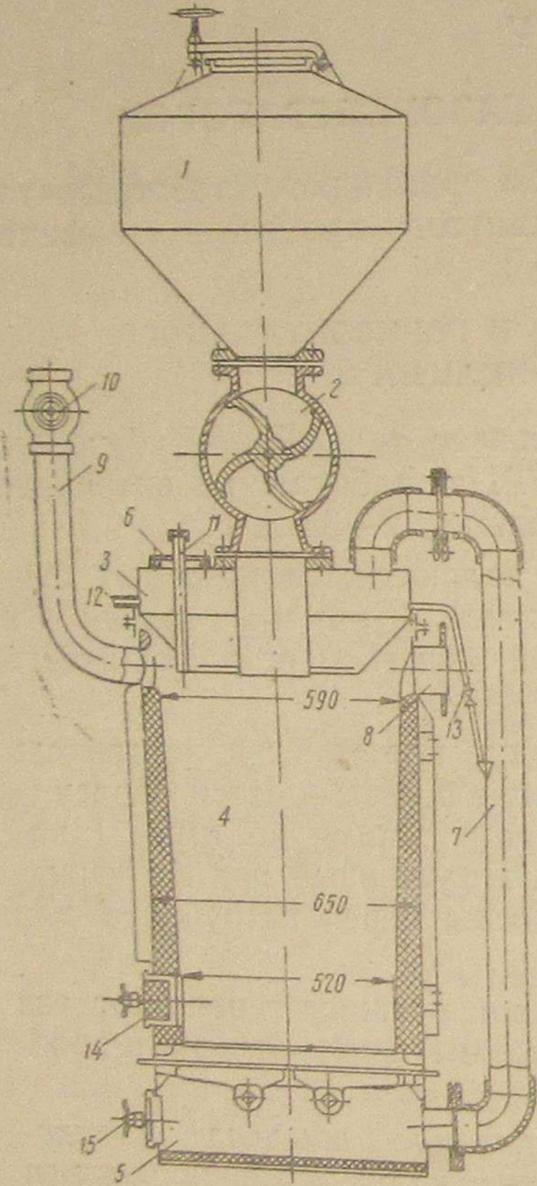


Рис. 5. Газогенератор прямого процесса газификации (ДКУРПа) для двигателя 52—65 л. с.

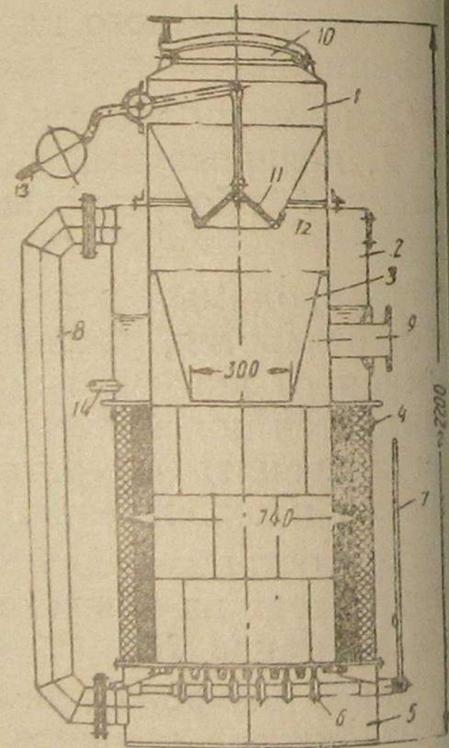


Рис. 6. Газогенератор прямого процесса газификации (МССЗ-1) для двигателя по 52—65 л. с.

Вода подается в испаритель помпой через патрубок 14. Увлажнение воздуха при очистке газогенератора производится так же, как и в газогенераторе ДКУРПа. Шлак удаляют с колосниковой решетки и из зольника через специальные люки.

На рис. 7 показан газогенератор, рассчитанный на обслуживание двигателя мощностью в 120—140 л. с., который нередко применяется для одновременного питания газом двух двигателей по 65 л. с.

Шахта 1 газогенератора цилиндрической формы с внутренним диаметром 700 мм окружена охлаждающим кожухом 2. В нижней части шахты имеется люк 3 для розжига газогенератора. По трубопроводу 4 охлаждающая вода подается в поплавковую камеру 5 и затем поступает в охлаждающий кожух. Применение поплавкового клапана обеспечивает автоматическое питание охлаждающего кожуха водой и позволяет поддерживать в нем постоянное количество воды.

Воздух поступает в испаритель, увлажняется и по трубопроводу 8, направляется под колосниковую решетку. Отбор газа производится через патрубок 9. Газ при остановке двигателя или при розжиге газогенератора выпускается в атмосферу путем открытия крышки загрузочного бункера 10 и обратного конуса 11.

Вода подается в испаритель помпой через патрубок 14. Увлажнение воздуха при очистке газогенератора производится так же, как и в газогенераторе ДКУРПа. Шлак удаляют с колосниковой решетки и из зольника через специальные люки.

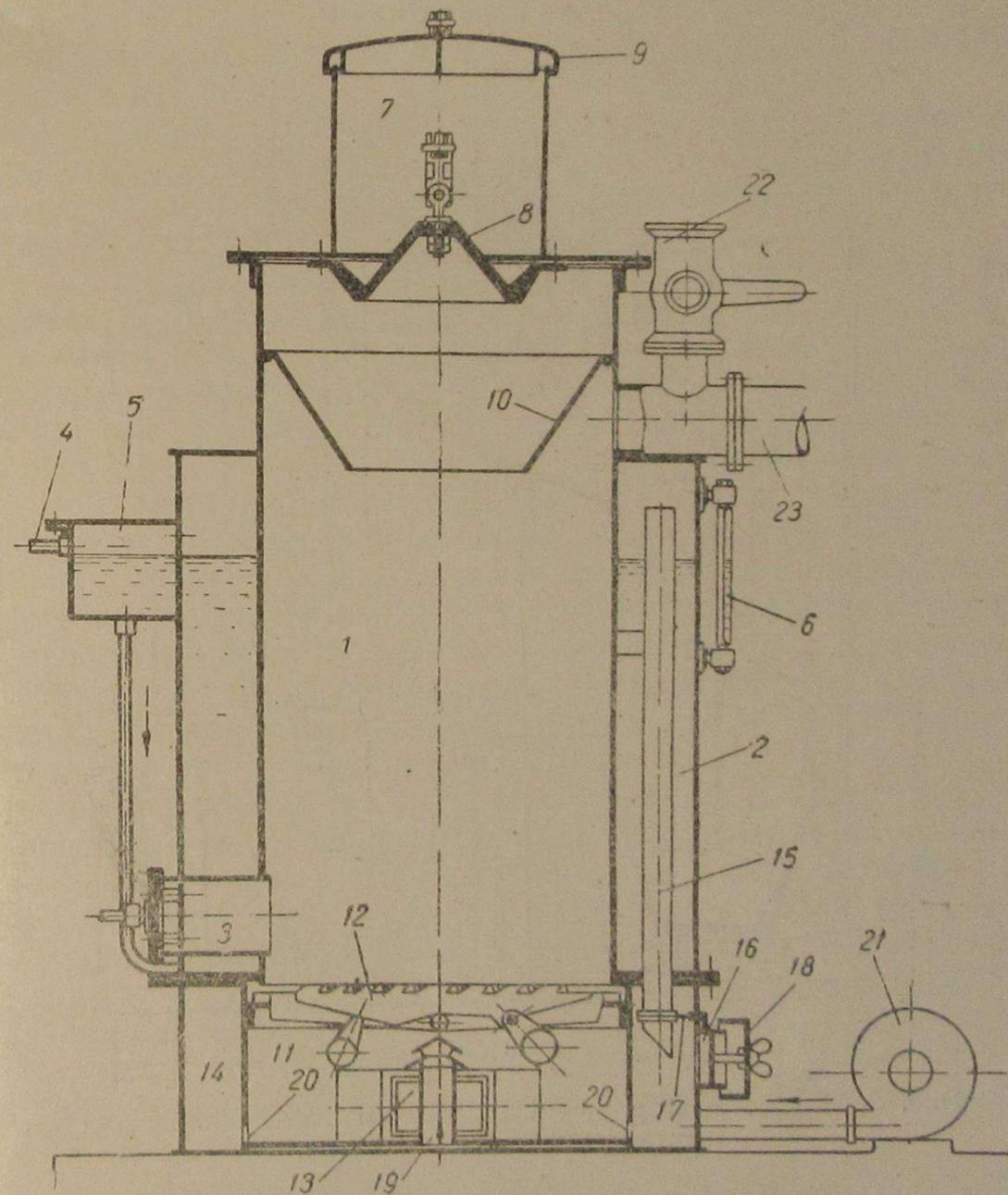


Рис. 7. Газогенератор прямого процесса газификации для двух двигателей по 65 л. с.

Вода подается в испаритель помпой через патрубок 14. Увлажнение воздуха при очистке газогенератора производится так же, как и в газогенераторе ДКУРПа. Шлак удаляют с колосниковой решетки и из зольника через специальные люки.

стоянный уровень воды. Уровень воды в охлаждающем кожухе контролируется с помощью водомерного стекла 6.

Топливо в газогенератор загружается из расходного бункера 7, оборудованного запорным приспособлением 8 и крышкой 9. Направляющий конус 10 служит для фиксации уровня и равномерного распределения топлива по всей площади шахты генератора. Зольниковая коробка 11 генератора оборудована колосниковой решеткой 12 встряхивающего типа и люком 13 для выгребания остатков.

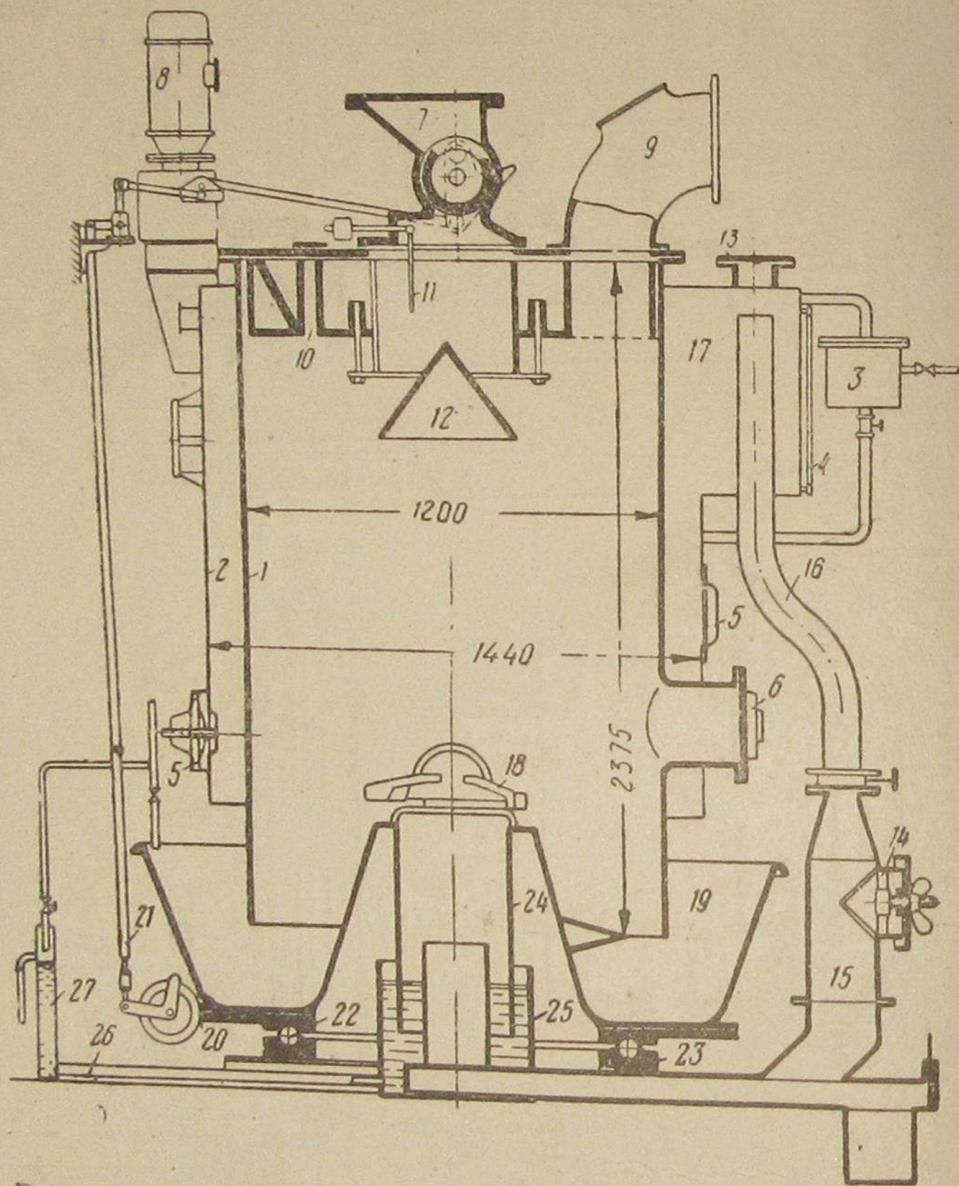


Рис. 8. Газогенератор прямого процесса газификации для двигателя мощностью 300 л. с.

Перемешивание пара и дутьевого воздуха производится в кожухе 14 зольника, куда пар подается по трубе 15, а воздух по патрубку 16. Количество пара, подаваемого в кожух зольника, регулируется заслонкой 17, установленной на трубе 15, а количество воздуха — перемещением крышки 18 воздушного патрубка 16. Приготовленная паровоздушная смесь поступает под колосниковую решетку через патрубок 19 и отверстия на боковой поверхности зольника 20. Газогенератор разжигают с помощью вентилятора 21. Дымовые газы при розжиге или кратковременной остановке гене-

ратора отводятся в атмосферу через пробковый кран 22. Отбор газа к потребителю осуществляется по патрубку 23.

На рис. 8 показан газогенератор, рассчитанный для двигателя мощностью 300 л. с.

Шахта газогенератора 1 выполнена в виде цилиндра сварной конструкции и снабжена охлаждающим кожухом 2. Забортная вода по трубопроводу поступает в кожух через поплавковую камеру 3. Контроль уровня воды производится по водомерному стеклу 4. На боковой поверхности кожуха имеются люки 5 для очистки внутренних стенок от накипи. В плоскости колосниковой решетки размещен люк 6 для розжига газогенератора.

Топливо загружают в шахту генератора через питатель 7, приводимый в действие эксцентриковой тягой от электромотора 8. Кроме питателя, на крышке газогенератора находятся патрубок отбора газа 9 и шуровочные отверстия 10.

Для контроля уровня топлива в шахте газогенератора служит металлический лист 11, противовес которого в зависимости от уровня слоя топлива включает или выключает питатель. Для равномерного распределения топлива по всему сечению шахты к нижнему основанию загрузочного устройства подвешен направляющий конус 12. Во время работы генератора воздух засасывается через патрубок 14 и увлажняется в смесителе 15 паром, проходящим по трубопроводу 16 из паросборника 17. Избыток пара по патрубку 13 отводится в трубчатый холодильник, а конденсат возвращается обратно в охлаждающий кожух. Вращающаяся колосниковая решетка 18 расположена эксцентрично к вертикальной оси газогенератора и состоит из колосников грибообразной формы. Колосниковая решетка и зольниковая чаша 19 приводятся во вращение червячной передачей 20 и системой тяг 21 от электромотора 8. Зольниковая чаша вращается на шаровых опорах 22 и 23.

К корпусу газогенератора приварен металлический лист, при вращении чаши на него попадают зола и шлак, которые сбрасываются в зольный ящик. Для регулирования количества удаляемой золы и шлака металлический лист имеет подъемное приспособление.

Цилиндры 24 и 25 образуют гидравлический затвор, наполнение которого водой производится по трубопроводу 26, а уровень воды в затворе контролируется цилиндром 27.

На рис. 9 представлен газогенератор, предназначенный для двигателя мощностью 375 л. с.

Шахта 1 генератора имеет цилиндрическую форму и снабжена охлаждающим кожухом 2. Охлаждающая шахту вода подается как в кожух, так и в рубашку крышки газогенератора насосом. Постоянный уровень воды в охлаждающем кожухе поддерживается поплавковым устройством 3 и контролируется по водомерному стеклу.

Топливо подается в генератор цилиндрическим питателем 4, приводимым во вращение электромотором. Количество топлива в генераторе регулируется, как и в ранее приведенной конструкции, с помощью металлического листа 5, опущенного внутрь шахты. Механизм топливоподачи включается и выключается с помощью

двух конечных реле, приводимых в действие противовесом, установленным на оси металлического листа. Розжиг газогенератора производится через люки 6, а отбор газа — через патрубок 7.

Воздух и пар засасываются в генератор по трубе 8. Количество воздуха, поступающего на газификацию, регулируется заслонкой 9. Регулирование и поддержание температуры паровоздушной смеси в заданном интервале происходит путем воздействия дистанционного термоэлемента на тарельчатый клапан, установленный в паросборнике. Излишек пара направляется в трубчатый холодильник, а конденсат по трубопроводу возвращается обратно в генератор.

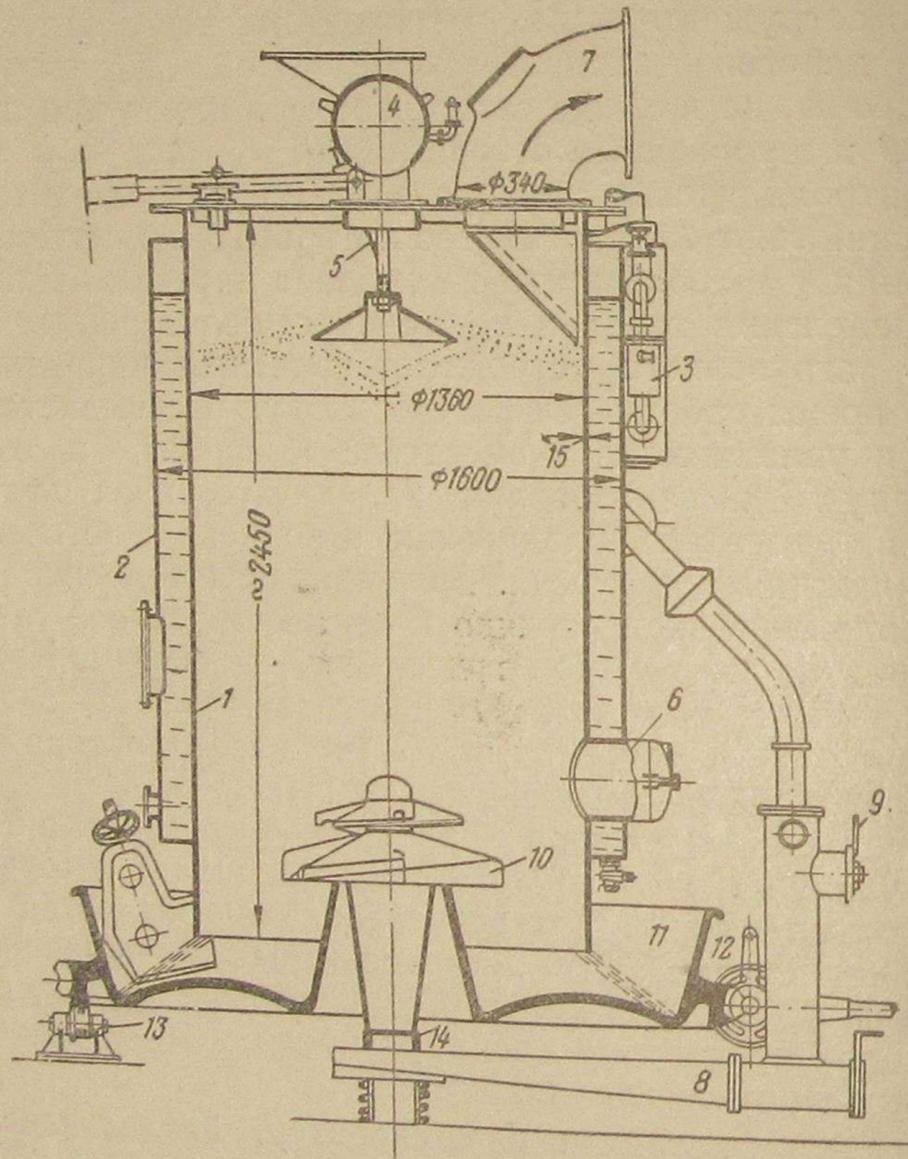


Рис. 9. Газогенератор прямого процесса газификации для двигателя 375 л. с.

Вращающаяся колосниковая решетка 10 состоит из ряда колосников с изогнутой поверхностью. Колосниковая решетка прикреплена к зольниковой чаше 11 и приводится во вращение вместе с ней от электромотора, через редуктор и фрикционную червячную передачу 12. Опорой зольниковой чаши служат четыре диаметрально расположенных ролика 13. В месте соединения чаши с коллектором паровоздушной смеси имеется сальниковое уплотнение 14. На рис. 10 представлен газогенератор, предназначенный для

двигателя мощностью в 400 л. с., работающего по газожидкостному циклу.

Цилиндрическая шахта 1 газогенератора диаметром 1200 мм и высотой 2400 мм по всей высоте окружена охлаждающим кожухом 2. Охлаждающая вода поступает в кожух из напорного бака, в который она подается насосом. Уровень воды в охлаждающем

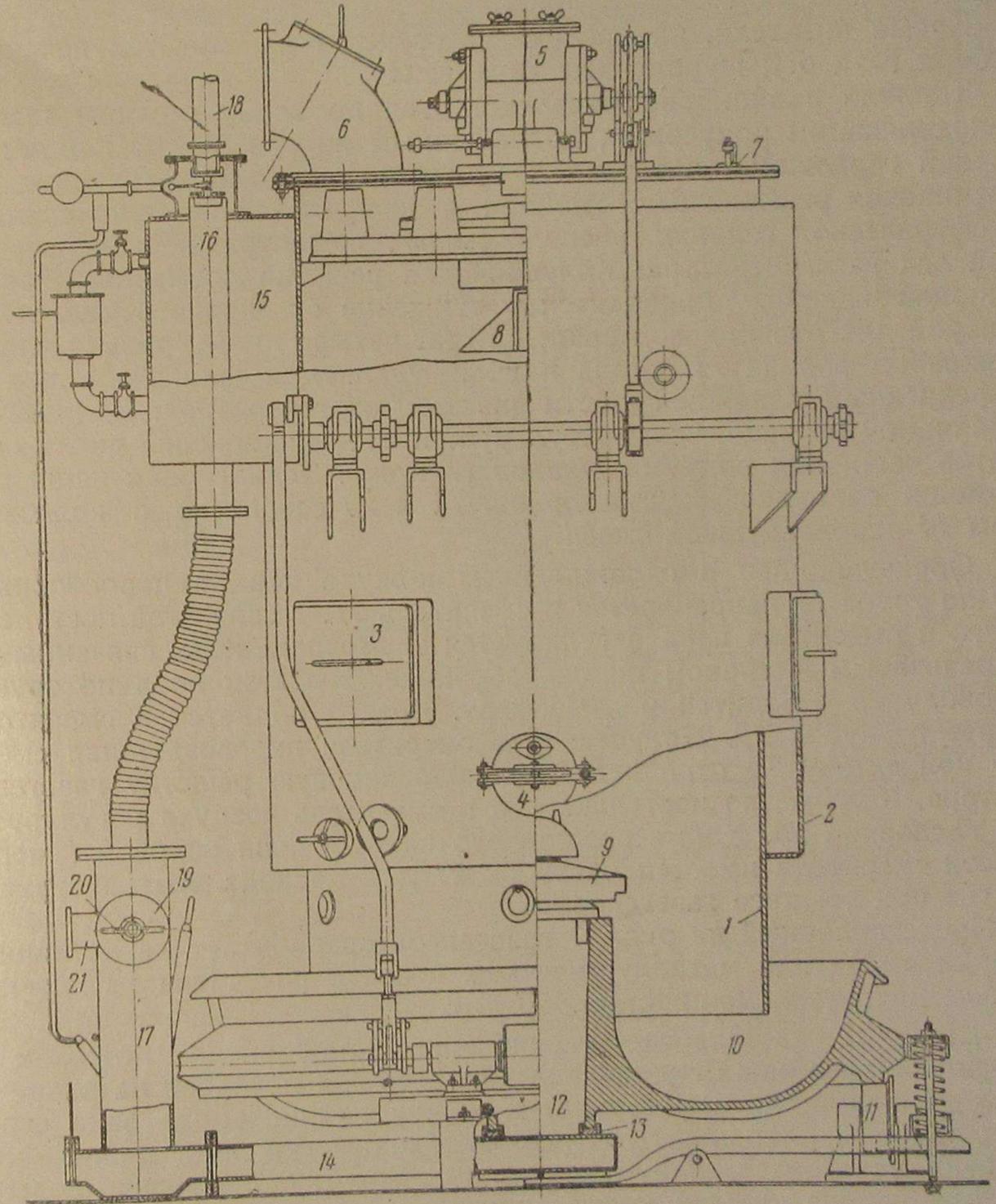


Рис. 10. Газогенератор прямого процесса газификации для двигателя 400 л. с.

кожухе регулируется так же, как и в предыдущих конструкциях. В случае необходимости охлаждающая вода из напорного бака может быть подана непосредственно в кожух по патрубку. Внутрен-

ную поверхность кожуха очищают от накипи через люки 3. Розжиг газогенератора производится через люк 4.

На крышке газогенератора имеется цилиндрический питатель 5, с помощью которого топливо загружается в шахту генератора. Питатель приводится в действие от главного двигателя с помощью трансмиссионного вала и эксцентриковой тяги. Постоянный уровень топлива в генераторе поддерживается приспособлением, указанным выше.

Кроме питателя, на крышке газогенератора имеются патрубок отбора газа 6 и шуровочные отверстия 7.

Топливо равномерно распределяется по всему сечению шахты направляющим конусом 8, подвешенным внутри шахты под загрузочной горловиной питателя. В нижнюю часть шахты входит колосниковая решетка 9, состоящая из профилированных колосников и сферической головки, расположенных эксцентрично к вертикальной оси газогенератора. Колосниковая решетка совместно с зольниковой чашей 10 приводится в движение от главного двигателя. Опорой для зольниковой чаши служат четыре диаметрально расположенных ролика 11. Зола и шлак удаляются шлаковым ножом, укрепленным в нижней части шахты газогенератора. Количество удаляемой из чаши золы регулируется путем изменения числа оборотов чаши или подъема шлакового ножа. Зольниковая чаша при помощи сальниковых уплотнений 12 и 13 соединена с коллектором 14 паровоздушной смеси.

Образующийся в охлаждающем кожухе пар из паросборника 15 по трубе 16 направляется в смеситель 17. Количество поступающего в смеситель пара регулируется термоэлементом, связанным с тарельчатым клапаном на паросборнике. Избыток пара по трубопроводу 18 отводится в атмосферу. Воздух подается в смеситель через патрубок 19. Полученная в смесителе паровоздушная смесь по коллектору 14 отводится под колосниковую решетку газогенератора. Количество поступающего в смеситель воздуха регулируется заслонкой 20. Кроме воздушного патрубка, на боковой поверхности смесителя имеется патрубок 21 для подвода вентиляторного дутья при розжиге газогенератора.

Представленный на рис. 11 газогенератор работает на антраците марки «АМ» или металлургическом коксе и рассчитан на питание газом двигателя мощностью 450 л. с.

Шахта 1 газогенератора снабжена охлаждающим кожухом 2. Вращающаяся чаша гидравлического затвора покоится на опоре 3. Охлаждающая вода поступает в кожух из напорного бака через поплавковый клапан 4. В случае необходимости вода может быть подана непосредственно в кожух по патрубку 5. Уровень воды в охлаждающем кожухе контролируется по водомерному стеклу 6. На боковой поверхности газогенератора расположены люки 7 для очистки внутренних стенок кожуха от накипи. На крышке генератора имеются: люк 8 для розжига, патрубок отбора газа 9 и цилиндрический питатель 10, приводимый в действие от электромотора через редуктор и эксцентриковую тягу 11. Уровень и распре-

деление топлива по сечению газогенератора регулируется так же, как и в ранее описанных конструкциях конусом 12. Топливо и зола лежат на колосниковой решетке 13 и днище зольниковой чаши 14. Зольниковая чаша совместно с колосниковой решеткой приводится во вращение от электромотора 15 через редуктор 16 с помощью червячной передачи 17 и храпового колеса 18. Опорой зольниковой чаши служат стальные шары 19. Зольниковая чаша и патрубок паровоздушной смеси 20 снабжены гидравлическим затвором 21. К корпусу генератора в нижней его части прикреплен «шлаковый нож» для удаления из чаши очаговых остатков. Необходимый для газификации воздух засасывается в генератор через патрубок 22, расположенный на смесителе 23, и увлажняется паром, поступающим в смеситель из паросборника 24 по трубопроводу. Количество воздуха и пара, поступающих в смеситель, регулируется заслонками 25 и 26. Излишек пара направляется по трубе 27 в сеть парового отопления или конденсируется в холодильнике, из которого конденсат по трубе 28 возвращается обратно в охлаждающий кожух. В случае надобности излишек пара может быть направлен в газопровод, по которому он вместе с газом поступает в скруббер для охлаждения.

Представленный на рис. 12 газогенератор предназначен для двигателя мощностью 400 л. с. Газогенератор имеет цилиндрическую форму и состоит из шахты и охлаждающего кожуха.

Вода в кожух поступает через воронку, а уровень ее регистрируется сифонной трубкой, расположенной на боковой поверхности кожуха. В нижней части газогенератора установлена подвижная колосниковая решетка 1. Зольниковая чаша 2 и колосниковая решетка приводятся во вращение через трансмиссионный вал от главного двигателя.

Дробление крупных кусков шлака производится через шуровочные отверстия, расположенные на крышке газогенератора. Газогенератор снабжен расходным бункером и цилиндрическим питате-

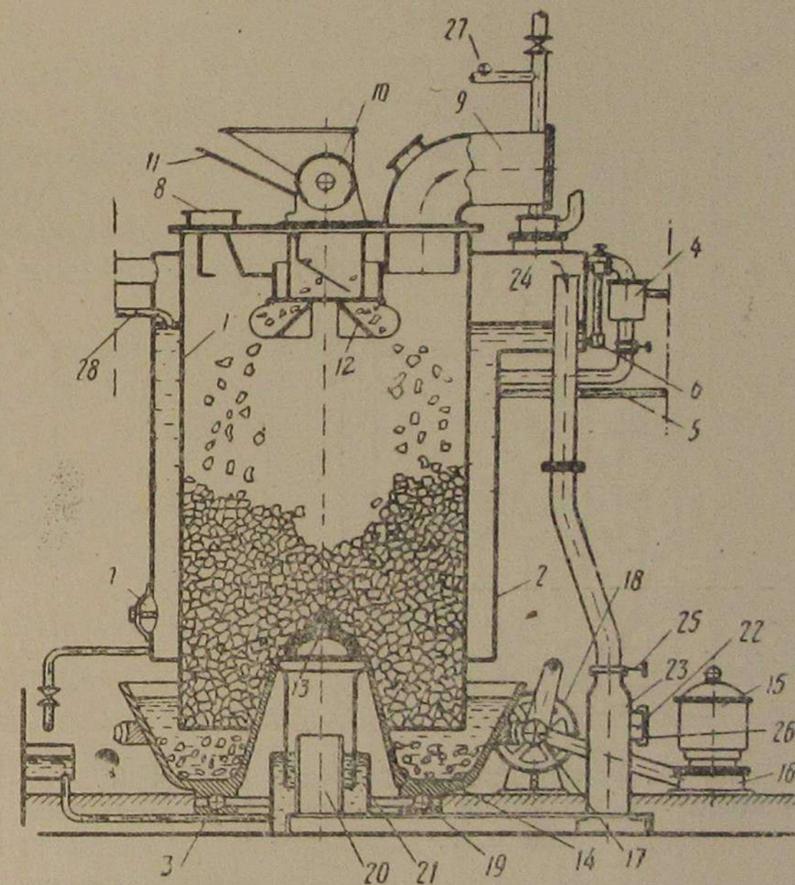


Рис 11. Газогенератор прямого процесса газификации для двигателя 450 л. с.

лем 3, приводимым в действие от трансмиссионного вала. Под крышкой газогенератора внутрь шахты опущен цилиндр 4, назначение которого состоит в том, чтобы равномерно распределять топливо по сечению шахты и поддерживать постоянный уровень последнего.

Воздух засасывается в газогенератор через патрубок 5 и увлажняется паром, проходящим из кожуха, по трубопроводу 6. Количество подводимого для смешения с воздухом пара регулируется заслонкой 7. Труба, подводящая паровоздушную смесь к колосникам

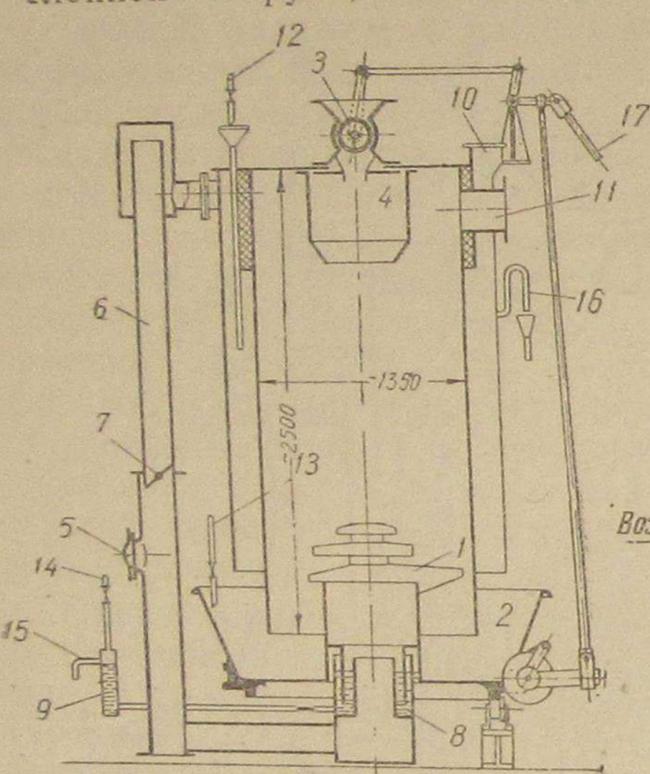


Рис. 12. Газогенератор прямого процесса газификации для двигателя 400 л. с.

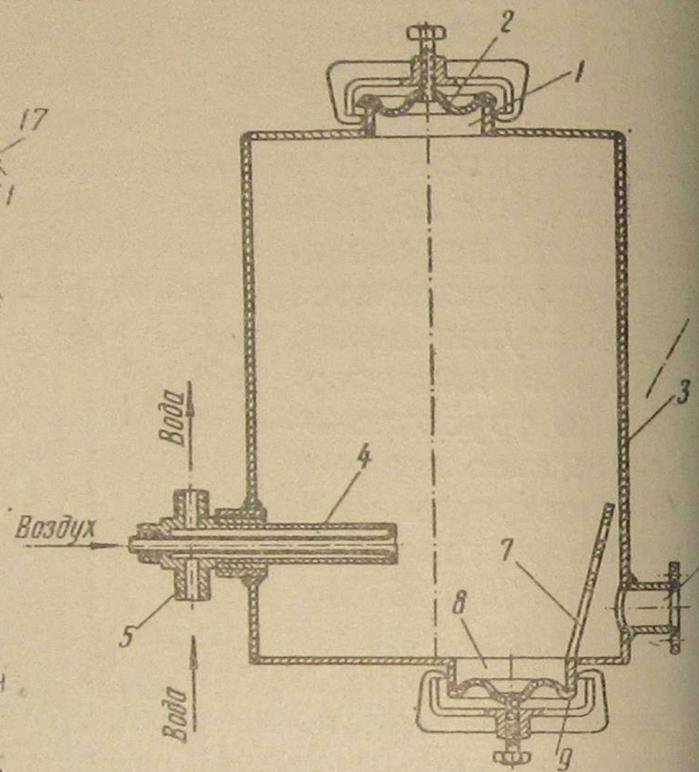


Рис. 13. Газогенератор горизонтального процесса газификации для двигателя ГАЗ-42

вой решетке, уплотнена гидравлическим затвором 8. Наполненный гидравлического затвора водой и наблюдение за ее уровнем производится через стояк 9.

Розжиг газогенератора производится через два люка, расположенных на его боковой поверхности (на рисунке не показаны). Патрубок 10 служит для подачи воздуха от вентилятора при розжиге газогенератора. Отбор газа из генератора производится через патрубок 11.

Кроме того, газогенератор оборудован трубами 12, 13 и 14 для подвода воды в рубашку газогенератора, зольную чашу и гидравлический затвор, переливной трубой 15 гидравлического затвора, контрольной трубкой 16 уровня воды в рубашке газогенератора и тягой 17 для привода питателя и зольной чаши.

Представленный на рис. 13 газогенератор горизонтального процесса газификации МСВ-92 предназначен для работы на древесном угле и имеет цилиндрическую форму диаметром 400 мм, высоту

В верхней части корпуса генератора имеется загрузочный люк 1 с крышкой 2. Нижняя часть корпуса генератора — топливник 3 — изготовлен из 4-миллиметровой стали.

Необходимый для процесса газификации воздух через горизонтально расположенную двухстенную фурму 4 проходит в генератор и поступает в зону горения. Фурма выполнена из красной меди и имеет водяное охлаждение. Заборная вода подается в фурму по трубопроводу 5 диафрагменным насосом, приводимым в действие от главного двигателя.

Отбор газа производится с противоположной подаче воздуха стороны, причем ось газоотборного патрубка 6 смещена относительно оси фурмы вниз на 90 мм. Перед газоотборным патрубком в топливнике установлена вертикальная колосниковая решетка 7, которая задерживает унос топлива в газопровод и очистительную аппаратуру. В днище газогенератора имеется зольниковый люк 8 с крышкой 9, при открытии которой генератор освобождается от очаговых остатков.

Нижняя часть корпуса генератора (топливник) не имеет футеровки, так как зона высоких температур находится в центре газогенератора и расположенный вокруг нее слой топлива служит эффективной изоляцией.

Газогенератор МСВ-92 рассчитан для двигателя ГАЗ-42 и предназначен для установки на судах типа НКЛ-27.

§ 9. ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ ОПРОКИНУТОГО ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ

Опыт эксплуатации автомобильных газогенераторов на судах речного флота показал возможность использования их в сочетании с двигателями небольших мощностей (22—35 л. с.).

Газогенератор, показанный на рис. 14, предназначен для двигателя мощностью 22 л. с. (ГАЗ-42).

Основной частью этого газогенератора является камера горения 1, отлитая из жароупорной стали. К камере горения приварен бункер, в который загружается топливо. Воздух для горения поступает через воздушную коробку 2, снабженную клапаном 3.

Из воздушной коробки воздух через футорку проходит в кольцеобразное пространство 4 и оттуда через фурмы поступает внутрь камеры горения. Образующийся в камере горения газ направляется вниз и, пройдя слой раскаленного угля, поступает в кольцевое пространство, образуемое бункером 5 и корпусом газогенератора 6. Отбор газа производится в верхней части кольцевого пространства через патрубок 7. В нижней части газогенератора находятся герметически закрывающиеся люки 8 и 9. Через люк 8 очищают зольниковое пространство между камерой и днищем газогене-

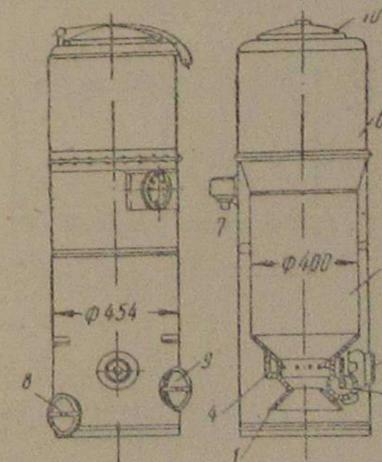


Рис. 14. Газогенератор опрокинутого процесса газификации для двигателя 23 л. с. (ГАЗ-42)

ратора, через люк 9 — загружают древесный уголь (для увеличения высоты слоя зоны восстановления). Топливо загружают в газогенератор через люк, герметически закрывающийся крышкой 10.

Представленный на рис. 15 газогенератор рассчитан на газификацию древесных чурок, торфа и бурого угля.

Верхняя часть бункера 1 газогенератора имеет тепловую изоляцию, заключенную в металлический кожух 2. Топливо загружают через люк 3, плотно закрываемый крышкой 4.

Конденсат воды, выделившийся из топлива в зоне подсушки, стекает по стенкам бункера и отводится вниз по конусу 5. Для устранения

возможного зависания топлива на боковой поверхности бункера имеется специальный лючок 6.

Топливник газогенератора состоит из корпуса 7, насадки 8 и диска с горловиной 9. По топливнику расположена неподвижная колосниковая решетка 10, снабженная скребком 11 для удаления угольной мелочи и золы.

Скребок установлен на вертикальной оси, проходящей через дно газогенератора. Скребок приводится в действие от руки с помощью тяги и рычага. Зола и угольную мелочь выгребают через два зольниковых лючка 13.

Воздух в генератор подводится через две футорки 14 и поступает в кольцевое пространство 15, из которого по фурмам 16 входит в зону горения. Газ отводится из генератора через патрубок 17. Данного типа газогенераторы устанавливаются на судах с двигателями мощностью 35—45 л. с.

Газогенератор МСВ-84 (рис. 16) предназначен для двигателей мощностью 52—65 л. с. представляет собой цилиндр, в нижней части которого смонтирована камера горения 1, футерованная керамическими кольцами. Под камерой горения расположена неподвижная колосниковая решетка 2. Зольник 3 очищают через люк 4.

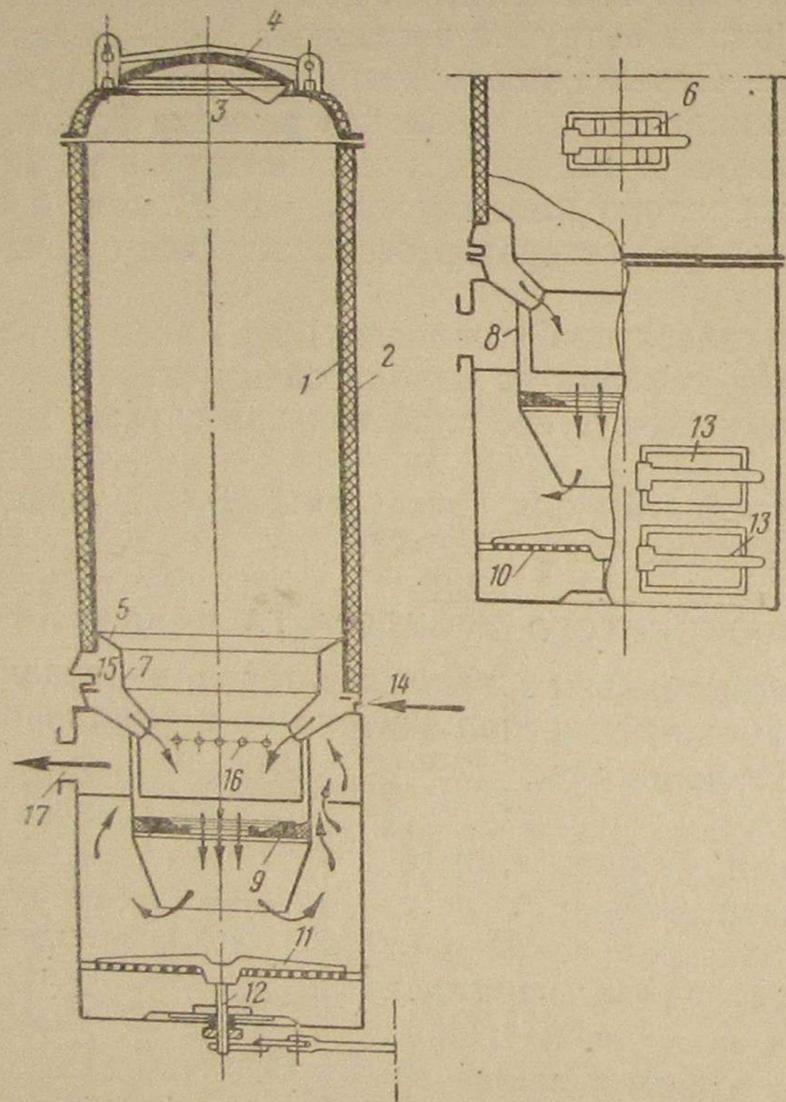


Рис. 15. Газогенератор опрокинутого процесса для газификации бурого угля и брикетов

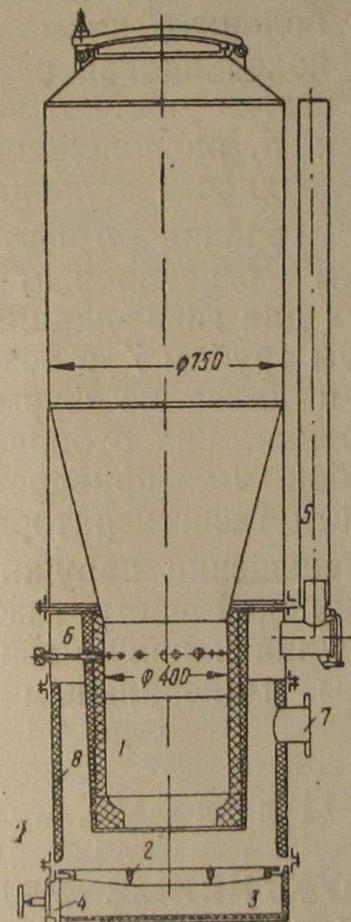


Рис. 16. Газогенератор опрокинутого процесса газификации (МСВ-84 м) для двигателя 52—65 л. с.

Воздух для газификации поступает по двум трубам 5 в воздушную полость 6 и далее, через фурмы, в камеру горения. Газ отбирается через патрубок 7, приваренный к газовой части камеры горения 8.

Газогенератор ЦНИИРФ-7 (рис. 17) работает на стандартном швырке и предназначен для двигателей мощностью 52—65 л. с.

По трубе 1 воздух поступает в кольцевое пространство 2 между внутренним и внешним кожухами. Поднимаясь вверх, воздух нагревается и через отверстие в плите 3 поступает в зону горения по тридцати двум фурмам 4, расположенным в два ряда.

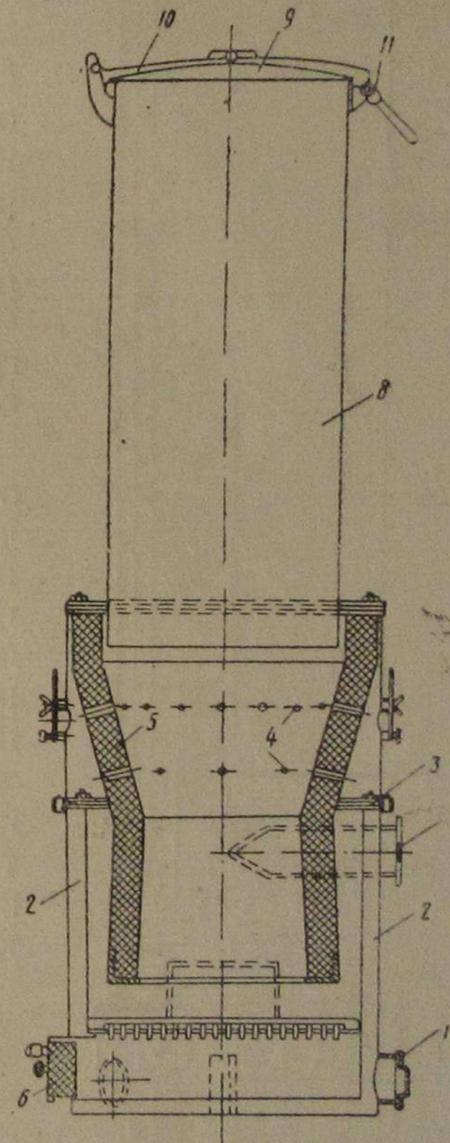


Рис. 17. Газогенератор опрокинутого процесса газификации (ЦНИИРФ-7) для газификации дров

Камера горения 5 газогенератора выполнена в виде двух усеченных конусов, обращенных вершинами друг к другу, и футерована огнеупорным кирпичом. Колосниковая решетка состоит из чугунных колосников балочного типа. Зольник очищают через люк 6. Газ отбирается через патрубок 7.

Бункер 8 имеет форму цилиндра и обеспечивает работу двигателя без догрузки в течение 30—50 минут. Швырок, зажатый ме-

таллическим кольцом, загружается вертикально в бункер черпак 9. Крышка люка оборудована пружинной траверзой 10 и опорной скобой 11.

На рис. 18 показан газогенератор, предназначенный для питания газом двигателя 1Д6-ГД мощностью 150 л. с.

Топливом для этого газогенератора служит швырок размера $500 \times 65 \times 65$ мм влажностью до 20%.

Бункер 1 газогенератора представляет собой цилиндр, на верхнем основании которого смонтирована крышка 2. В нижней части газогенератора 3, также цилиндрической формы, но большего диаметра, расположена колосниковая решетка. Очаговые остатки удаляют через гребной люк 5, расположенный на боковой поверхности зольника.

Камера горения 6 футерована стандартным огнеупорным кирпичом. Воздух для газификации поступает по двум трубам 7 в воздушную полость 8 и далее по фурмам 9 в камеру горения. Газ отбирается через патрубок 10, приваренный к нижней части газогенератора.

Для уменьшения наружной температуры нижней части газогенератора последняя и днище генератора изолированы минеральным войлоком.

Глава V

КОНСТРУКТИВНЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

§ 10. ЗАГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

В газогенераторах, работающих по прямому процессу газификации, конструкции загрузочных аппаратов (питателей) выбирают в зависимости от расхода топлива.

Загрузочные аппараты по принципу действия подразделяются на два типа:

б) питатели непрерывного действия с автоматическим обслуживанием.

Наиболее распространенным загрузочным аппаратом периодического действия является питатель с коническим затвором.

На рис. 19 показан питатель, применяемый в судовых газогенераторах для двигателей мощностью 52—65 л. с. Он состоит из цилиндрического бункера 1, крышки 2, затвора 3 и системы тяг с противовесом 4.

На некоторых конструкциях газогенераторных установок бункеры находятся непосредственно над шахтой газогенератора.

На рис. 20 представлен питатель бункерного типа газогенератора для двигателя мощностью 60 л. с.

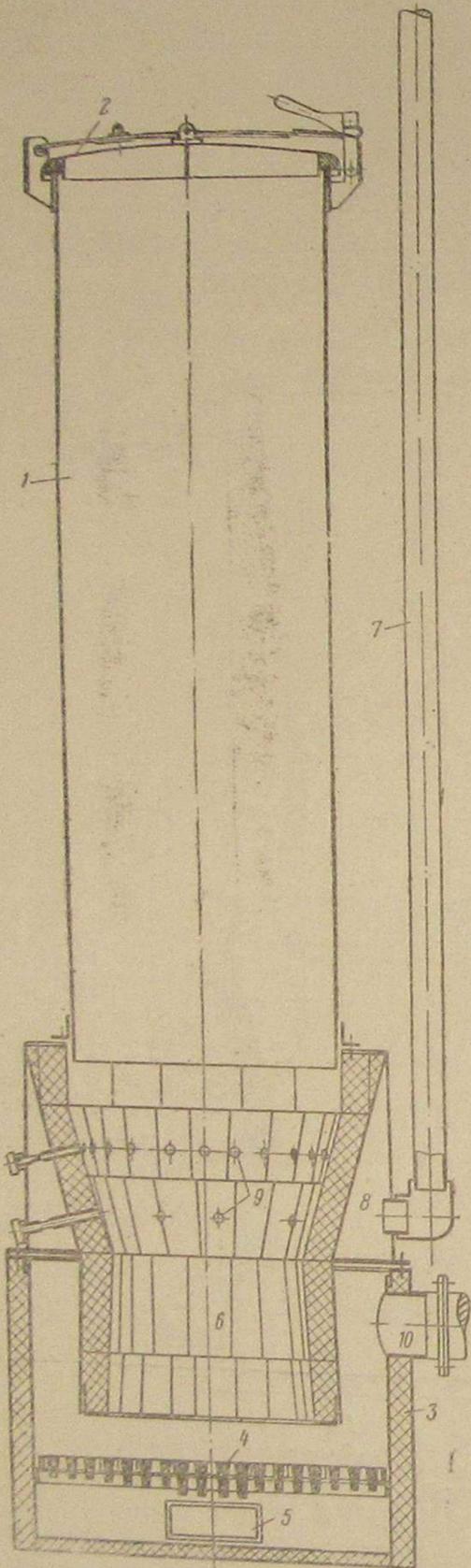


Рис. 18. Газогенератор опрокинутого процесса газификации для двигателя 1Д6-ГД

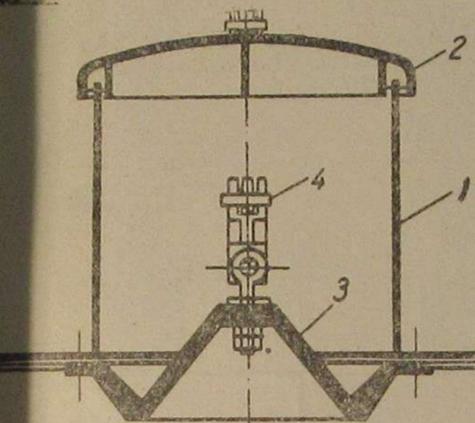


Рис. 19. Питатель периодического действия

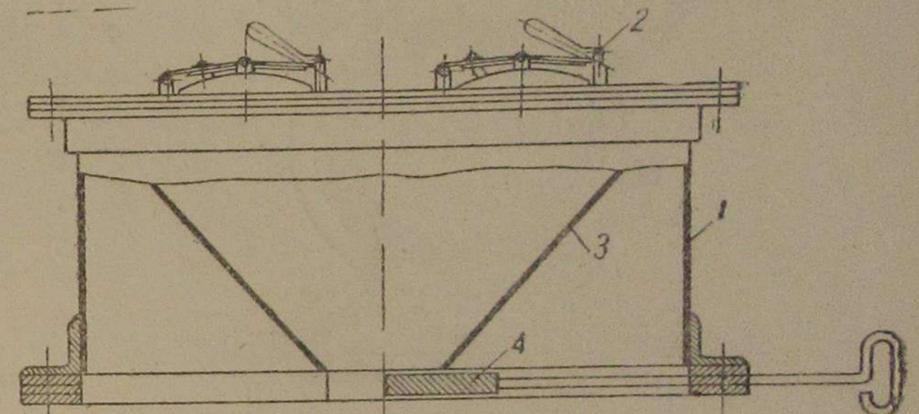


Рис. 20. Питатель бункерного типа

Питатель состоит из прямоугольного бункера 1, крышек 2, направляющего конуса 3 и шиберного затвора 4. Управление затвором производится из рулевой рубки с помощью тяг и рычагов.

Несмотря на простоту конструкции, существенным недостатком подобного типа питателя является дробление топлива, медленное закрытие затвора, а также необходимость затрачивать значительные усилия для передвижения шиберов.

Питатели указанных выше типов применяются в установках небольших мощностей, так как в генераторах с большой производительностью периодическая загрузка топлива трудоемка; кроме того, возникает непостоянство режима газификации и при больших интервалах между загрузками может появляться прогар слоя топлива в шахте газогенератора.

Судовые газогенераторы, предназначенные для питания газом двигателей мощностью выше 150 л. с., в большинстве случаев оборудуются питателями непрерывного действия.

Питатели непрерывного действия подразделяются на два вида: цилиндрические и лопастные.

Питатель цилиндрического типа (рис. 21) представляет собой барабан 1, внутри которого на горизонтальной оси вращается полый цилиндр 2. Часть боковой поверхности барабана и цилиндра срезана. Топливо из расходного бункера поступает в корпус 3 питателя, который допускает наполнение полого цилиндра на $\frac{3}{4}$ от

а) питатели периодического действия с ручным обслуживанием

объема. На внутренней поверхности полого цилиндра смонтировано приспособление 4 для очистки корпуса питателя от прилипающей угольной мелочи и пыли.

Пространство между торцевыми стенками цилиндра и боковыми крышками корпуса питателя заполнено сальниковыми прокладками 5 и 6, которые периодически смазываются через масленки установленные на боковых крышках барабана.

На внешней поверхности барабана имеется два регулировочных болта 8.

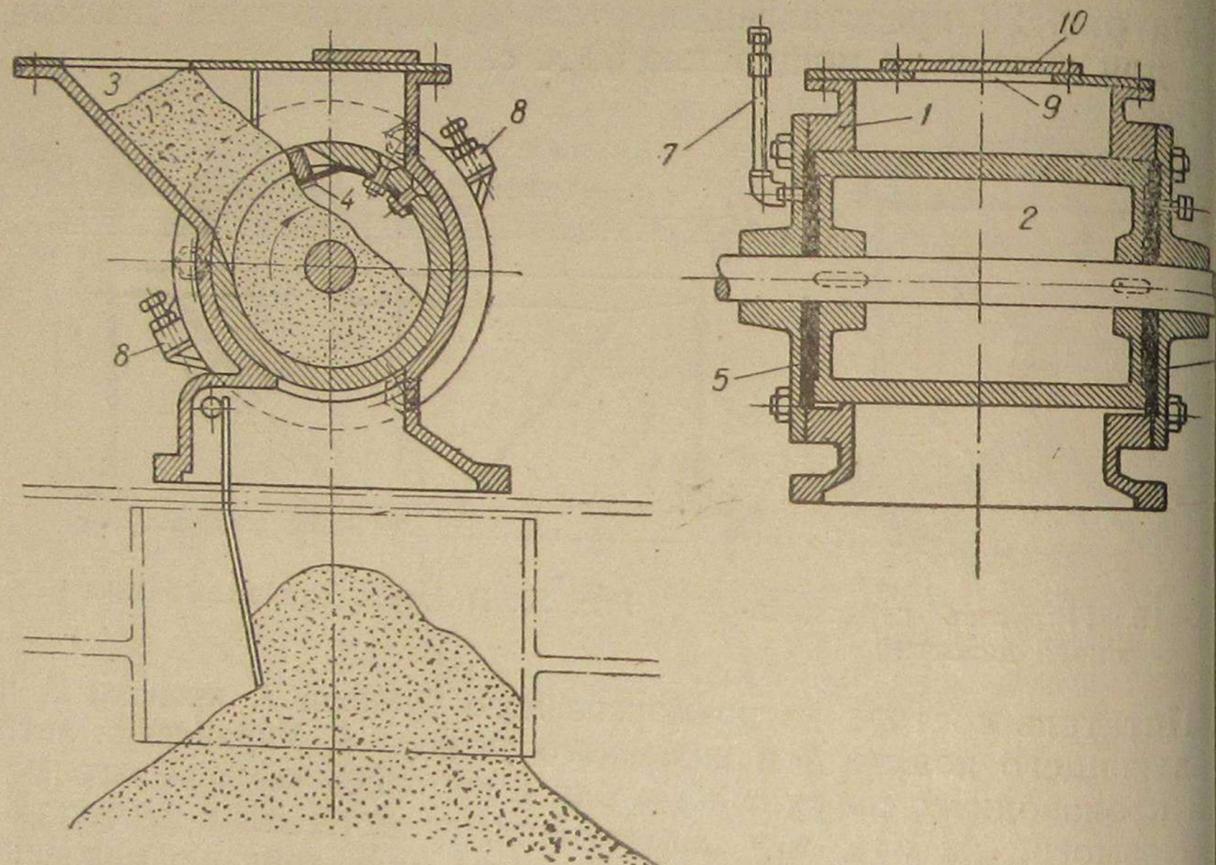


Рис. 21. Питатель цилиндрического типа

Осмотр внутренних деталей питателя производится через отверстие 9, закрываемое во время работы крышкой 10.

Цилиндр приводится во вращение от электромотора или трансмиссионного вала с помощью червячной передачи, эксцентрикового тяги и храпового колеса (рис. 22).

Постоянный уровень топлива в шахте генератора поддерживается с помощью регулирующего приспособления, показанного на рис. 23. Регулировочный лист 1 подвешен на горизонтальной оси в корпусе питателя. Наружный конец оси несет на себе противовес 3 и нажимную планку 4. Расположенный в одной плоскости с нажимной планкой конечный выключатель 5 соединен с электромагнитной катушкой собачки храпового колеса 6.

При наличии в шахте газогенератора низкого уровня топлива противовес 3 поддерживает регулировочный лист в положении, при котором нажимная планка находится в свободном состоянии, и питатель подает топливо в генератор (позиция 2). При максимальном уровне топлива в генераторе регулировочный лист переместится

вправо (позиция 1), вследствие чего нажимная планка 4 приведет в действие конечный выключатель, который включит в цепь электромагнитную катушку, а сердечник последней выведет из зацепления собачку с храповым колесом.

Часовая производительность цилиндрического питателя определяется уравнением:

$$Q = 0,047 d^2 l \psi \gamma n \text{ т/час,}$$

где:

- d — внутренний диаметр цилиндра в м;
- l — внутренняя длина цилиндра в м;
- ψ — коэффициент наполнения цилиндра, принимаемый в пределах 0,75—0,8;
- γ — насыпной вес топлива в кг/м³;
- n — число оборотов вала цилиндра в мин.

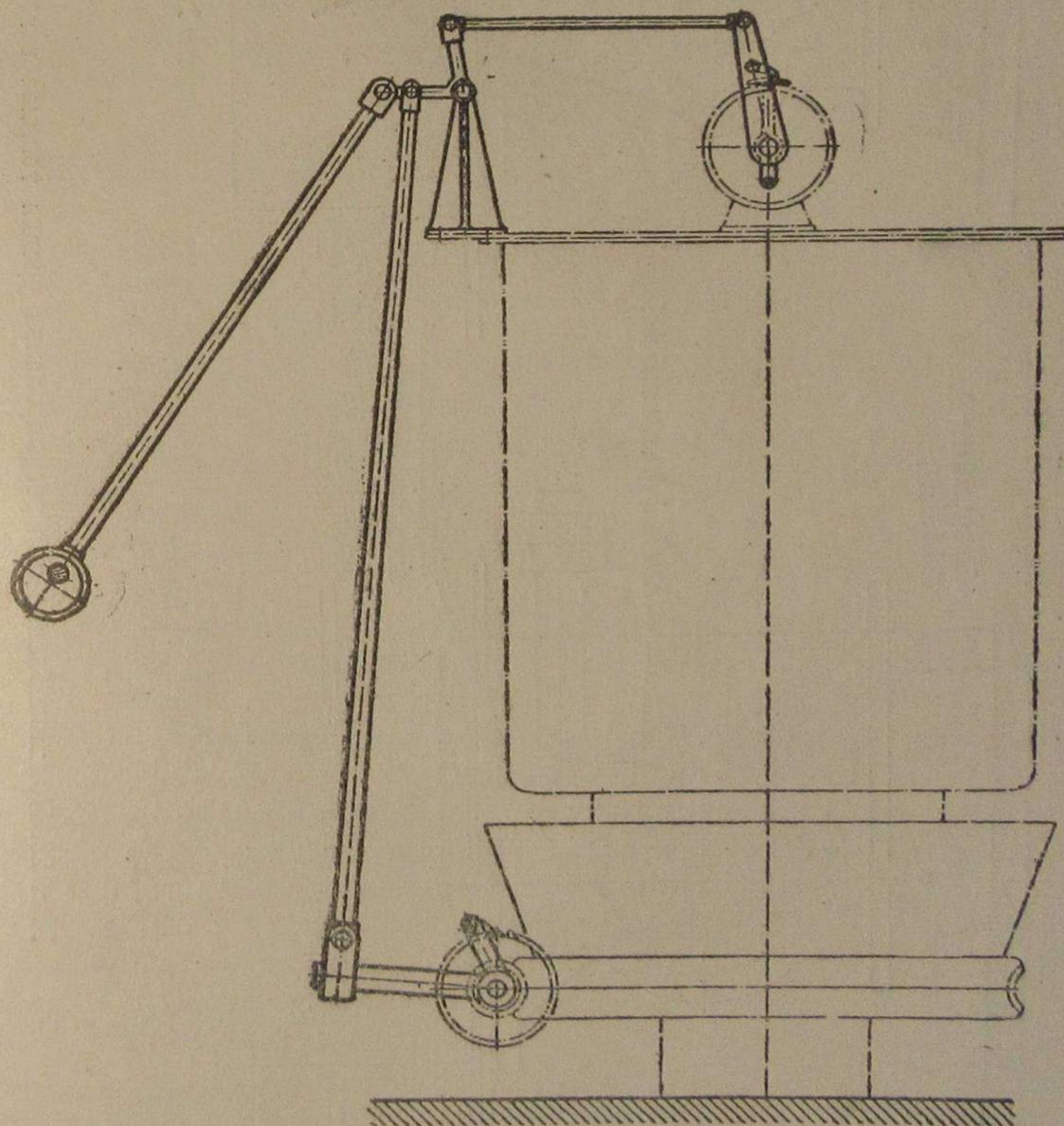


Рис. 22. Привод цилиндрического питателя

На рис. 24 показан питатель лопастного типа, который представляет собой пустотелый цилиндр с крыльчаткой, разделяющей

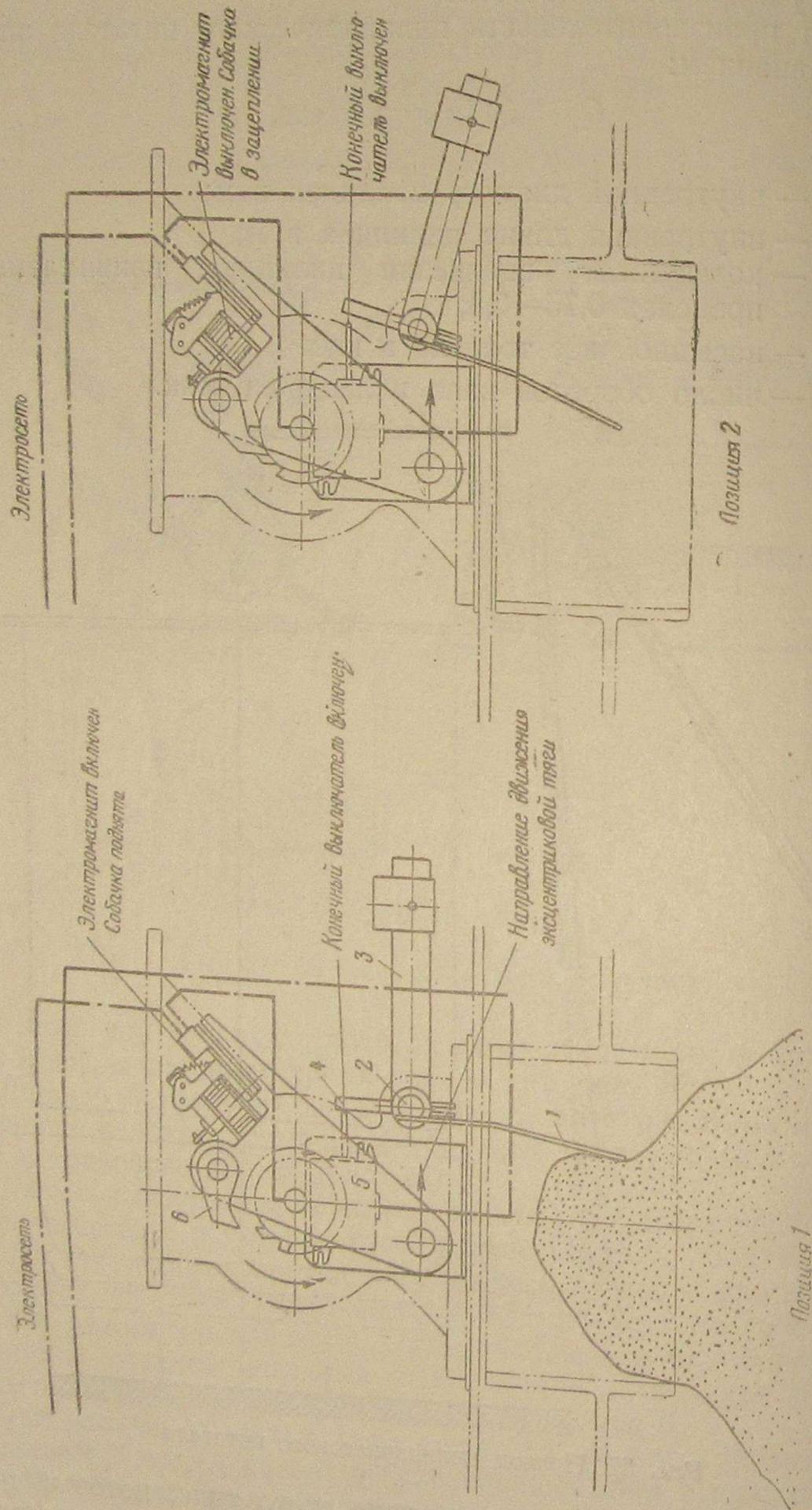


Рис. 23. Приспособление для регулирования уровня топлива в газогенераторе

внутренний объем цилиндра на секторы. Число секторов принимают от 3 до 12 в зависимости от производительности газогенератора. Часовое количество топлива, пропускаемое лопастным питателем, определяется по формуле:

$$Q_{л.п} = 0,06 m F l \gamma n \psi \text{ т/час,}$$

где:

- m — число секторов крыльчатки;
- F — площадь поперечного сечения сектора в м^2 ;
- l — длина сектора в м;
- n — число оборотов вала питателя в минуту;
- ψ — коэффициент наполнения, принимаемый обычно равным 0,8.

Необходимая мощность на валу приводного механизма определяется по формуле:

$$N = \frac{N_o}{\eta} k_2 \text{ кВт,}$$

причем:

$$N_o = 0,0005 P_n F_o D n t g \varphi \kappa_1 \text{ кВт;}$$

где:

- P_n — давление топлива в бункере, в плоскости крыльчатки;
- F_o — площадь сечения выходного отверстия бункера в м^2 ;
- D — диаметр крыльчатки в м;
- n — число оборотов крыльчатки в мин.;
- f — угол естественного откоса топлива (в условиях движения);
- $t g \varphi = f = 0,5 - 0,85$ (коэффициент трения материала по материалу);
- κ_1 — коэффициент пропорциональности (обычно κ_1 для антрацитов принимается равным 1,0, для бурых углей — 2,0);
- k_2 — коэффициент запаса мощности, принимаемый равным 1,1—1,2;
- η — коэффициент полезного действия привода, который характеризуется данными, приведенными в табл. 16.

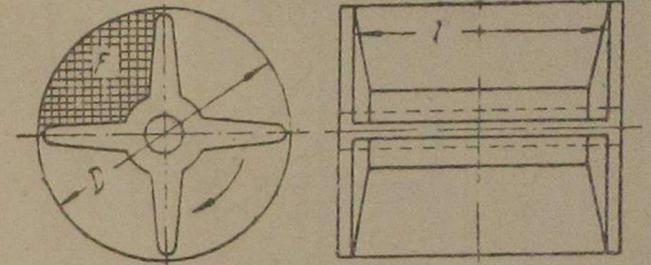


Рис. 24. Схема питателя лопастного типа

Таблица 16

Тип передачи	к. п. д.
Ременная	0,96
Клино-ременная	0,95
Цепная	0,92
Зубчатая открытая с необработанными зубьями	0,90
Зубчатая открытая с фрезерованными зубьями	0,95
Зубчатый редуктор (на каждую пару колес)	0,97
Червячный редуктор с однокордовым червяком	0,65
" " с двухкордовым червяком	0,75
" " с трехкордовым червяком	0,85
" " с самотормозящим червяком	0,35
Вал ведущего барабана или звездочек	0,97

§ 11. МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ТОПЛИВА

Для передвижения топлива от главных бункеров к питателям газогенераторов применяются различные механизмы, ковшевые элеваторы, подъемники, винтовые конвейеры и т. п., в зависимости от удобства применения той или иной конструкции.

Ниже приводится описание механизмов подачи топлива наиболее распространенных типов и расчетные данные по ним.

Ковшевые элеваторы. Общий вид ковшевого элеватора, применяемого на газоходах, с главными двигателями мощностью 300—350 л. с., показан на рис. 25.

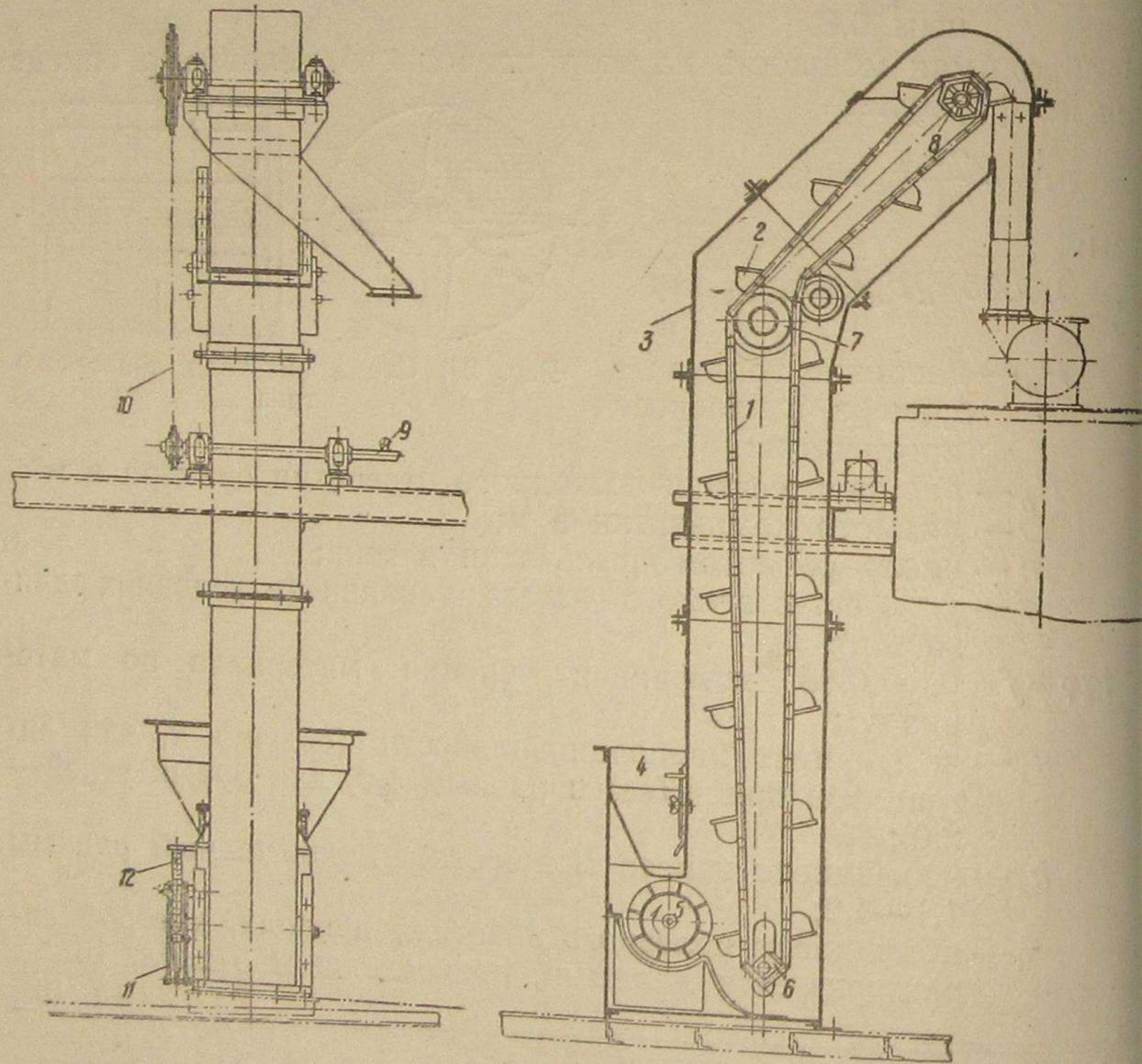


Рис. 25. Ковшевой элеватор

Пластинчатая тяговая цепь 1 с ковшами 2 заключена в металлический корпус 3. В нижней части элеватора размещены расходный бункер 4, дозировочный барабан 5 и ведомый барабан. В верхней части корпуса установлены поддерживающие ролики и ведущий барабан 8. При работе главного двигателя трансмиссионный вал 9 с помощью цепной передачи 10 приводит в движение ведущий барабан 8, тяговую цепь 1 и ковши элеватора 2. Однов-

менно с этим начинает вращаться дозировочный барабан 5, соединенный эксцентриковым приводом 11 и храповым колесом 12 с валом ведомого барабана 6.

Из расходного бункера топливо подается дозировочным барабаном в ковши элеватора строго определенными порциями. Производительность дозировочного барабана регулируется изменением плеча эксцентриковой тяги. Управление работой элеватора автоматическое. При заполнении шахты генератора топливом нажимная планка регулировочного приспособления питателя (конструктивное выполнение которого описано выше) включает электромагнит, вследствие чего переключающая вилка, соединенная с сердечником магнита, разъединяет фрикционную муфту приводного вала и элеватор прекращает подачу топлива. Работа элеватора возобновляется лишь тогда, когда топливо в генераторе освободит регулировочный лист питателя. При свободном положении регулировочного листа нажимная планка выключает электромагнит, а переключающая вилка под действием пружины соединяет фрикционную муфту приводного вала.

Производительность ковшевого элеватора определяется по формуле:

$$Q = 3,6\varphi \frac{i}{a} \gamma v \text{ т/час,}$$

где:

- φ — коэффициент наполнения, обычно равный 0,6—0,7;
- i — емкость ковшей в м³;
- a — расстояние между ковшами в м;
- γ — насыпной вес топлива, равный 0,7—0,86 в т/м³;
- v — скорость движения, равная 0,3—0,6 м/сек.

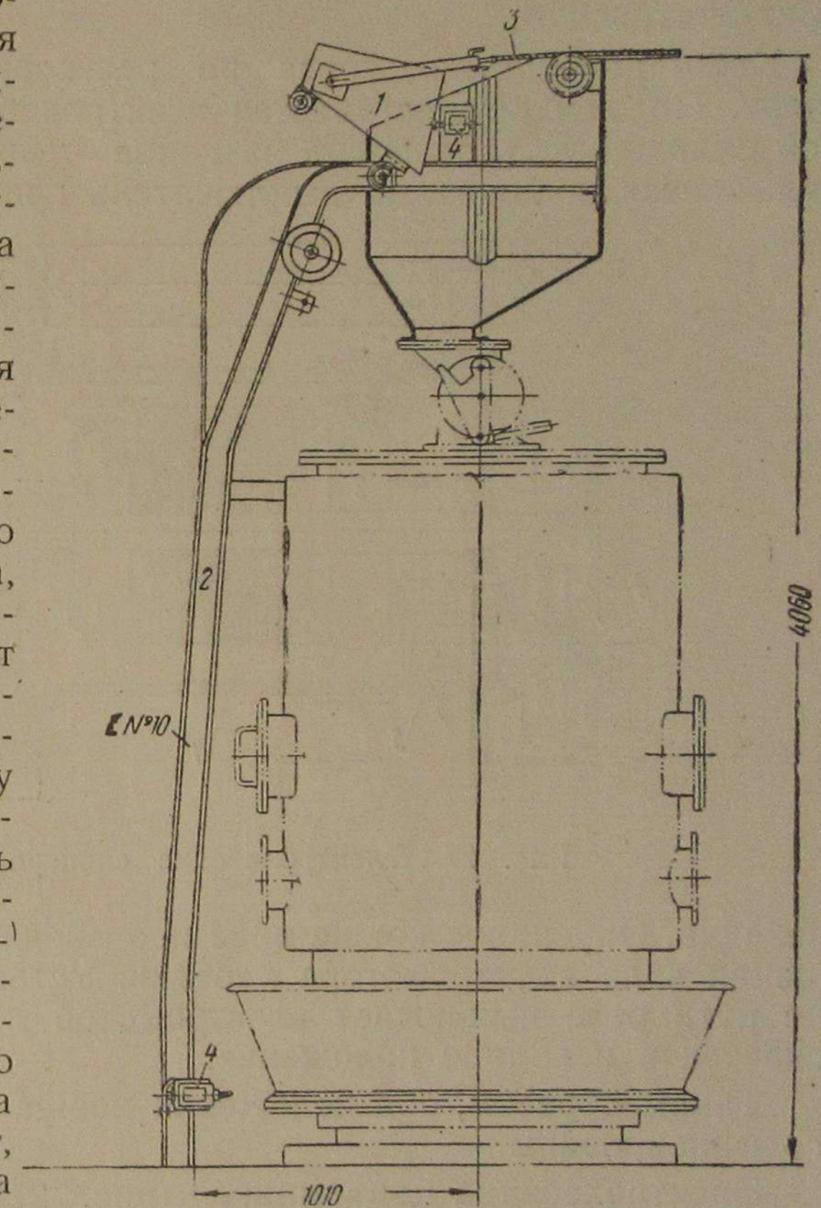


Рис. 26. Скиперный подъемник

Скиперный подъемник. Наряду с ковшевыми элеваторами для загрузки топлива в шахту генератора применяются скиперные подъемники.

Скиперный подъемник (рис. 26) состоит из ковша 1 емкостью 0,07 м³, рельсового пути 2, троса 3, электролебедки и конечных выключателей 4.

Ковш посредством троса по рельсовым путям поднимается вверх. Подъем осуществляется электролебедкой. Дойдя до стопорной планки, установленной на конце рельсового пути, ковш опрокидывается, а конечный выключатель прекращает работу электро-

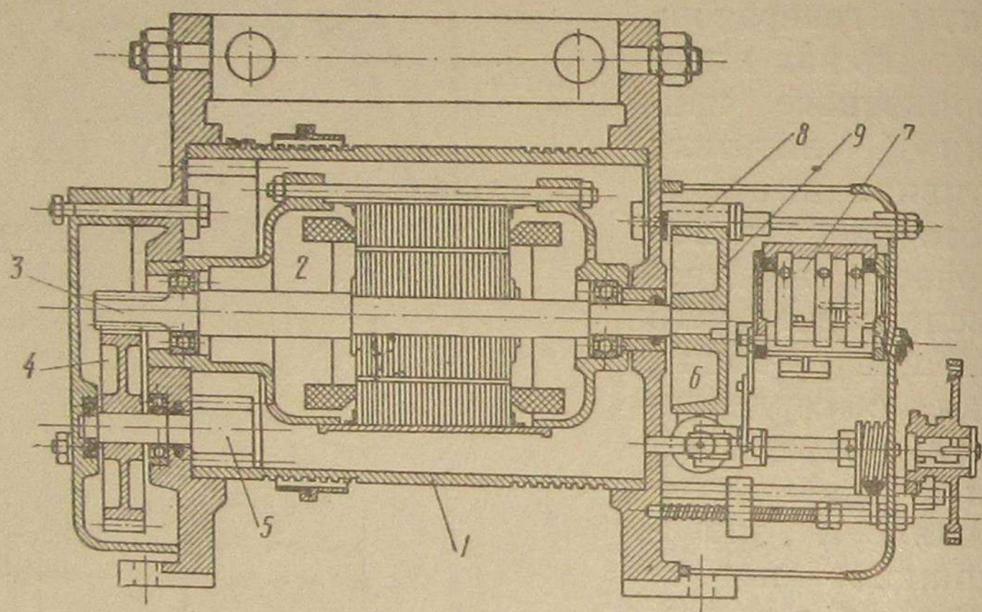


Рис. 27. Электролебедка скиперного подъемника

лебедки. Опускание ковша вниз производится путем изменения вращения вала электромотора лебедки. Установленное в нижнем конце пути реле выключает электромотор лебедки, когда ковш опрокидывается в исходное положение.

Таким образом, оба положения ковша (верхнее и нижнее) строго фиксированы.

Электролебедка подъемника (рис. 27) представляет собой большой барабан 1, внутри которого смонтирован электромотор 2 мощностью 0,66 квт с двухсторонним валом якоря. Шестерни 3, 4 и соединяют вал электромотора с барабаном лебедки.

На правой стороне вала мотора смонтированы электромагнитный тормоз 6 и реверсивный переключатель 7. Работа электромагнита и тормозного устройства заблокирована с помощью электромагнита и реверсивного переключателя. При выключенном электромоторе тормозные колодки 8 зажимают шкив 9 тормоза и не допускают вращения барабана лебедки под действием ковша с топливом. Тормозные колодки автоматически освобождают шкив, как только электромотор будет включен в электрическую сеть.

Пусковое устройство электромотора позволяет включать электромотор на правое и левое вращение, а также останавливать его по мере надобности. Подъемник включают при звуковом сигна-

конечного реле расходного бункера, извещающем о необходимости наполнения бункера топливом.

Винтовые конвейеры. Винтовые конвейеры (шнеки) к питателям применяются в установках для газификации антрацита и кокса.

На рис. 28 схематически показан винтовой конвейер в сочетании с цилиндрическим питателем.

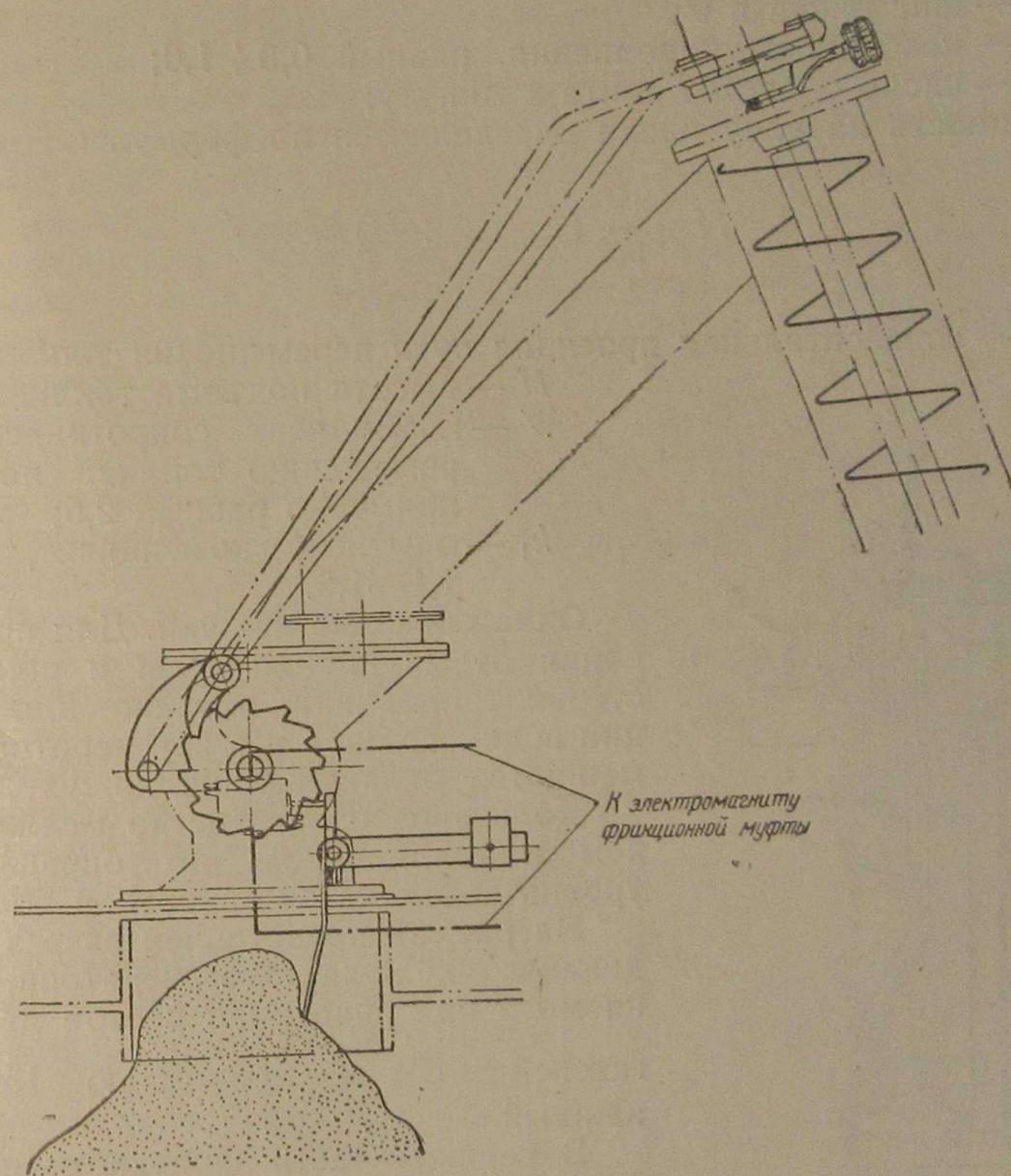


Рис. 28. Схема винтового конвейера

На нижнем конце вала (на рисунке не показан) смонтированы приводной шкив и упорный подшипник.

Вращение винта шнека производится ременной передачей от трансмиссионного вала, приводимого в действие главным двигателем.

Пуск и остановка шнека осуществляются при помощи конечного реле и электромагнитной фрикционной муфты.

Принцип работы устройства автоматического управления шнеком аналогичен разобранным ранее (см. ковшевые элеваторы).

Производительность подачи топлива шнеком определяется уравнения:

$$Q = 0,47D^2\gamma S\psi n \text{ т/час};$$

где:

- D — диаметр винта в м;
- γ — насыпной вес топлива кг/м³;
- S — шаг винта в м;
- ψ — коэффициент наполнения, равный $0,8 \div 1,0$;
- n — число оборотов винта в минуту;

Мощность на валу диска определяется по формуле:

$$N = \frac{Q}{367} (L_2 - W + H) k_1 \text{ кВт.}$$

где:

- L_2 — горизонтальная проекция пути перемещения топлива;
- H — высота подъема топлива в м;
- W — коэффициент сопротивления перемещению топлива по трубе примерно равный 2,5;
- k_1 — опытный коэффициент, равный 1,1—1,2.

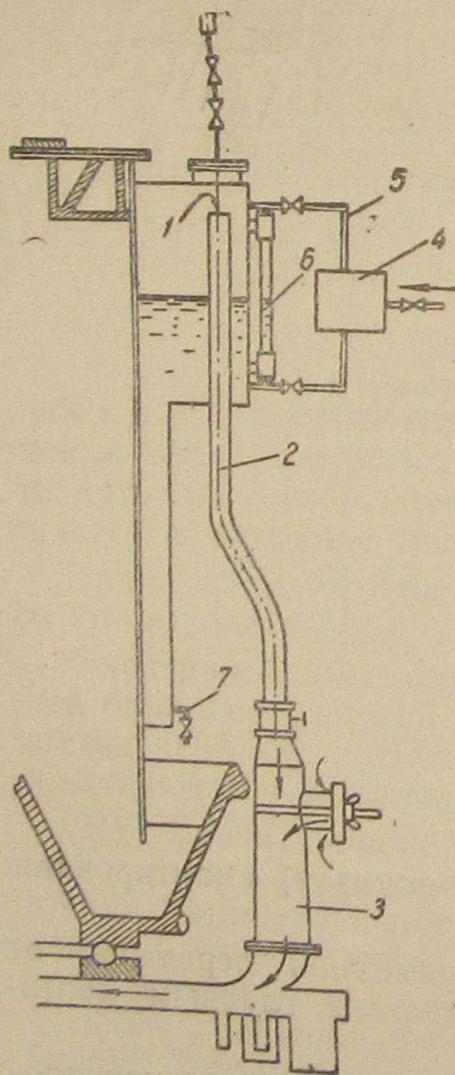


Рис. 29. Разрез охлаждающего кожуха газогенератора

Охлаждающие кожухи. Для предохранения от налипания золы и шлаков на стенки топливника, а также для получения водяного пара в газогенераторах применяются охлаждающие кожухи.

Кольцевое пространство между кожухом и топливником до определенного уровня заполняется забортной водой.

На рис. 29 представлен разрез охлаждающего кожуха газогенератора, применяемого при спаренной работе двух двигателей 6ГСЧ $\frac{22}{28}$ мощностью 150 л.с. каждый.

В верхней части кожуха расположен паросборник 1, из которого пар по трубопроводу 2 отводится в смесительную камеру 3. Так как избыточное давление пара нарушает регулировку смесителя процесс газификации, то во время работы газогенератора избыток пара направляется в трубчатый холодильник, а конденсат возвращается обратно в кожух.

В некоторых конструкциях газогенераторов конденсат используется также для питания котлов парового отопления для питания кожуха забортной водой и сохранения постоянного уровня воды производится поплавковым автоматом

При неисправности поплавкового автомата забортная вода может быть подана в кожух по трубопроводу 5, уровень воды контролируется в этом случае по водомерному стеклу 6.

Периодическая продувка паро-водяного пространства кожуха осуществляется через продувочные краны 7. Внутренние стенки кожуха очищают через специальные люки, расположенные на его боковой поверхности.

В некоторых конструкциях газогенераторов забортная вода подается насосом охлаждения двигателя в расходную водяную цистерну и из нее через поплавковый автомат в охлаждающий кожух.

Смесители воздуха и пара. Паровоздушная смесь, необходимая для нормальной работы газогенератора, готовится в специальных смесительных устройствах.

Паровоздушный смеситель (рис. 30) газогенератора состоит из дроссельной заслонки 1, камеры смешения 2, шиберы 3 на патрубке всасывания воздуха. Изменение температуры паровоздушной смеси контролируется термометром, который вводится через штуцер 4. Пар подводится по трубе 5, а воздух — через патрубок 6. В камере смешения пар перемешивается с воздухом и направляется под колосники газогенератора. Паровоздушный смеситель рассмотренной конструкции применяется в газогенераторах, обслуживающих двигателя мощностью 150—350—375 л.с.

В зависимости от свойств газифицируемого топлива и форсировки температура паровоздушной смеси устанавливается в 55—65° Ц.

Колосниковые решетки и золоудаление. Колосниковые решетки предназначены для поддержания слоя топлива, удаления шлака и распределения смеси по сечению шахты газогенератора. В газогенераторах опрокинутого и горизонтального процессов газификации колосниковые решетки выполняют только часть указанных операций.

Из различных по конструктивному выполнению колосниковых решеток в судовых газогенераторах нашли применение решетки следующих типов.

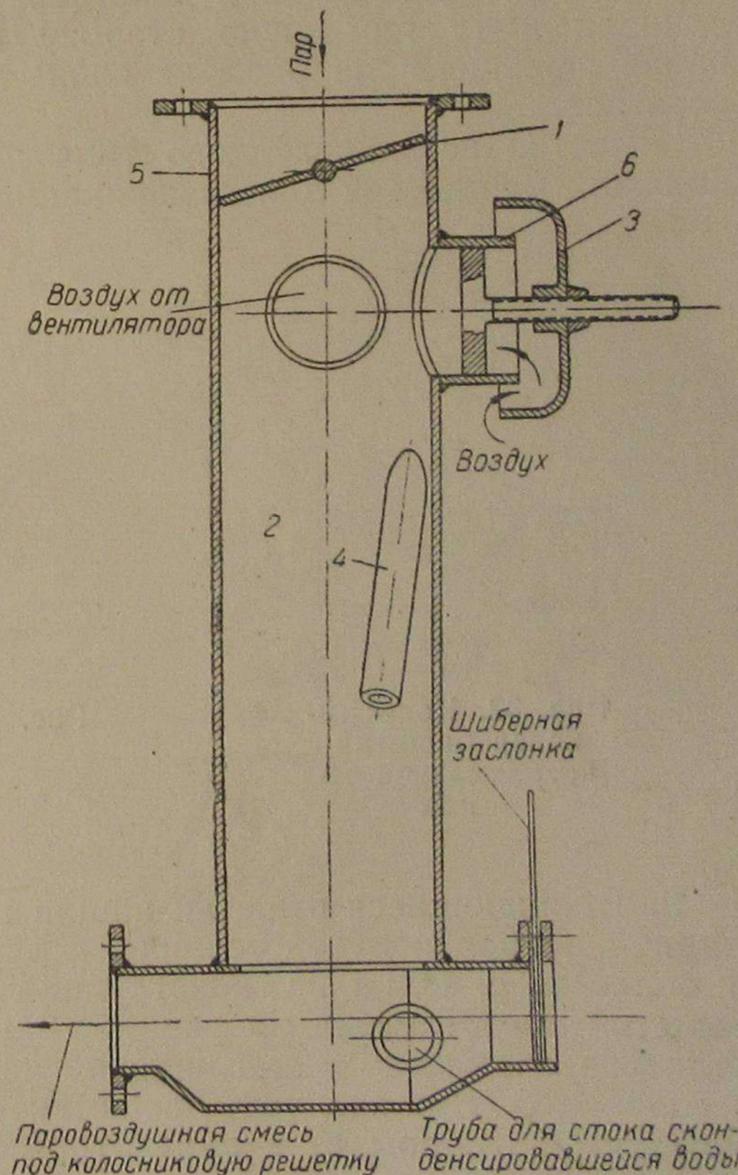


Рис. 30. Паровоздушный смеситель

Питание охлаждающего кожуха забортной водой и сохранение постоянного уровня воды производится поплавковым автоматом

1. Неподвижные — колосники лежат на опорах из углового железа, приваренного к внутренней поверхности зольника (рис. 31).

Неподвижные колосниковые решетки применяются для газогенераторов небольших мощностей, работающих на малозольном топливе.

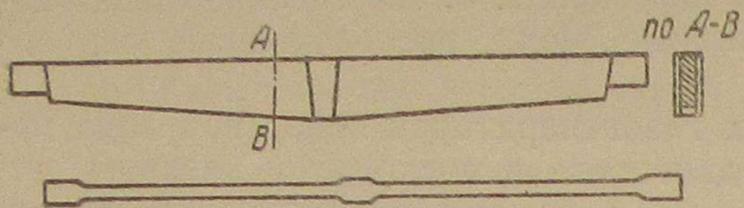


Рис. 31. Неподвижный колосник

Подвижные колосники смонтированы на двух горизонтально расположенных осях, которые с помощью шарнирных тяги связаны между собой.

Установленная на свободном конце одной из осей рукоятка служит для приведения в действие подвижных колосников. Поворачивая в ту или иную сторону рукоятку, производят встряхивание лежащего на решетке слоя топлива и удаление очаговых остатков.

Решетки встряхивающего типа применяются в установках на больших мощностях для газификации антрацита и торфа.

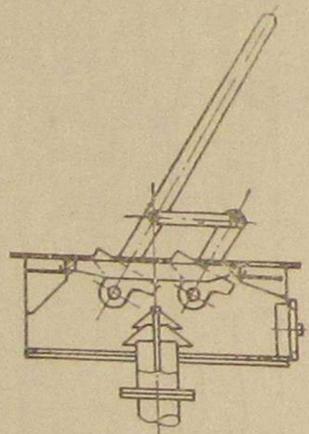


Рис. 32. Колосниковая решетка встряхивающего типа

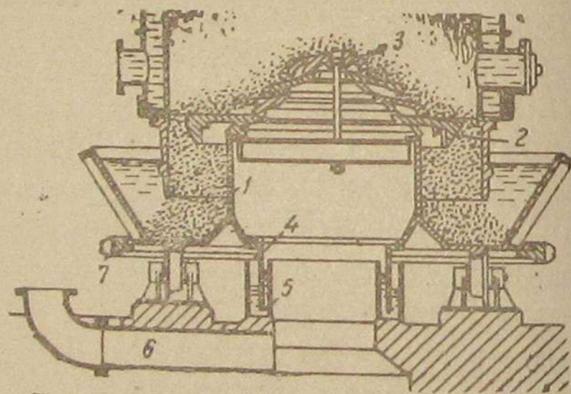


Рис. 33. Колосниковая решетка вращающегося типа

3. Вращающиеся решетки нашли широкое применение в стационарной и транспортной технике, в установках с двигателями в 30 и более л. с. Одна из конструкций вращающейся колосниковой решетки представлена на рис. 33. Решетка состоит из основания, отлитого совместно с зольниковой чашей, кольцевых колосников и головки 3. Нижняя часть решетки — юбка 4 — снабжена гидравлическим затвором 5, а в некоторых конструкциях — сухим сапунным затвором.

Паровоздушная смесь подводится под решетку по трубе 6. В избежание засорения зазоров колосники установлены так, что вер-

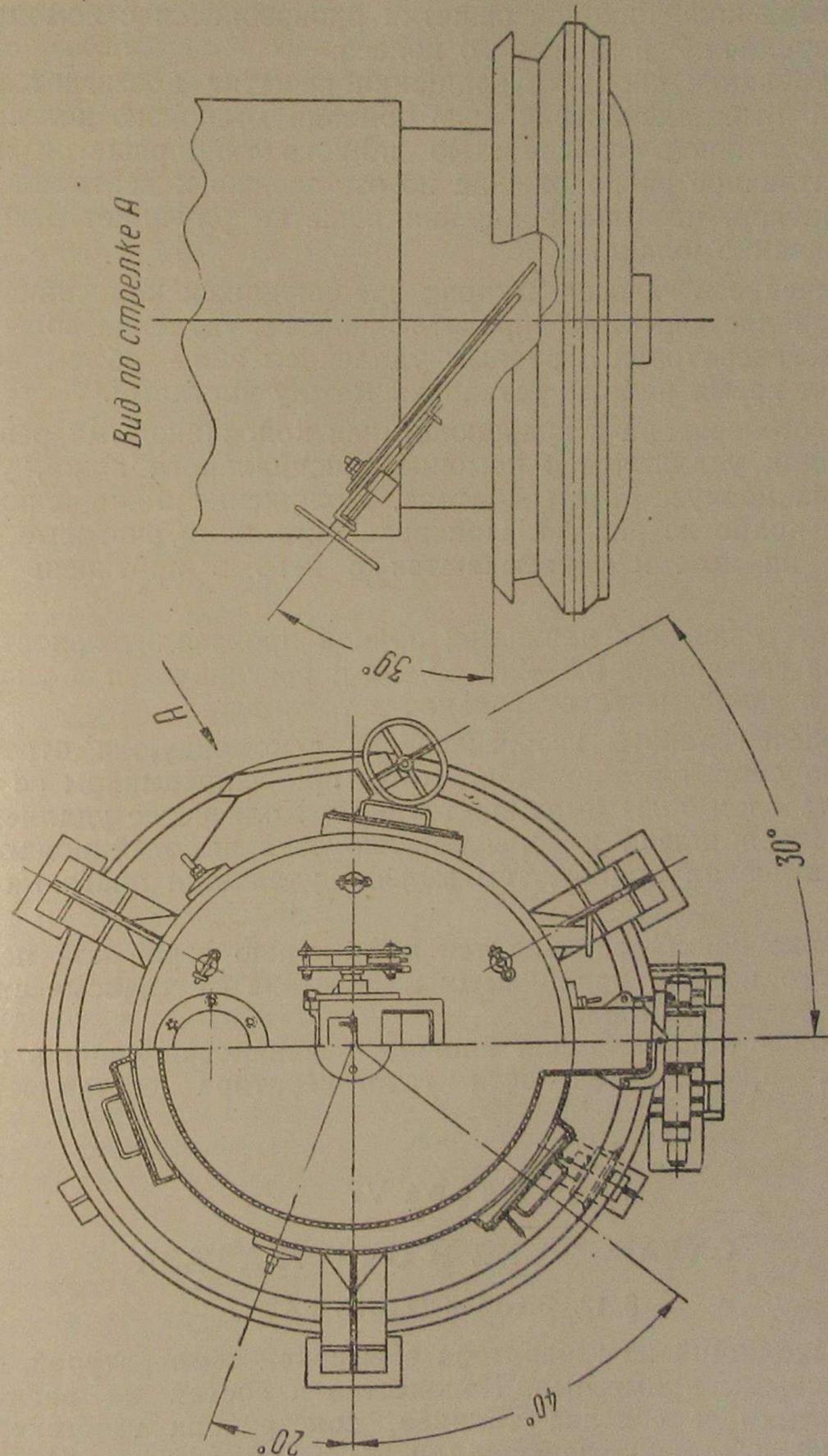


Рис. 34. Положение шлакового ножа в зольной чаше

ний колосник частично перекрывает нижний. Опорой зольниковой чаши, а следовательно, и колосниковой решетки служат ролики или стальные шары.

Вращение колосниковой решетки производится с помощью червячной передачи 7 и храпового колеса.

Регулирование скорости вращения решетки достигается путем изменения плеча эксцентрикового привода храпового колеса.

Конструктивной особенностью данного типа решеток является их эксцентричное расположение по отношению к вертикальной оси газогенератора, что при вращении решетки улучшает разрушение и выталкивание шлака.

Применение в газогенераторах вращающихся колосниковых решеток позволяет автоматизировать процессы удаления золы и шлака. В газогенераторах с ручным удалением золы объем зольника определяет время работы установки между чистками.

Из газогенератора с вращающимися колосниковыми решетками зола и шлак удаляются с помощью специального ножа, установленного на корпусе газогенератора. Положение ножа в зольниковой чаше видно из рис. 34. При вращении чаши очаговые остатки набегают на нож и сбрасываются с него в противень или на слань.

Скорость вращения чаши при полной производительности газогенератора составляет 0,5—2,0 об/час и регулируется в указанных пределах в зависимости от зольности топлива.

В процессе работы газогенератора рекомендуется отрегулировать число оборотов чаши так, чтобы при непрерывном ее вращении высота слоя золы была постоянной. Количество удаляемых из газогенератора шлака и золы регулируется высотой подъема ножа. Чем выше он поднят, тем меньше удаляется очаговых остатков.

Вращение чаши производится с помощью червячной передачи и храпового колеса, приводимых в действие от трансмиссионного вала или электромотора.

Потребная мощность для привода зольниковой чаши в зависимости от производительности газогенератора составляет 1,5—2,0 л. с.

Глава VI

ОХЛАЖДЕНИЕ И ОЧИСТКА ГАЗА

§ 12. ОХЛАЖДЕНИЕ ГАЗА

Газ, выходящий из генератора с высокой температурой, загрязнен различными примесями. Количество и состав их зависят от характеристик и состава топлива, конструкции газогенератора, способа и форсировки газификации.

Такой газ для питания поршневых двигателей непригоден, так как высокая температура его снижает коэффициент наполнения,

механические и химические примеси (пыль, смола, сера и т. п.) вызывают засмоление и преждевременный износ клапанов, поршневых колец и цилиндров двигателя. Поэтому газогенераторы, предназначенные для питания поршневых двигателей, снабжаются охладителями и очистителями газа.

В отличие от автотракторных установок, где применяется воздушное охлаждение газа, в судовых установках он охлаждается водой, что дает возможность значительно сократить объем и поверхность охладителей и одновременно обеспечить более совершенную очистку газа от механических и химических примесей.

Охлаждение и первичная очистка генераторного газа происходят в скрубберах путем прямого контакта между водой и газом.

Охладители газа скрубберного типа представляют собой цилиндрические или прямоугольные сосуды, в которых генераторный газ движется навстречу воде, поступающей в скруббер в распыленном виде.

В некоторых конструкциях предварительное охлаждение газа производится в скрубберах непосредственного действия, одна из разновидностей которых показана на рис. 35. Скруббер представляет собой цилиндр 1, в крышке которого расположена водоподводящая труба 2. Поступающий в скруббер газ по патрубку 3 охлаждается путем непосредственного соприкосновения с водой, разбрызгиваемой тремя специальными форсунками 4, расположенными на водоподводящей трубе.

На рис. 36 показан скруббер, в конструкции которого для большего контакта газа с водой применены металлические диски.

Сварной цилиндрический корпус 1 скруббера выполнен из листовой стали. В нижней части корпуса приварен патрубок 2, по которому горячий газ поступает в скруббер. В середине корпуса имеются косынки 3, на которых установлены диски 4, служащие для направления потока газа. На боковой поверхности расположен люк 5 для очистки дисков от скопившейся на них угольной пыли. На крышке скруббера размещены: предохранительный клапан 6;

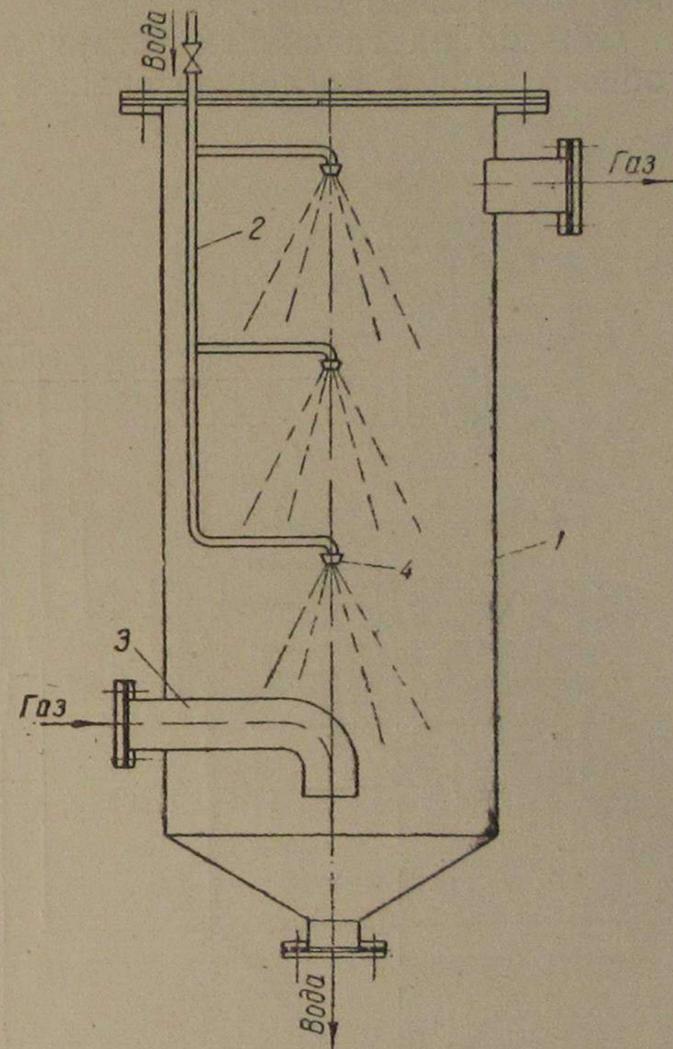


Рис. 35. Скруббер без насадок

трубы охлаждающей воды 7 и приспособление 8 для очистки ор
сительного устройства 9.

Горячий и неочищенный газ, подведенный в нижнюю част
скруббера по патрубку 2, проходит лабиринт дисков 10, подвер
гаясь одновременно промывке и охлаждению водой, выходящей
распылителей 11. Охлажденный и получивший первичную очистку
газ по патрубку 12 отводится из скруббера, а вода по трубе 13
направляется за борт.

Обычно на газоходах устанавливаются по два скруббера по
добного типа с последовательным их включением в сеть газопро

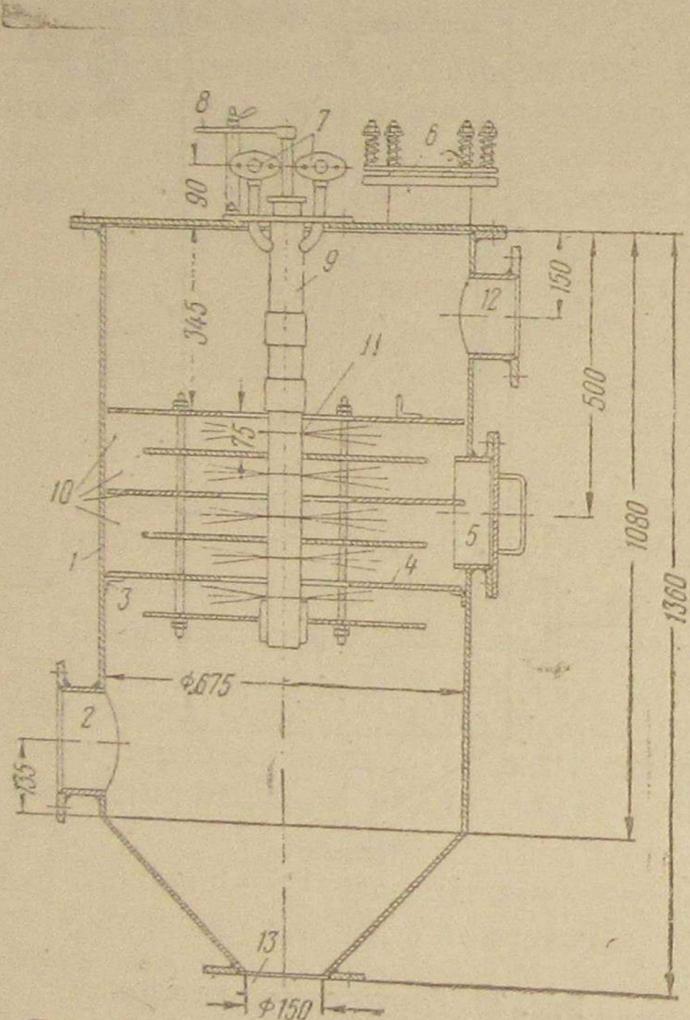


Рис. 36. Скруббер с металлическими
дисками и горизонтальным распыливанием
воды

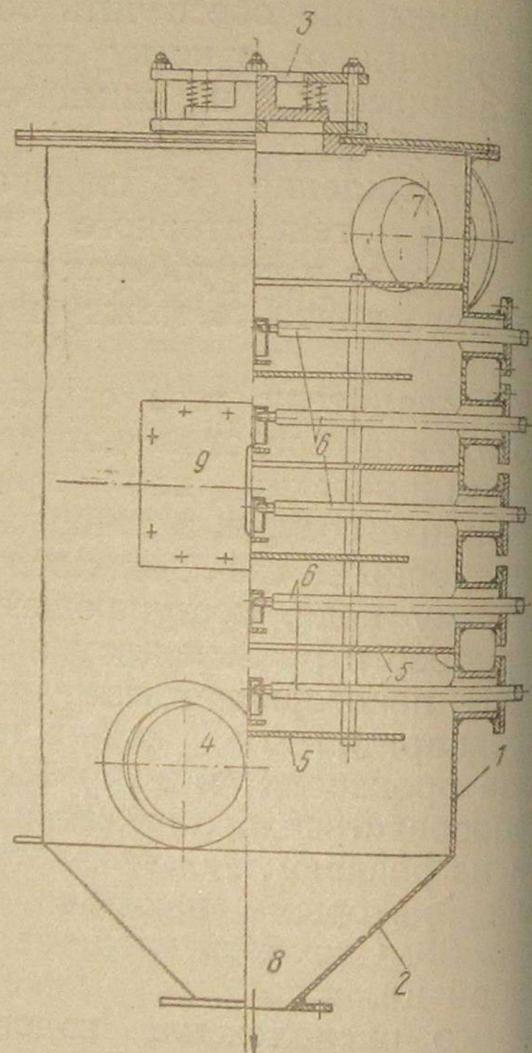


Рис. 37. Скруббер с вертикаль
но расположенными распылите
лями

вода. В некоторых установках охлаждение и очистка газа в пер
вом скруббере происходят по принципу «противотока», т. е. газ
и вода движутся навстречу друг другу, а во втором — по принципу
«потока», т. е. газ и вода движутся параллельно.

Несколько измененную конструкцию по сравнению с предыду
щей имеет скруббер, изображенный на рис. 37.

Корпус 1 скруббера представляет собой цилиндр, заканчиваю
щийся в нижней части усеченным конусом 2. На крышке корпуса
смонтирован пружинный предохранительный клапан 3. Генератор
ный газ по патрубку 4 поступает во внутреннюю часть скруббера,
заполненную металлическими дисками 5, между которыми распо

ложены распылители воды 6. Проходя через лабиринт дисков, газ,
соприкасаясь с водой, выходящей из распылителей, охлаждается
и очищается от примесей и по патрубку 7 направляется во второй
скруббер. Отработавшая вода через отверстие 8 в днище корпуса
отводится за борт. Для осмотра внутренней части скруббера на его
боковой поверхности имеется люк 9.

Для одновременного охлаждения и очистки газа на газоходах
мощностью 22—45 л. с. устанавливаются очистители типов ГАЗ-42
и ЗИС-21. Конструктивное выполнение очистителя
ГАЗ-42 представлено на рис. 38.

Очиститель состоит из корпуса цилиндрической
формы цельносварной конструкции.

В нижней и средней частях корпуса укреплены
сетки 1, служащие опорами для фильтрующего ма
териала. Газ из генератора поступает по патрубку 2
в нижнюю часть очистителя. Пройдя всю толщу
фильтрующего материала, находящегося на сет
ках 1, газ через щелевую газоотводящую трубу 3
направляется к двигателю.

Фильтрующим материалом служат небольшие
металлические цилиндрики 4 (так называемые ме
таллические кольца). Проходя через два слоя колец,
орошаемых водой из водоструйной гребенки 5, газ
очищается от механических примесей.

Вода собирается в поддоне очистителя и стекает
за борт по трубе 6. Через люк 7 производится очист
ка поддона. В средней и верхней частях очистителя расположены
люки 8 и 9 для загрузки и выгрузки очистительной массы. Все три
люка закрываются взаимозаменяемыми крышками.

Конструкции очистителей ЗИС-21 и ГАЗ-42 одноптипны и отли
чаются лишь размерами.

В табл. 17 приведены основные данные по обеим конструкциям
очистителей.

Таблица 17

Тип очистителя	Наружный диаметр в мм	Высота в мм	Площадь поверхности в м ²	Объем очистительной массы в л
ГАЗ-42 (для двигателей 22—32 л. с.)	404	1405	2,04	70
ЗИС-21 (для двигателей 35—45 л. с.)	384	1810	2,41	95

Помимо разобранных выше конструкций в судовых установках
широко применяются также скрубберы с коксовыми насадками.

В газогенераторных установках для двигателей мощностью
52—65 л. с. широкое применение получили скрубберы типа МСВ-87
(рис. 39).

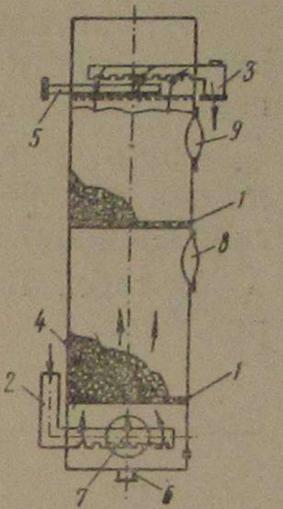


Рис. 38. Очиститель газа для
двигателя
ГАЗ-42

В верхней части скруббера смонтированы распылитель воды отборная труба охлажденного газа 2. В нижней его части расположены подводящая труба неочищенного горячего газа 3 и патрубок сточной воды 4. Внутреннее пространство очистителя 5 заполнено коксом.

Поданный по трубе 3 горячий газ проходит через слой кокса обильно орошаемого водой из распылителя 1. Струйки воды очищают газ от твердых частиц и одновременно охлаждают его.

Отработавшая вода удаляется по патрубку 4 за борт. Очистка нижней части скруббера от выпавших из газа механических примесей производится через спускную пробку 6.

Однотипная конструкция скруббера (отличающаяся от предыдущей только размерами) применяется в установках для двигателей мощностью 120—150 л. с.

В табл. 18 приведены основные размеры обоих типов скрубберов.

Таблица 18

Тип скруббера	Высота в мм	Диаметр в мм	Диаметр газоподводящей трубы в дюймах	Диаметр трубы охлад. газа в дюймах	Диаметр водоподводящей трубы в дюймах	Высота насыпки в мм
МСВ-87	1300	560	4	3	1 $\frac{1}{4}$	450
МО-ЦТКБ	1925	615	5	4	1 $\frac{1}{2}$	1000

На рис. 40 представлена конструкция скруббера типа ЦНИИРФ-7, применяемого в газогенераторных установках для двигателей мощностью 50—65 л. с.

Корпус скруббера состоит из двух частей, соединенных болтами. В нижней его части расположены газоподводящий патрубок 1 и патрубок отработавшей воды 2.

Конусная решетка поддерживает слой кокса, на который через распылитель опрокинутого типа 4 подается охлаждающая вода. Поступивший по патрубку 1 на охлаждение и очистку генераторный газ проходит через слой орошаемого водой кокса, очищается от механических примесей и через отбойник 3 и перегородку 5 по патрубку 6 поступает в фильтр тонкой очистки. Отработавшая в скруббере вода по патрубку 2 удаляется за борт.

Представленный на рис. 41 скруббер предназначен для газогенераторной установки с двигателем ЗД6-ГД мощностью 150 л. с.

Скруббер состоит из двух цилиндрических частей. В нижней части скруббера расположена решетка, на которую укладываются

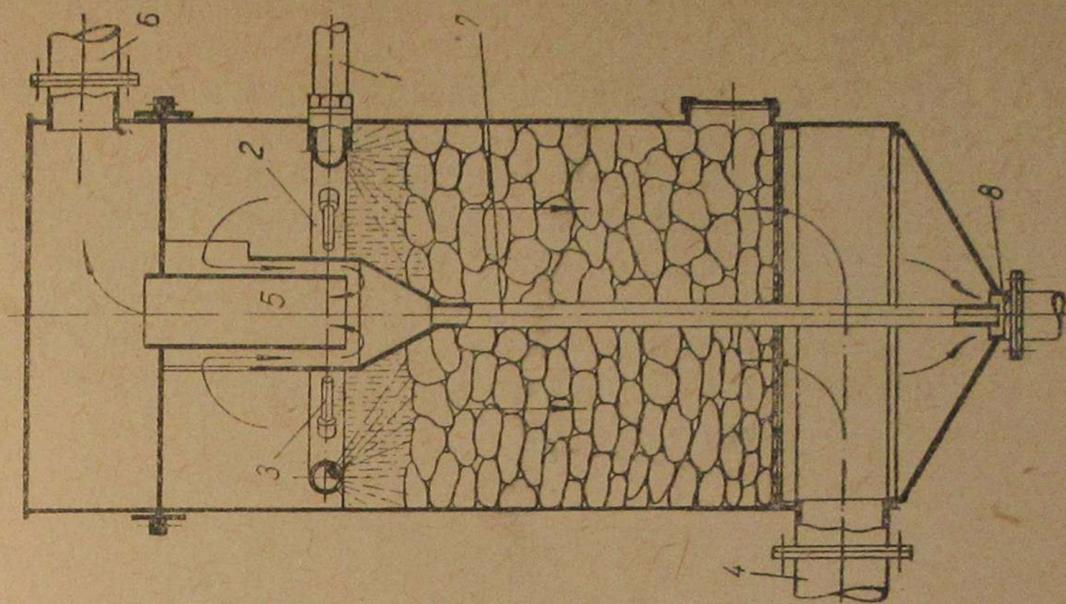


Рис. 41. Скруббер с коксовой насадкой для двигателя ЗД-6-ГД

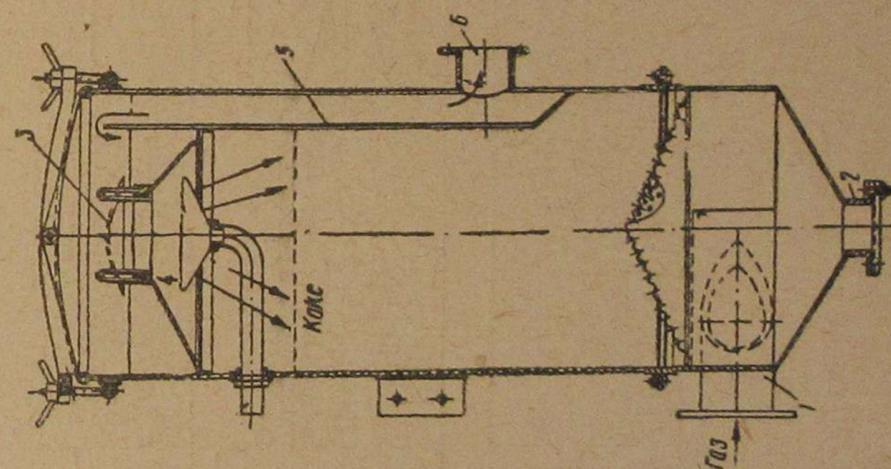


Рис. 40. Скруббер типа ЦНИИРФ-7

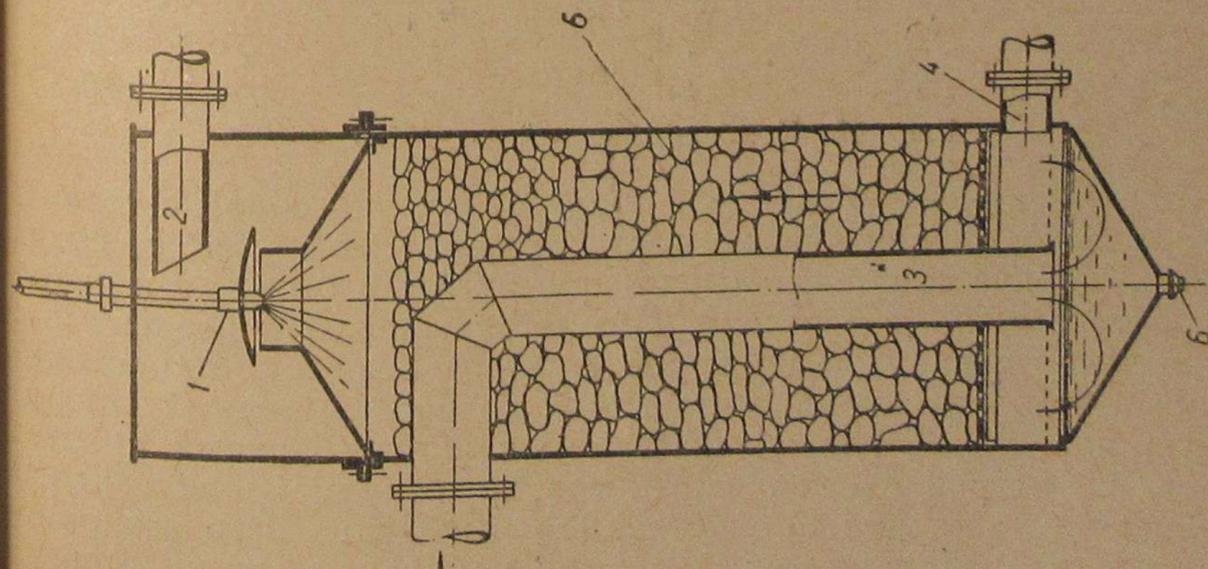


Рис. 39. Скруббер типа МСВ-87 с коксовой насадкой

коксовая насадка высотой слоя 650 мм. Газ охлаждается заборной водой, подаваемой насосом по трубопроводу 1 в распылительное кольцо 2. Для равномерного распределения воды по сечению скруббера на кольца расположены шесть штуцеров 3. Генераторный газ по патрубку 4 поступает в нижнюю часть скруббера и проходит коксовую насадку, орошаемую водой.

Охлажденный и получивший грубую (предварительную) очистку газ по выходе из коксовой насадки направляется в мультициклон 5, установленный на фланцевом поясе нижней части скруббера. Отсюда газ по патрубку 6 отводится в фильтр тонкой очистки. Выделившийся из газа конденсат по дренажной трубе 7 поступает в патрубок 8 и вместе с отработавшей водой удаляется за борт.

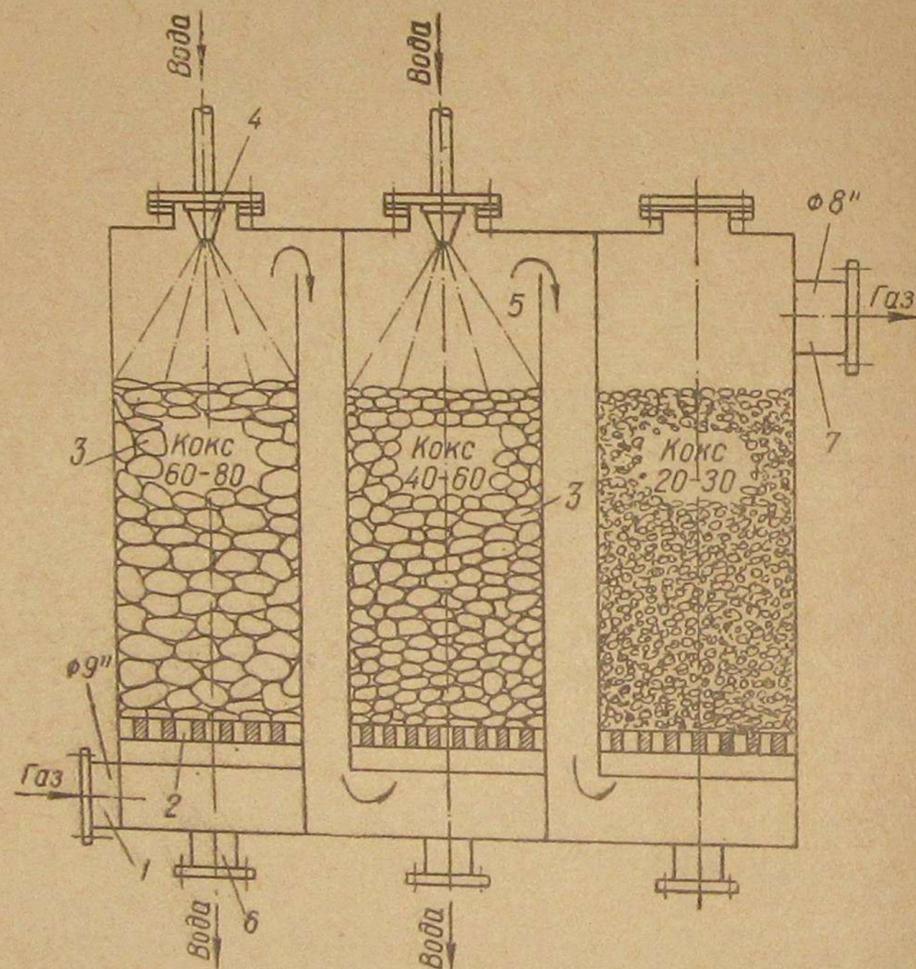


Рис. 42. Комбинированный скруббер

На рис. 42 показан скруббер, представляющий собой сочетание двухкаскадного охладителя непосредственного действия с сухим фильтром. Корпус скруббера имеет прямоугольную форму и разделен перегородками на три отсека. Генераторный газ, подведенный в нижнюю часть скруббера по трубе 1, через решетку 2 проходит слой кокса, обильно орошаемого водой из распылителя 4. Пройдя коксовую насадку 3, газ опускается между перегородками и заходит в дальнейший отсек 5 скруббера, в котором происходит дальнейшее охлаждение и очистка. По выходе из него газ меняет свое направление, опускаясь вниз между стенками второго и третьего отсеков, и проходит слой коксовой насадки отсека сухого фильтра.

В этом отсеке газ оставляет захваченные в скруббере частицы воды и отводится через патрубок 7 для дальнейшей очистки.

Отработавшая в отсеках скруббера вода, а также уловленная фильтром влага по патрубкам 6 направляются за борт.

В процессе проектирования охладителей-очистителей газа обычно рассчитывают расход воды и определяют мощность насоса. Количество воды, требуемое для охлаждения газа от температуры t_1 до t_2 с достаточной для практики точностью может быть определено следующим образом.

Количество тепла, отбираемое от газа при его охлаждении, составляет:

$$Q = V_o C_p (t_1 - t_2) \text{ кал/час,}$$

где:

V_o — часовой расход сухого газа при 0°C и 760 мм рт. ст.;
 C_p — средняя теплоемкость сухого газа, равная $0,325 - 0,34 \frac{\text{кал}}{\text{час}^\circ \text{C}}$.

t_1 — температура газа, входящего в скруббер;
 t_2 — температура выходящего из скруббера газа, которая в зависимости от температуры заборной воды колеблется в пределах $25 - 35^\circ \text{C}$.

Часовой расход охлаждающей воды составит:

$$W = \frac{Q}{t_2 - t_1} \text{ л/час,}$$

где:

t_2 — температура отработавшей в скруббере воды в $^\circ \text{C}$;
 t_1 — температура поступающей в скруббер воды в $^\circ \text{C}$.

Если известно количество воды, расходуемой на охлаждение генераторного газа, то мощность, потребляемая насосом, будет равна:

$$N_{\text{нас}} = \frac{W \gamma H}{75 \eta} \text{ л. с.,}$$

где:

γ — удельный вес жидкости;
 H — высота подачи воды в м вод. ст., принимаемая для скрубберных насосов от 20 до 30 м;
 η — к. п. д. центробежного насоса, равный $0,6 - 0,75$, и поршневого насоса, равный $0,80 - 0,90$.

§ 13. ПРОМЫВКА ГАЗА

Как указывалось выше, генераторный газ, получаемый при газификации топлива по прямому процессу, состоит из продуктов газификации, сухой перегонки и механических примесей (пыли, смолы и влаги).

Очистка газа от смолы в судовых установках производится следующими способами:

- 1) промыванием газа в скрубберах;
- 2) промыванием газа в центробежных вентиляторах (эксгаустерах);
- 3) фильтрацией газа в очистителях с большими очищающими поверхностями.

Установка для промывания газа, показанная на рис. 43, состоит из эксгаустера 1, бачка для промывочной жидкости 2 и центробежного электронасоса 3.

Принцип работы установки заключается в следующем. При включенном эксгаустере центробежный насос по трубе 4 подает из бачка промывочную жидкость (эмульсия, состоящая по весу из 93% воды и 7% специального масла) во внутреннюю полость эксгаустера, где она интенсивно перемещается с газом.

Отработавшая эмульсия сливается в сборник 5 и по патрубку 6 направляется в первый отсек бачка 2.

В данном отсеке происходит отстаивание эмульсии: смола выпадает на дно, а эмульсия переливается через переборку 7 во второй отсек, из которого она снова насосом подается в эксгаустер. Расход эмульсии составляет 0,3—0,5 л на 1 м³ газа.

Заполнение бачка эмульсией производится через патрубок 8 до определенного уровня, контролируемого по указательному стеклу 9. В днище бачка имеются спускные трубки 10 и 11 для удаления скопившейся смолы.

В связи с тем, что в процессе работы установки внутренние поверхности эксгаустера и сборника покрываются слоем смолы, последние надо периодически очищать путем пропаривания последующей промывкой их водой. Для этой цели эксгаустер и сборник оборудованы патрубками, по которым подводится пар.

Вода для промывки эксгаустера и сборника поступает через патрубок 12, а сточные воды удаляются за борт по трубе 13. При производительности газогенератора 600 м³ газа в час потребляемая мощность эксгаустером и электронасосом составляет 4,3 квт.

Важным вопросом является также очистка газа от сернистых соединений. По вопросу о влиянии сернистых соединений генераторного газа на двигатель существуют две точки зрения.

Одна группа специалистов склонна считать, что сернистые и серные соединения газа активно корродируют двигатель, другая группа придерживается противоположной точки зрения.

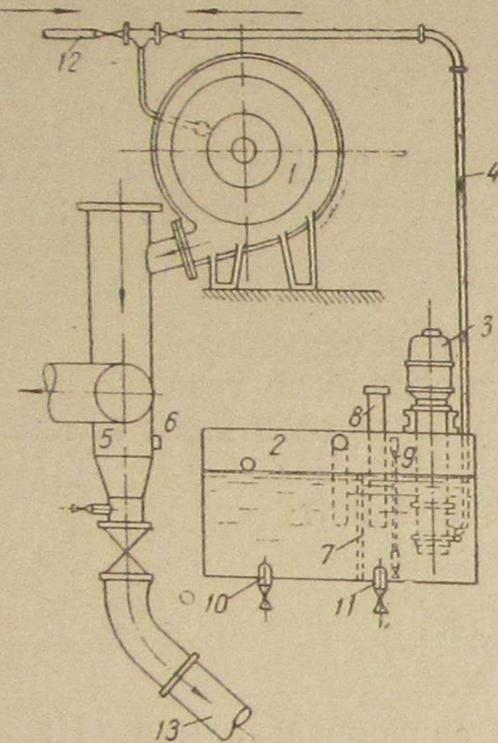


Рис. 43. Установка для промывания газа

Некоторые материалы, позволяющие судить о коррозионной активности соединений серы на двигатель, приводятся в исследованиях ЦНИИ железнодорожного транспорта¹.

Указанные исследования не подтвердили высказывавшихся ранее предположений (И. Р. Карачан, Б. М. Черномордик и др.) о значительном разрушающем воздействии соединений серы генераторного газа на двигатель внутреннего сгорания, в частности исследования ЦНИИ железнодорожного транспорта показали, что:

а) решающим фактором увеличения износа двигателей, переведенных на газ, является загрязнение газа механическими примесями;

б) пленка масла, которая непрерывно возобновляется на рабочих поверхностях цилиндра и поршня, является существенным предохранительным антикоррозионным покрытием.

Следует отметить, что в судовых установках, в которых газ охлаждается водой, серные и сернистые соединения частично растворяются при промывании газа в скрубберах и эксгаустере.

§ 14. ФИЛЬТРАЦИЯ ГАЗА

Окончательная очистка генераторного газа от механических примесей и влаги производится в фильтрах, в которых очищающей средой являются кокс, металлическая или древесная стружка, металлические кольца и т. п. материалы с большими очищающими поверхностями.

На рис. 44 показано конструктивное выполнение фильтра для двигателя мощностью 50—65 л. с. Корпус фильтра представляет собой цилиндр 1 с откидной крышкой и приваренным к нему по касательной линии патрубком 2 подводящего газа. На трех косынках, приваренных несколько выше газоподводящего патрубка, уложен сетчатый фильтр 4, состоящий из решеток 5, 6 и 7. В центре фильтра проходит труба очищенного газа 8, приваренная к днищу корпуса фильтра. Расстояние между днищем и нижней кромкой фильтра заполняется маслом, уровень которого контролируется мерной линейкой 9, смонтированной на масломерном патрубке 10. Излишек масла сливается через пробку 11, находящуюся в днище корпуса фильтра.

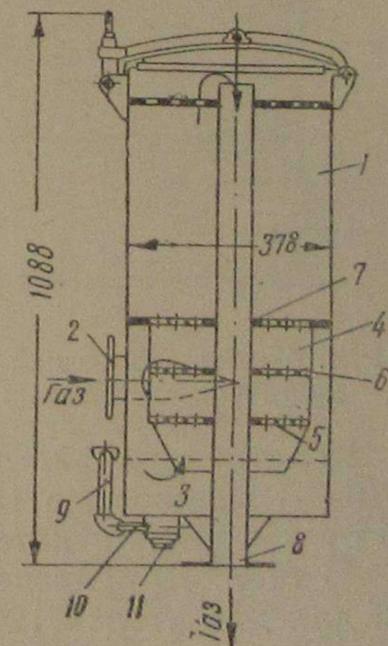


Рис. 44. Фильтр тонкой очистки для двигателя мощностью 52—65 л. с.

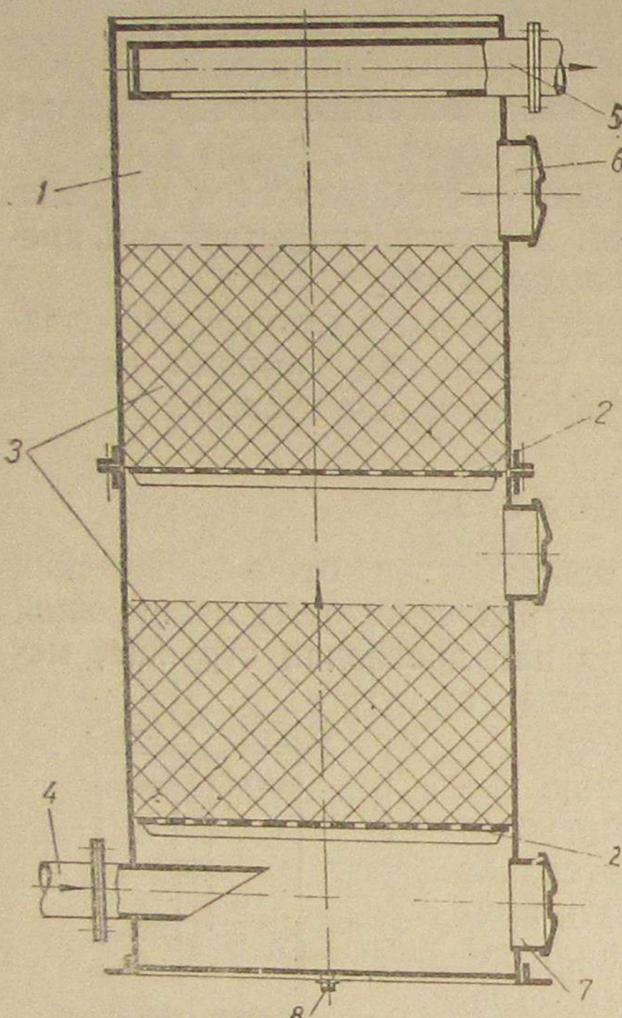
Фильтрующим материалом, кроме масла, служат металлические стружки, расположенные между решетками 5 и 6, и слой кенафа, уложенный на решетке 7. Поступающий из скруббера газ по па-

¹ Н. А. Ф у ф р я н с к и й, Газификация теплосилового хозяйства железных дорог. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, вып. 6, 1945 г.

трубку 2 попадает в нижнюю часть фильтра 3, последовательно проходит слой фильтрующих материалов, неоднократно меняет свое направление и по трубе 8 отводится к смесителю двигателя.

На рис. 45 показан фильтр тонкой очистки газогенераторной установки для двигателя мощностью 120 л. с.

Конструкция фильтра представляет собой цилиндр 1, выполненный из листовой стали толщиной 3 мм. В корпусе фильтра расположены решетки 2, служащие опорами для металлических колец 3.



Охлажденный газ из скруббера по патрубку 4 поступает в нижнюю часть фильтра. Затем он проходит два слоя металлических колец и через газоотборный патрубок 5 направляется к смесителю двигателя.

Расположенные на боковой поверхности корпуса фильтра люки 6 предназначены для загрузки и выгрузки металлических колец. Нижний люк 7, расположенный также на боковой поверхности корпуса фильтра, служит для очистки поддона фильтра от скапливающейся в нем угольной мелочи и пыли. Все три люка закрываются взаимозаменяемыми крышками, снабженными прокладками из водонепроницаемого картона. Для спуска конденсата, собирающегося в поддоне фильтра, предусмотрена дренажная трубка 8.

Рис. 45. Фильтр тонкой очистки для двигателя мощностью 120 л. с.

Конструкция фильтра тонкой очистки к установке для двигателя ЗД6-ГД мощностью 150 л. с. однотипна с предыдущей и отличается от нее лишь некоторыми размерами.

В табл. 19 приведены основные размеры фильтров тонкой очистки для двигателей 120 л. с. и ЗД6-ГД.

Таблица 19

Мощность двигателя в л. с.	Диаметр фильтра в мм	Высота фильтра в мм	Вес очистительных колец в кг	Диаметр газоподводящего патрубка в дюймах	Диаметр газоотводящего патрубка в дюймах
120	700	1705	124	4	3
150	700	1850	124	4	3

Показанный на рис. 46 фильтр тонкой очистки представляет собой сосуд прямоугольной формы, разделенный перегородками на три отсека. В первом из них на решетке 1 расположен слой кокса, а во втором — слой древесной стружки 3. Газ подводится по патрубку 4 в нижнюю часть фильтра, проходит коксовую насадку 2 и поступает в пространство между перегородками 5, затем через решетку 6 проходит слой стружки и по трубе 7 отводится из фильтра. На крышке фильтра для загрузки кокса и стружки предусмотрены люки 8 и 9, между которыми расположен пружинный предохранительный клапан 10.

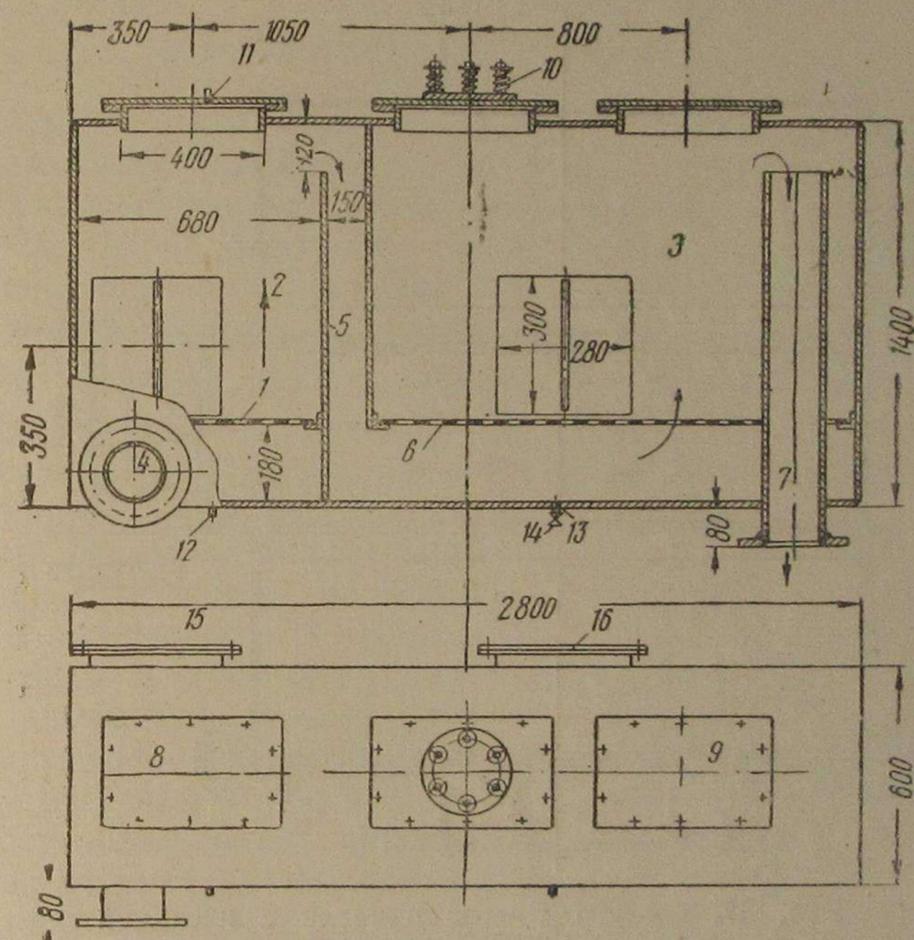


Рис. 46. Фильтр тонкой очистки с коксовой и древесной насадками

При засорении угольной пылью коксовая насадка может быть промыта водой, для чего на крышке люка 8 установлен водоподводящий патрубок 11. Сточная вода удаляется по трубопроводу 12, а конденсат через патрубок 13, снабженный краном 14. Удаление коксовой насадки и стружек производится через люки 15 и 16, расположенные на задней стенке фильтра.

Фильтр тонкой очистки, в котором очищающим материалом служат металлические или фарфоровые кольца, представлен на рис. 47.

Конструктивно фильтр выполнен в виде цилиндра 1, в средней части которого установлена кассета 2, заполненная кольцами 3. Генераторный газ по патрубку 4 поступает в нижнюю часть фильтра, из которой он последовательно проходит решетку 5, слой колец, решетку 6 и поступает в верхнюю часть фильтра. Отбор газа

производится через патрубок 7, расположенный на крышке фильтра. На боковой поверхности корпуса фильтра имеется люк 8, через который производится смена загрязненной кассеты. Перезарядка кассеты кольцами выполняется через люк 9.

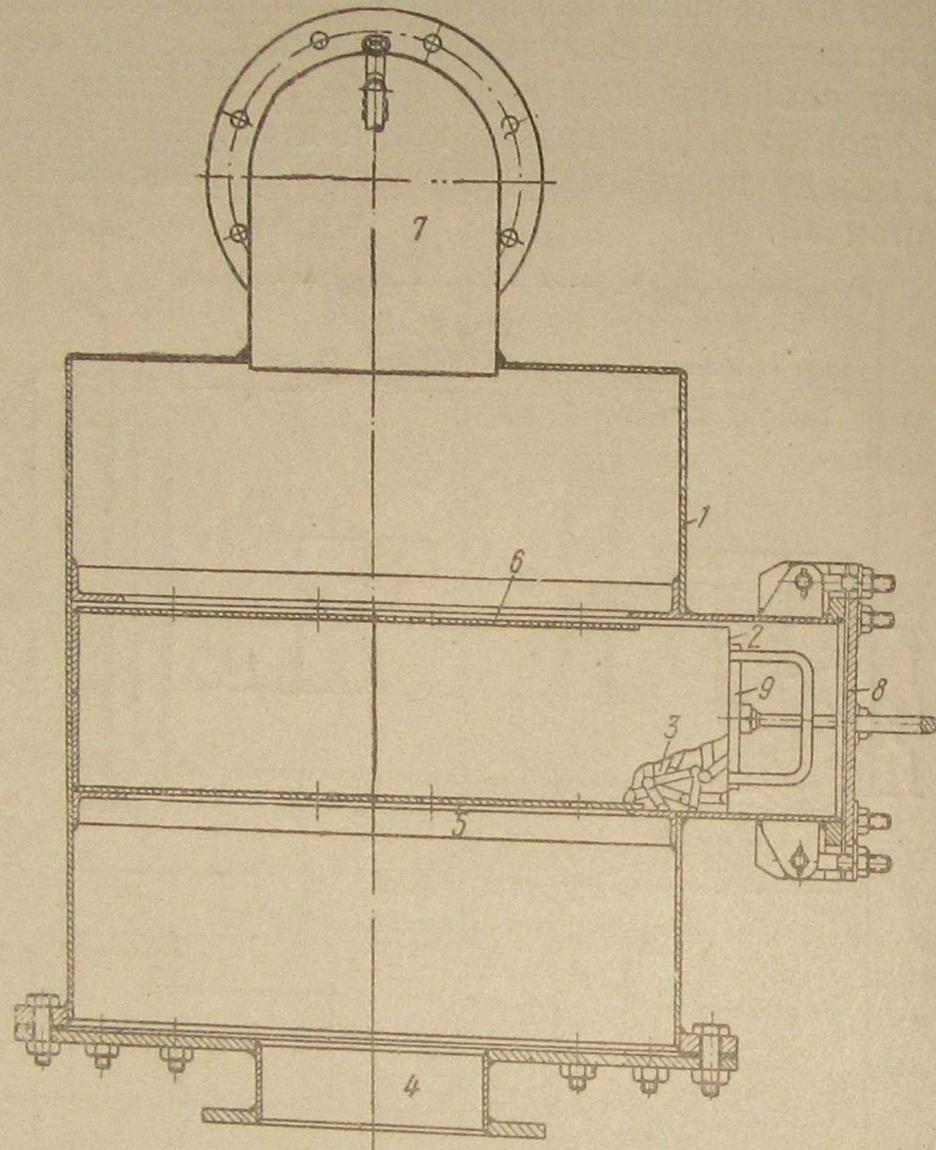


Рис. 47. Фильтр тонкой очистки с насадкой из металлических колец

В табл. 20 приведены размеры, вес и поверхность очистительных колец, применяемых в СССР для транспортных газогенераторных установок.

Таблица 20

Размер колец в мм	Толщина материала в мм	Колич. колец в 1 л. объема	Вес 100 шт. колец в г	Свободный объем, не занятый кольцами, в 0/0	Поверхность колец в м ² в объеме 1 м ³
15×15	0,55	230	260	89	350
25×25	0,60	50	757	92	200

Генераторный газ, поступающий в двигатель, должен содержать минимальное количество механических примесей, не превышающее 0,03—0,006 г на 1 м³ газа.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Современные конструкции газогенераторных установок оборудованы вспомогательными механизмами: вентилятором розжига, насосами для подачи воды на охлаждение газа, регулятором давления газа и т. п.

§ 15. ВЕНТИЛЯТОР РОЗЖИГА

Применявшийся на газоходах первых выпусков розжиг газогенераторов самотягой требовал значительной затраты времени для приведения газогенератора в эксплуатационную готовность. Использование же для указанных целей двигателя вызывало его преждевременный износ. Поэтому современные газогенераторные установки снабжаются вентиляторами розжига.

На рис. 48 показан центробежный электровентилятор, устанавливаемый на газоходах мощностью 22—150 л. с.

Корпус вентилятора 1 укреплен на торцевой части электромотора и составляет с ним одно целое. Электромотор 2 оборудован удлиненным валом, на конце которого смонтирована крыльчатка 3. Вентилятор приводится в действие электромотором постоянного тока, питаемым от аккумуляторных батарей напряжением в 12 или 6 вольт. Производительность вентилятора при напряжении аккумуляторной батареи в 12 вольт составляет 190 м³/час, а при 6-вольтовом напряжении — 95 м³/час.

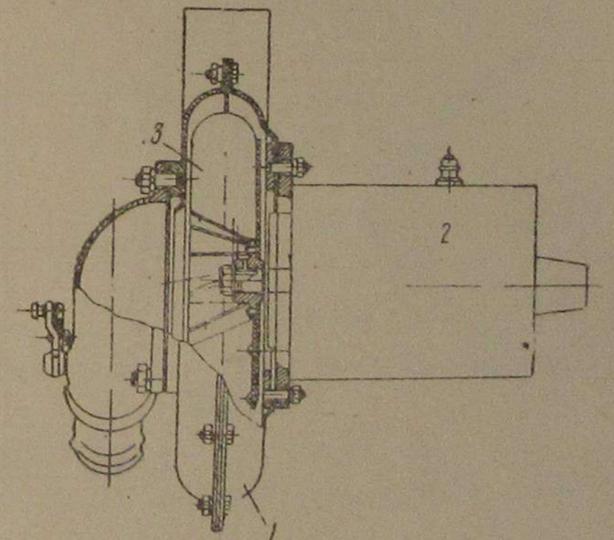


Рис. 48. Центробежный электровентилятор

Основная характеристика вентилятора, применяемого в газогенераторных установках с двигателями мощностью 300—350 л. с., следующая: производительность — 270 м³/час, число оборотов в минуту — 2800, мощность электромотора — 0,2 квт.

§ 16. ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ КЛАПАНЫ

Отвод дымовых газов в атмосферу при розжиге генераторов для двигателей от 300 л. с. и выше производится с помощью переключающего клапана (рис. 49).

На корпусе клапана 1 размещены приливы-патрубки с фланцами, к которым крепятся газопроводы. Нижний фланец 2 соединяется с выходным патрубком генератора. Патрубки 10 и 4, через ко-

торые отводятся дымовые газы в атмосферу или генераторный газ к скрубберам, снабжены стальными гильзами 5. Внутри верхней части клапана на оси 6 смонтирован золотник 7, а на наружном конце ее — переключающий рычаг 8 с противовесом 9.

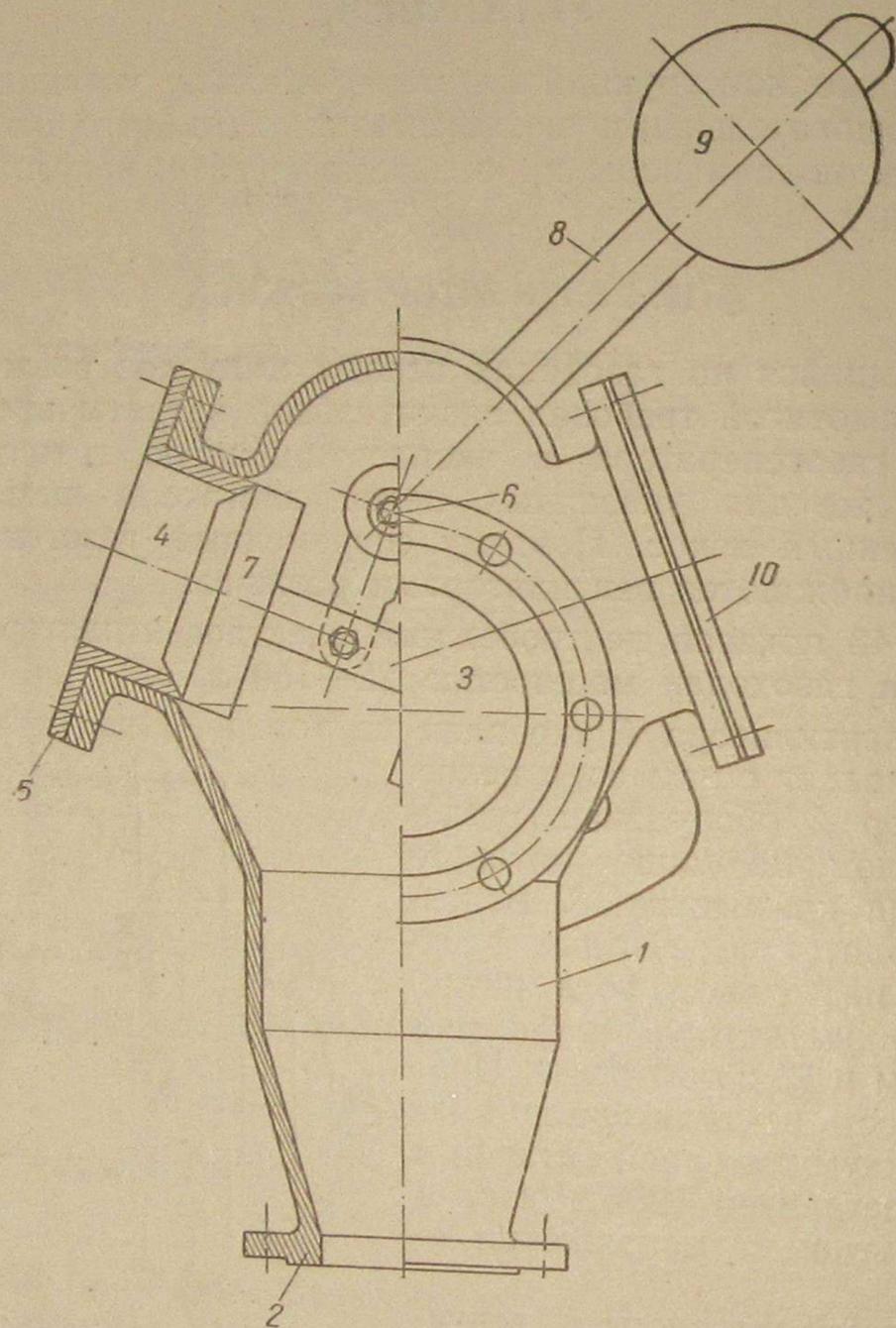


Рис. 49. Переключающий клапан

Во время розжига газогенератора противовес золотника удерживают в положении, указанное на рисунке, вследствие чего сеть газопровода будет перекрыта золотником 7, и дымовые газы через патрубок 10 поступят в атмосферу.

При окончании розжига и готовности генератора к действию рычаг противовеса переводят в обратную сторону, золотник 7 закрывает патрубок 10, в силу чего газ по патрубку 4 направится в магистраль газа.

Осмотр и очистка внутренних поверхностей клапана производится через отверстие 3, закрываемое крышкой.

Эксплуатация газогенераторных установок с клапанами разборного выше типа показала, что золотник не обеспечивает надежного уплотнения. Поэтому в конструкцию клапана были внесены значительные изменения.

На рис. 50 представлен модернизированный переключающий клапан, который отличается от предыдущего типа следующим.

а) для предотвращения перекоса золотника в процессе его переключения последний снабжен двумя шпильками 1, проходящими через направляющие втулки 2;

б) в конструкцию золотника введены уплотнительные набивки из алюминиевой стружки 3;

в) патрубок отвода дымовых газов 4 снабжен гидравлическим затвором 5.

При переключении клапана на скруббер заборная вода, проходящая по трубе 6, заполняет до определенного уровня патрубок 4. Излишек воды удаляется через сливную трубу 7.

Так как клапан переключения устанавливается между первым и вторым скруббером, то утечка воды через уплотнительную набивку при неплотном ее прилегании не имеет существенного значения, поскольку прошедшая во внутреннюю полость клапана вода будет отделена от газа во втором скруббере.

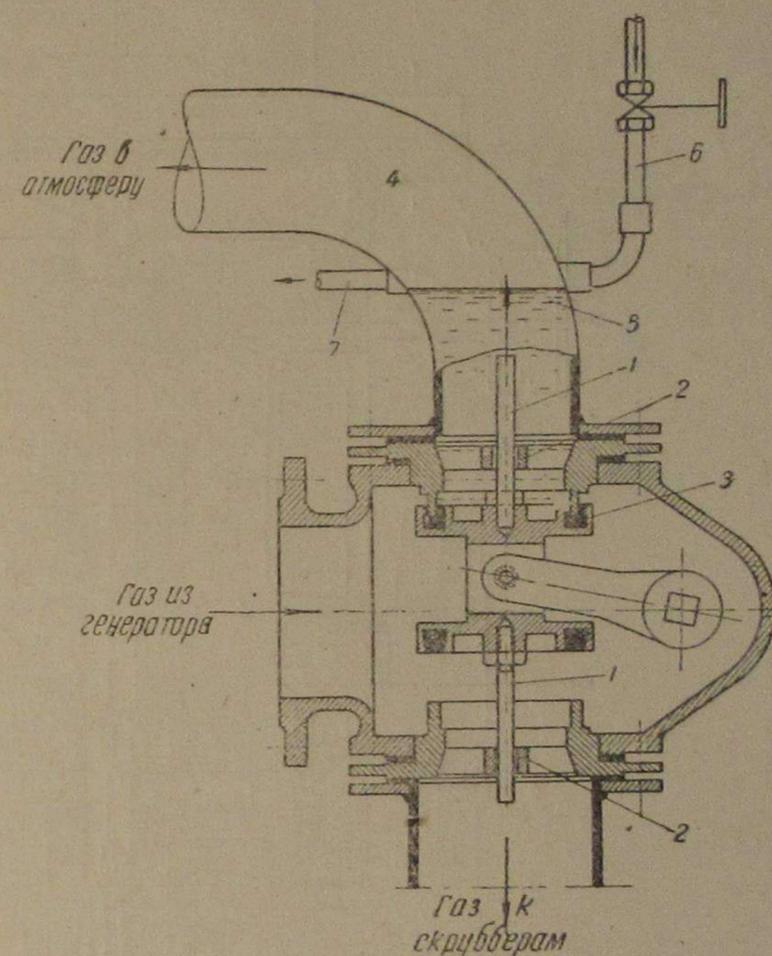


Рис. 50. Модернизированный переключающий клапан

§ 17. НАСОСЫ

Снабжение газогенераторных установок водой производится центробежными или поршневыми насосами, навешенными на двигатель, или индивидуальными насосами с электрическим приводом.

Наибольшее применение для указанных выше целей на газоходах мощностью 300 л. с. и выше получили вертикальные, двухступенчатые центробежные насосы.

Продольный разрез насоса с приводом от электромотора показан на рис. 51.

Корпус насоса 1 отлит из чугуна. В нижней части корпуса рас-

положен приемный патрубок 2, а на боковой поверхности — отводящий патрубок 3.

Крыльчатки 4 укреплены на валу 5 шпонками 6 и натяжками гайкой 7. Вал насоса 5 вращается во втулках 8 и 9, причем втулку 9 предусмотрена подача смазки. Верхний конец вала имеет

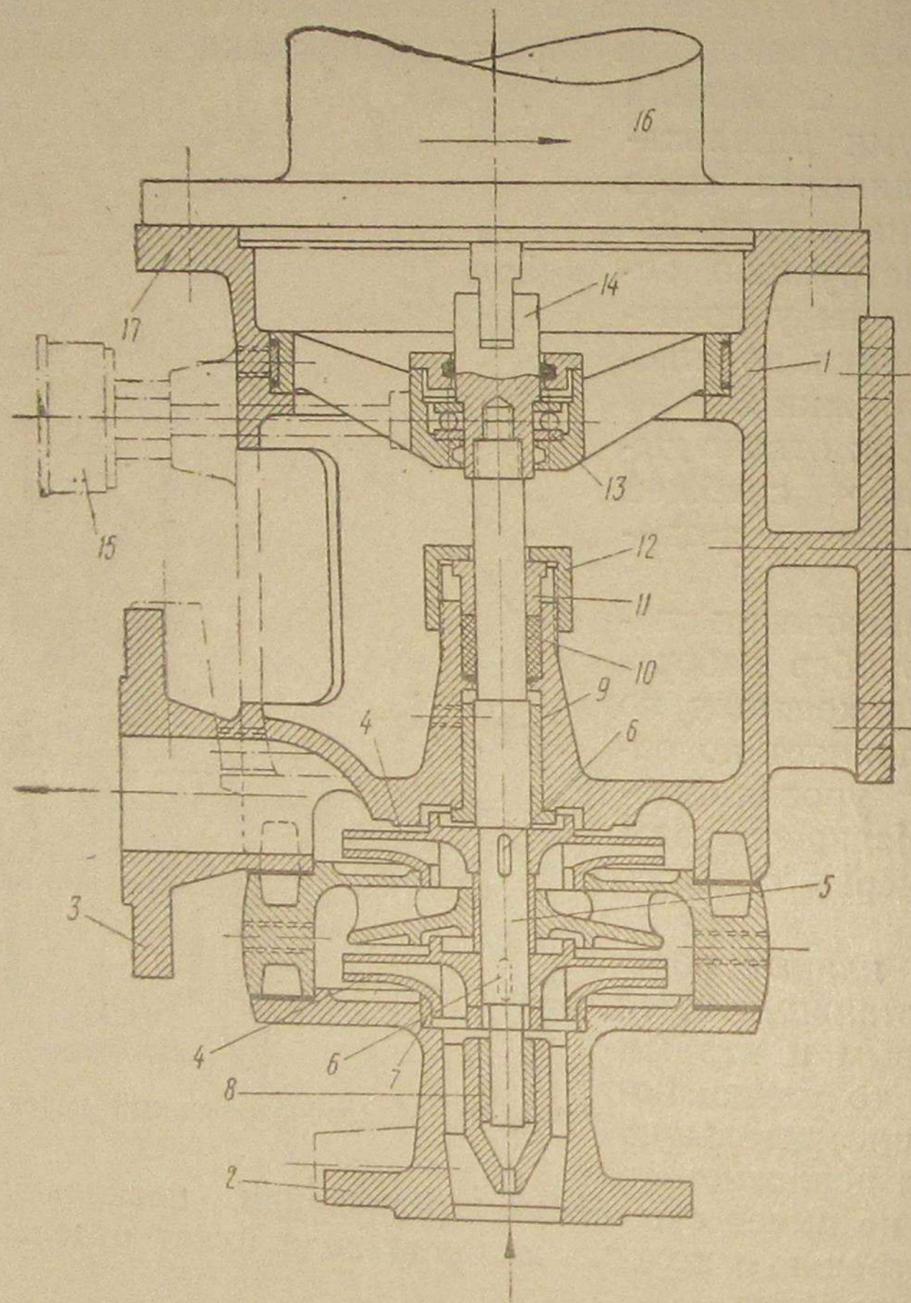


Рис. 51. Вертикальный центробежный насос

сальниковое уплотнение 10, нажимное кольцо 11 и накидную гайку 12. От продольного перемещения в опорах вал насоса удерживается втулкой 9, шариковым подшипником 13 и кулачковой муфтой 14.

Упорный подшипник смазывается масленкой 15, расположенной на боковой поверхности корпуса насоса. Электромотор 16 устанавливается на фланец 17 и соединяется с валом насоса кулачковой муфтой 14.

Мощность, потребляемая насосом при 2700 об/мин., составляет 1,8 квт.

§ 18. РЕГУЛЯТОРЫ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ И ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

Ручное регулирование температуры паровоздушной смеси и давления газа в генераторах прямого процесса больших мощностей не дает надлежащего эффекта и требует дополнительного обслуживающего персонала.

Современные газогенераторные установки снабжаются приборами автоматического регулирования.

Регуляторы температуры паровоздушной смеси. Принцип действия регулятора температуры паровоздушной смеси основан на свойстве тел расширяться при их нагревании.

Регулятор (рис. 52) состоит из клапана переключателя 1, конструктивное выполнение которого аналогично клапану, разобранному выше (рис. 50), и самого терморегулятора. Переключающий клапан устанавливается на паросборнике охлаждающего шахту кожуха, а капсулю терморегулятора 3 — в коллекторе паровоздушной смеси 4. Капсулю соединен с рычагом 5 противовеса клапана трубкой 6, оканчивающейся поршневым механизмом 7.

Отрегулированный на определенную температуру паровоздушной смеси терморегулятор поддерживает переключающий клапан в положении, при котором в коллектор по трубопроводу 8 поступает определенное количество пара.

В случае повышения температуры паровоздушной смеси поршень терморегулятора под действием заключенной в трубку 6 жидкости поднимает рычаг клапана, вследствие чего золотник 2 перекроет доступ пара в трубопровод 8. Как только температура паровоздушной смеси в коллекторе достигнет заданной величины, поршень терморегулятора вследствие уменьшения объема жидкости в трубке 6 совместно с противовесом клапана переместится вниз, и золотник 2 откроет проход пара в трубопровод 8.

Регуляторы давления газа. Регулятор монтируется на участке газопровода между фильтром тонкой очистки и ресивером газа. Конструктивное выполнение регулятора давления показано на рис. 53.

Регулятор состоит из дроссельной заслонки и мембранного механизма, оси которых соединены специальной муфтой.

Принцип работы регулятора заключается в следующем.

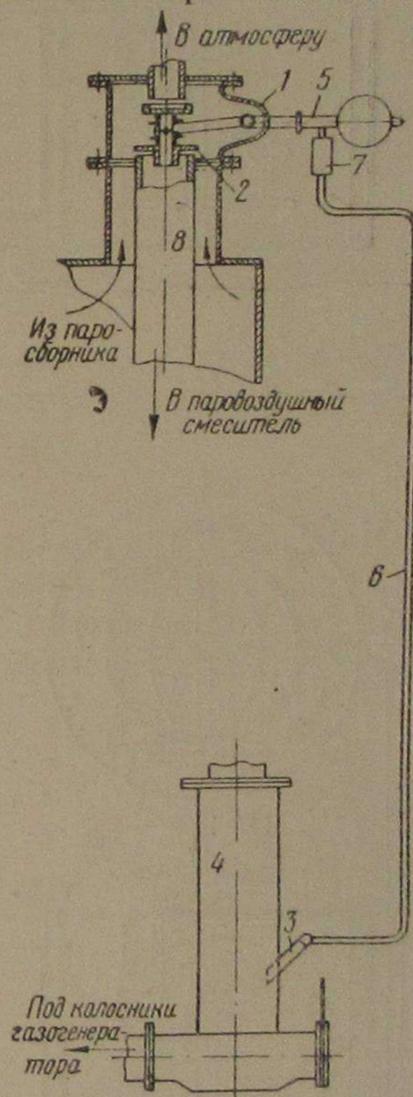


Рис. 52. Терморегулятор паровоздушной смеси

Газ входит через патрубок 1, а выходит через патрубок 2. В корпусе ресивера имеется отверстие 3 для спуска конденсата. На крышке ресивера 4 имеется пружинный предохранительный клапан 5.

При питании газом одновременно двух двигателей ресивер устанавливается отдельно для каждого двигателя.

§ 20. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

Нормальная эксплуатация газогенераторной установки во многом зависит от оснащения ее необходимыми контрольно-измерительными приборами.

Обычно в судовых установках контролируют температуру газопаровоздушной смеси и поступающей на скрубберы воды, а также давление газа в различных точках газовой коммуникации.

Приборы для измерения давлений. Измерение давлений¹ паровоздушной смеси под колосниковой решеткой и газа на выходе из генератора дает возможность контролировать состояние топлива в шахте, а следовательно, косвенно и процесс газификации.

Измерение давлений в различных точках установки позволяет следить за работой отдельных агрегатов (скрубберов, фильтров и т. п.) и своевременно очищать или заменять изношенные детали.

Давление газа измеряется прибором, называемым пьезометром. Пьезометр представляет собой V-образную стеклянную трубку, соединяемую одним концом с помощью резинового шланга или металлической трубки с местом замера. Вторым концом трубки пьезометра сообщается с атмосферой.

Пьезометр укреплен на деревянной планке, на которой между трубками расположена измерительная шкала. До нулевой отметки пьезометр обычно заливают водой, подкрашенной индикаторной краской (розалин, флорисцин и т. п.).

За единицу измерения принят столб воды, равный одному миллиметру, что соответствует давлению в 1 кг на площадь в один квадратный метр. При включенном пьезометре уровни воды в трубках будут смещены и разность их покажет величину давления и разрежения в миллиметрах вод. ст. Для удобства наблюдения пьезометры обычно монтируются на общем щите контрольно-измерительных приборов.

Для измерения давления воды, поступающей на скрубберы, устанавливаются пружинные манометры, шкала которых имеет деления в килограммах на квадратный сантиметр.

В последнее время применяют двусторонние манометры, позволяющие производить наблюдения с двух противоположных сторон.

Двусторонний манометр устроен следующим образом. В общем корпусе вмонтированы две трубчатые пружины с двумя независимыми

¹ В зависимости от того, в каком соотношении находится измеряемое давление с атмосферным, различают: давление положительное (выше атмосферного) и отрицательное (ниже атмосферного), которое обычно принято называть разрежением.

ыми между собой зубчатыми механизмами. Циферблаты с указательными стрелками, движущимися по часовой стрелке, обращены в разные стороны.

Приборы для измерений температур. Температурные измерения в определенных местах газогенераторной установки позволяют контролировать процесс газификации, количество вводимого под колосники пара, степень охлаждения газа и т. п.

Для измерения температур до 200° Ц применяются обыкновенные технические термометры в металлической оправе.

Иногда применяются дистанционные термометры, указывающие температуру на расстоянии. В этих приборах используется давление пара быстро испаряющейся жидкости (эфира и т. п.).

Дистанционный термометр состоит из цилиндрика (капсюля) и медной трубки, заполненной жидкостью. Вторым концом трубки соединяется с указателем температуры, который имеет шкалу, градуированную на градусы Цельсия.

Принцип работы указателя температуры аналогичен металлическому манометру с трубкой Бурдона.

Дистанционные термометры могут соединяться с выключающими реле и снабжаться самозаписывающими приспособлениями. Измерения температур, свыше 200° Ц производятся с помощью термопар. Принцип работы термопары заключается в следующем.

Две проволоки из различных металлов спаяны в одном конце, а свободные концы присоединены к контактным клеммам. При нагревании конца спая в термопаре возбуждается электрический ток (ЭДС). Наличие электрического тока показывает, что между двумя металлами есть разность потенциалов. Если присоединить к клеммам термопары гальванометр, то последний покажет величину электродвижущей силы в милливольтгах.

Некоторые конструкции гальванометров имеют двойную шкалу, градуированную как в милливольтгах, так и в градусах Цельсия.

На рис. 55 показана принципиальная схема контроля и регулирования на газогенераторной установке для двигателя мощностью 400 л. с.

Воздух поступает в генератор по трубе 1. Количество подводимого под колосниковую решетку воздуха и пара регулируется задвижками 2 и 3. Величина разрежения под колосниками измеряется пьезометром 4, а температура паровоздушной смеси контролируется термометром 5. Выходящий из генератора газ по патрубку 6 попадает в охладитель 7. Величина разрежения в патрубке 6 фиксируется пьезометром 8, а температура газа — пирометром 9.

Из охладителя 7 генераторный газ по трубопроводу 10 направляется в комбинированный трехкаскадный скруббер 11.

Разрежение газа в каждом отсеке скруббера измеряется пьезометром 12, к которому от каждого отсека подведены трубопроводы 13, 14 и 15. Открывая попеременно краны, установленные у пьезометра 12, измеряют величину сопротивления каждого отсека и скруббера в целом.

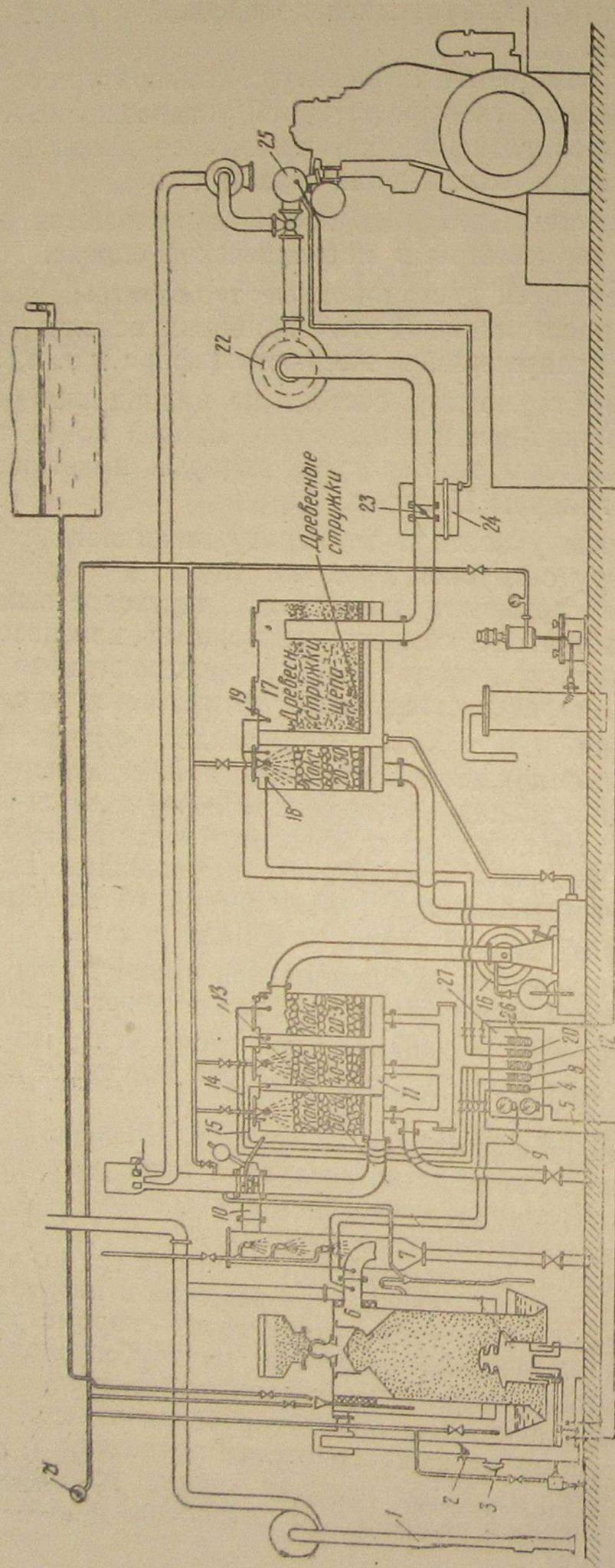


Рис 55. Принципиальная схема газогенераторной установки для двигателя 400 л. с.

Охлажденный и прошедший предварительную очистку в скруббере газ нагнетается эксгаустером 16 в двухкаскадный фильтр тонкой очистки 17. Давление газа в отдельных полостях фильтра измеряется в точках 18 и 19 и фиксируется пьезометром 20.

Давление газа, поступающего в ресивер 22, регулируется заслонкой 23, приводимой в действие автоматическим регулятором 24. Давление газа во всасывающем коллекторе 25 двигателя указывается пьезометром 26, установленным на общем щите 27. Давление воды, поступающей к отдельным агрегатам установки, измеряется манометром 21.

Минимальный комплект контрольно-измерительной аппаратуры для газоходов с мощностью двигателей более 200 л. с. должен состоять из:

- пьезометров (длина шкалы до 1000 мм) 4 шт.
- технических термометров, измеряющих температуру до 250° Ц 6 „
- термопары, измеряющей температуру до 900° Ц . 1 „
- гальванометра для измерения температуры до 1000° Ц 1 „
- нагрузочной вилки (для проверки степени заряда аккумуляторной батареи) 1 „
- мерного цилиндра на 1000 см³ 1 „
- стеклянной воронки на 100 см³ 1 „
- ареометра Бомэ (для аккумуляторов) 1 „

Глава VIII

СУДОВЫЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Применяемые на судах речного флота газогенераторные установки в зависимости от их мощности и характера газифицируемого топлива выполняются по нижеследующим схемам.

§ 21. ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ПРЯМОГО ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ

Схема газогенераторной установки, работающей на антраците или полукоксе и предназначенной для одновременного питания газом двух двигателей по 150 л. с., показана на рис. 56.

Газ из генератора 1 проходит через два последовательно соединенных скруббера 2, из которых он засасывается эксгаустером 3 и направляется последним в фильтр тонкой очистки 4. Отсюда по трубопроводу газ поступает в ресиверы 5 и затем подводится к установленным на двигателях смесителям газа 6. Мембранный регулятор 7 служит для поддержания постоянного давления газа в системе трубопроводов.

При розжиге генератора воздух вентилятором 8 по трубопроводу 9 подается в охлаждающий кожух и из последнего поступает под колосниковую шетку.

Во время работы установки воздух в генератор засасывается через патрубок 10 и охлаждается паром из кожуха, проходящим по трубопроводу 11. Избыток пара поступает в холодильник 12. В случае необходимости пар может быть направлен по трубопроводу в эксгаустер для пропаривания его внутренней поверхности.

Питание генератора топливом предусмотрено с помощью скипового подъемника расходного бункера и цилиндрического питателя 15.

Очаговые остатки зола удаляются из генератора вращающейся колосниковой решеткой 16 и лемехом, установленным в зольниковой чаше. Отключение потока воздуха производится гидравлическим затвором 17.

Для отвода газа в атмосферу при розжиге генератора или остановке двигателя мембранным клапаном 2.

Избыток пара в зависимости от условий работы может быть направлен в холодильник 15, а также на отопление или в трубопровод горячего и неочищенного газа.

Питание генератора топливом производится с помощью ковшевой норрии 16 и цилиндрического питателя 17. Внутри шахты имеет-

поршневого или центробежного насоса. Вода в случае необходимости подается в охлаждающий кожух генератора из напорного бачка.

Схема газогенераторной установки, работающей на антраците или полукоксе и предназначенной для двигателя мощностью 450 л. с., представлена на рис. 57.

Газ из генератора 1, пройдя трехходовой клапан 2, поступает в скруббер 3 и затем попадает во второй скруббер 4.

Эксгаустером 5 газ отсасывается из скруббера 4 и направляется в фильтр тонкой очистки 6, из которого по трубопроводу 7 отводится к всасывающему коллектору двигателя.

Установленный на газопроводе мембранный регулятор 8 служит для поддержания установленного давления газа.

Воздух к паровоздушному смесителю 9 подается через патрубок 10. Пар из сборника 11 по трубе 12 подводится к заслонке 13 и далее поступает в паровоздушный смеситель 9. Паровоздушная смесь по трубопроводу 14 подается под колосниковую решетку генератора.

Избыток пара в зависимости от условий работы может быть направлен в холодильник 15, а также на отопление или в трубопровод горячего и неочищенного газа.

Питание генератора топливом производится с помощью ковшевой норрии 16 и цилиндрического питателя 17. Внутри шахты имеет-

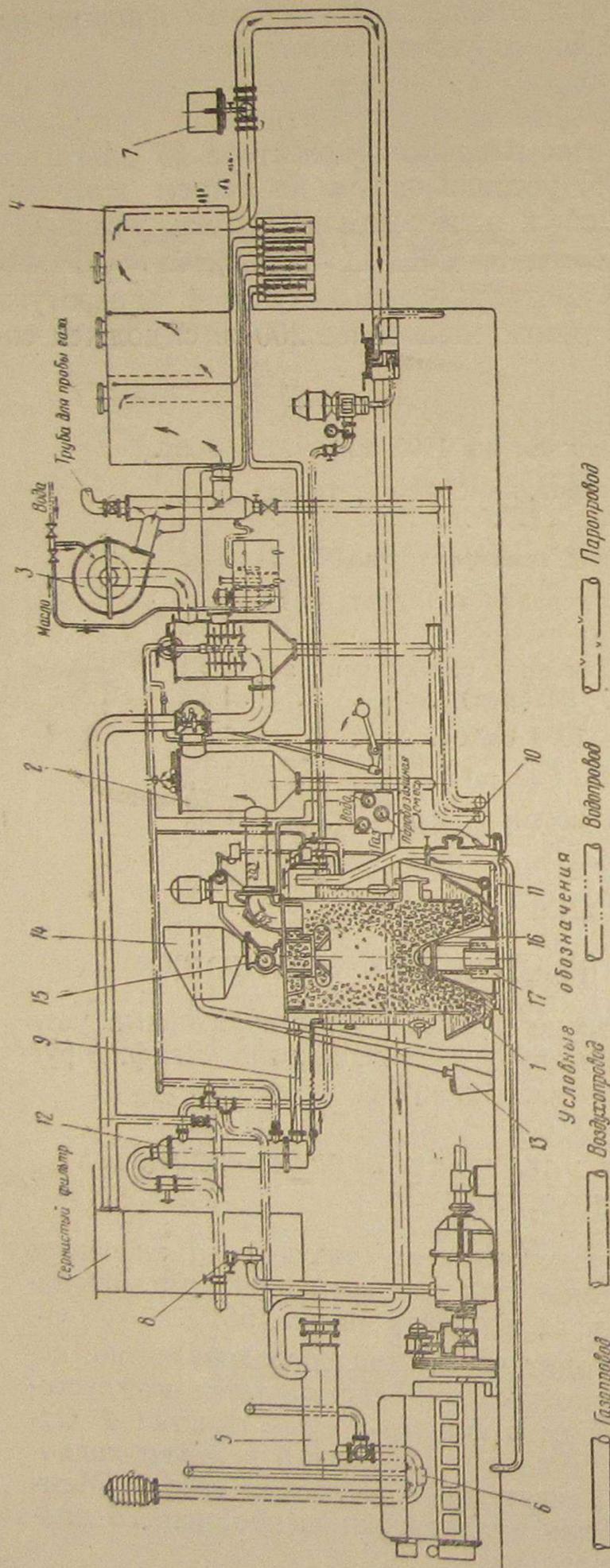


Рис. 56. Схема газогенераторной установки для двух двигателей по 150 л. с.

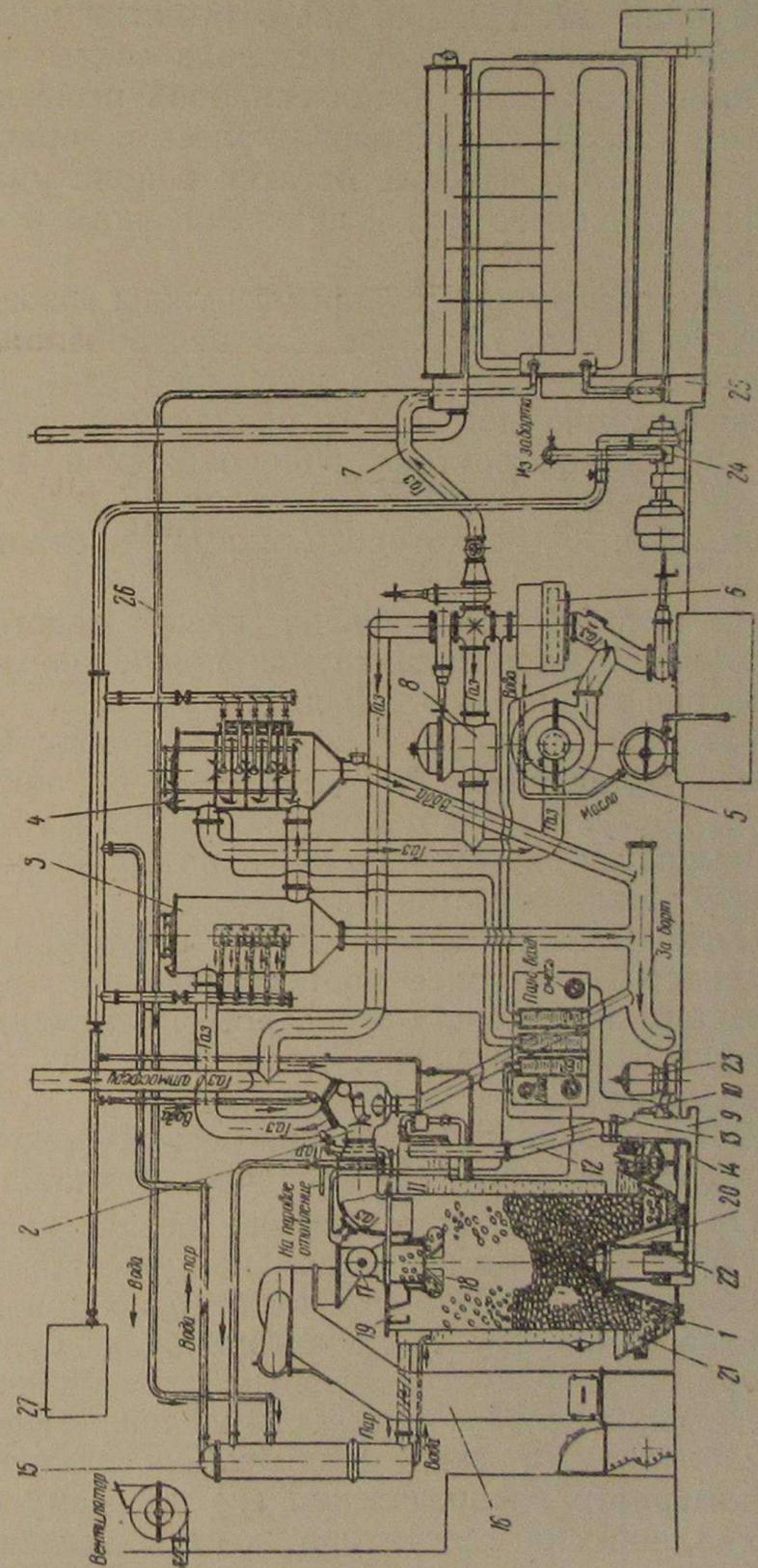


Рис. 57. Схема газогенераторной установки для двигателя мощностью 450 л. с.

ся приспособление 18, предназначенное для равномерного распределения топлива по всему сечению шахты. Люк 19, размещенный на крышке газогенератора, служит для загрузки дров в шахту при розжиге генератора.

Топливо и зола лежат на колосниковой решетке 20 и зольниковой чаше 21. Нижняя часть решетки в месте подвода паровой смеси снабжена гидравлическим затвором 22. Зольниковая чаша совместно с колосниковой решеткой приводится во вращение с помощью храпового колеса и червячной передачи от электромотора 23. Очаговые остатки и зола удаляются из чаши с помощью шлакового ножа, прикрепленного к охлаждающему кожуху генератора.

Забортная вода, идущая на нужды газогенераторной установки, подается в сеть водопроводов центробежным электронасосом 24. В случае надобности для указанной цели могут быть использованы насосы трюмной или охлаждающей воды двигателя.

При данной системе водоснабжения вода поршневым насосом 25 подается по трубопроводу 26 через холодильник 15 в напорный бак 27, из которого она затем отводится к местам потребления.

На рис. 58 представлена схема газогенераторной установки, работающей на антраците или полукоксе и предназначенной для двигателя мощностью 400 л. с.

Газ из генератора 1 по трубопроводу 2 подается в промежуточный холодильник 3, из которого он, пройдя трехходовой клапан 4, поступает в комбинированный скруббер 5. Из скруббера газ отсасывается эксгаустером 6 и по трубопроводу 7 направляется к фильтру тонкой очистки 8.

Отсюда газ по трубе 9 через регулятор давления 10 поступает в ресивер 11 и далее во всасывающий коллектор 12 двигателя. Установленный между ресивером и всасывающим коллектором вентилятор 13 предназначен для отвода газа в атмосферу при остановке двигателя.

Для увлажнения дутья при розжиге генератора воздух подается вентилятором 14 в верхнюю часть охлаждающего кожуха.

При работающем генераторе воздух засасывается через патрубок 15 и увлажняется паром, поступающим из паросборника 16 по трубопроводу 17. Избыток пара трубопроводом 18 может быть отведен в атмосферу. Подача топлива из бункеров к питателю генератора производится скиперным подъемником.

На внутренней поверхности крышки генератора закреплено приспособление 19 для поддержания постоянного слоя топлива и равномерного распределения его по всему сечению шахты.

Удаление из генератора золы и шлака осуществляется вращающейся колосниковой решеткой 20 и шлаковым ножом. Отсасывание нижней части колосниковой решетки от атмосферного воздуха предусмотрено с помощью гидравлического затвора 21. Снабжение газогенераторной установки водой производится вертикальным центробежным насосом 22.

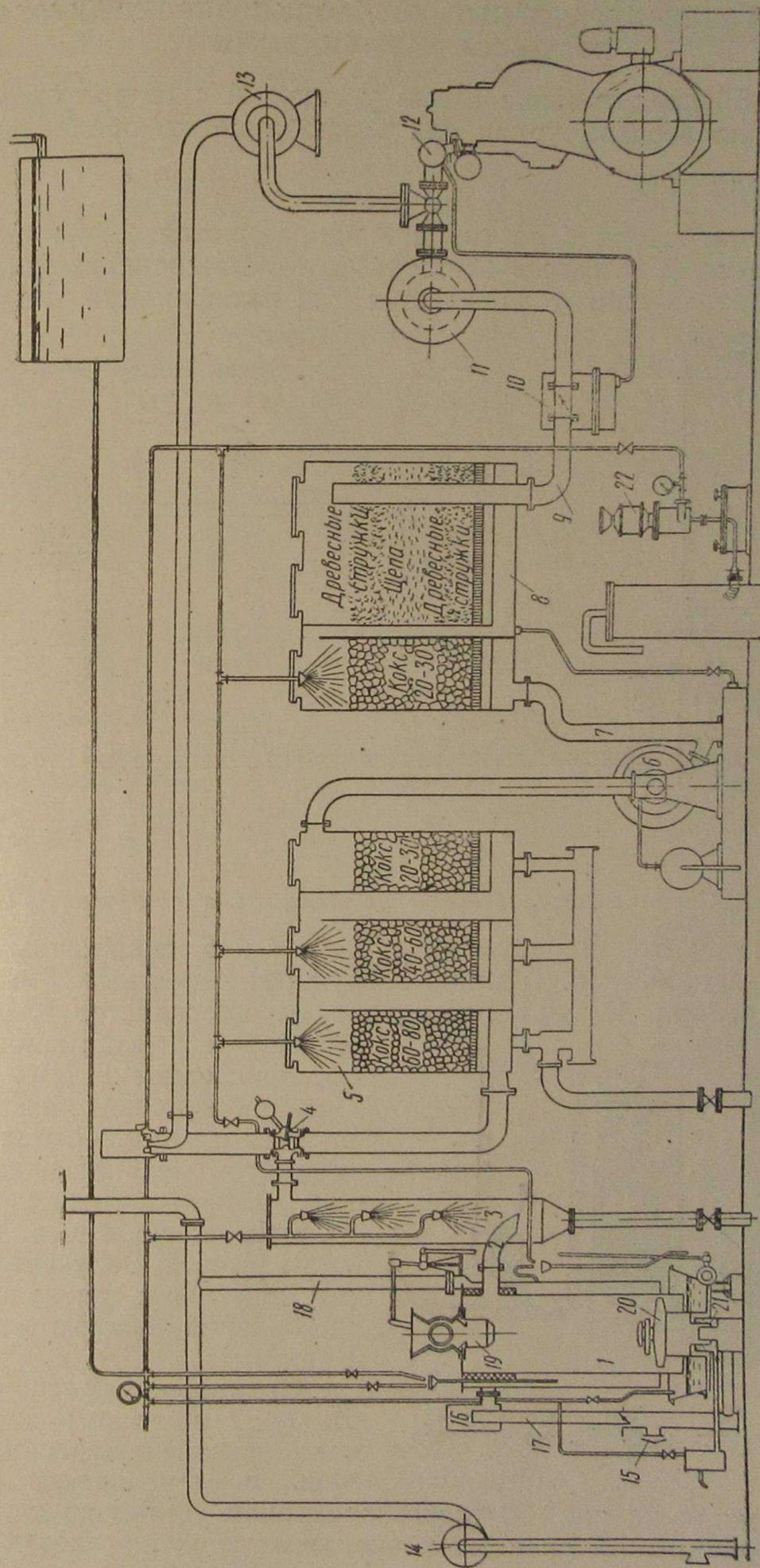


Рис. 58. Схема газогенераторной установки для двигателя мощностью 400 л. с.

§ 22. ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ОПРОКИНУТОГО ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ

На рис. 59 представлена схема установки с генератором, работающим на древесных чурках или торфобрикетах, предназначенной для двигателя 6ГСЧ $\frac{9,5}{11}$.

Газ из генератора 1 по трубе 2 направляется в комбинированный очиститель 3, откуда в очищенном и охлажденном виде поступает в смеситель двигателя. Воздух для газификации топлива по-

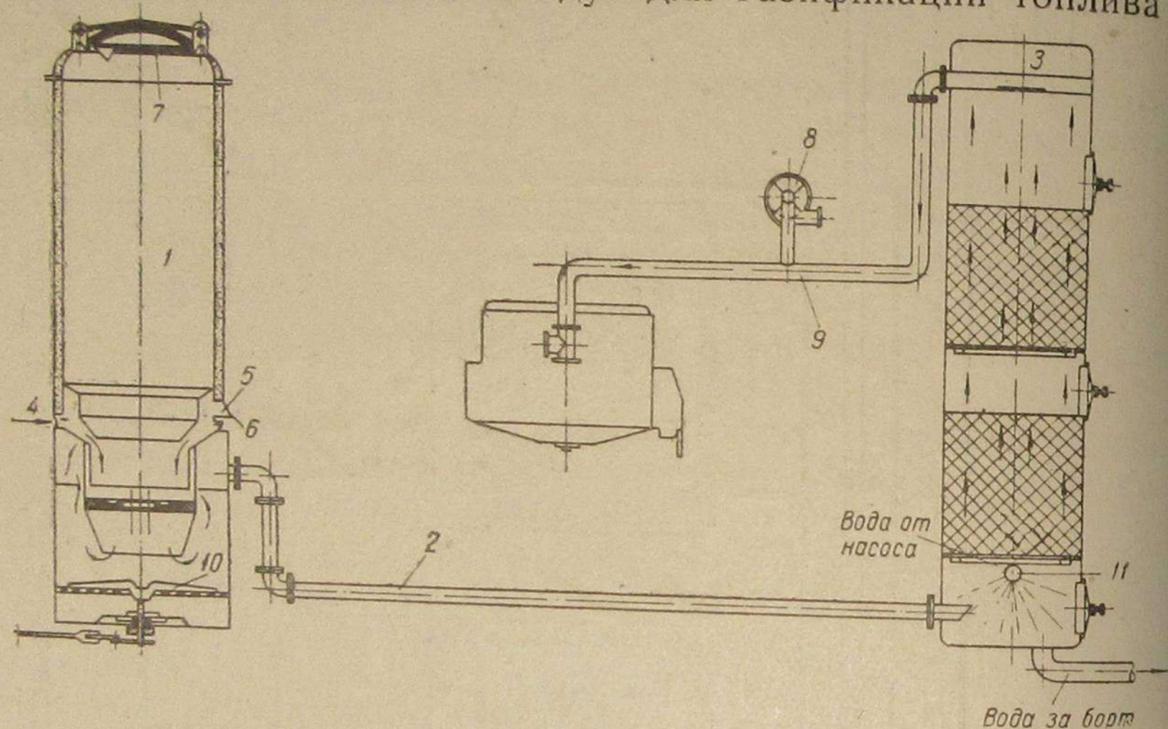


Рис. 59. Схема газогенераторной установки для двигателя 6ГСЧ $\frac{9,5}{11}$

ступает в генератор по двум патрубкам 4 и 5, снабженным невозвратными клапанами 6. Топливо загружают через люк 7 в верхней части генератора. Розжиг генератора осуществляется электровентилятором 8 всасывающего типа, присоединенным к трубе 9.

Очистка колосниковой решетки от золы и угольной мелочи производится механическим скребком 10, приводимым в действие от руки с помощью системы тяг и рычагов. Зола удаляется через два люка, расположенных на боковой поверхности генератора.

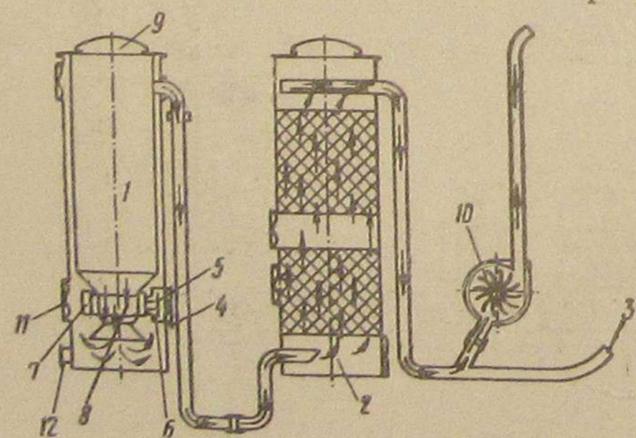


Рис. 60. Схема газогенераторной установки для двигателя мощностью 22 л.с.

Представленная на рис. 60 газогенераторная установка с генератором, работающим на древесных чурках, состоит из следующих ос-

новных агрегатов: газогенератора с верхним отбором газа, комбинированного очистителя поверхностного типа, вентилятора для розжига и смесителя газа эжекционного типа.

Установка предназначена для питания газом двигателя ГАЗ-42. Газ из генератора 1 вследствие разрежения, создаваемого двигателем, поступает в нижнюю часть очистителя 2, проходит два слоя металлических колец и по трубе 3 направляется в смеситель газа. Воздух по патрубку 4, снабженному невозвратным клапаном 5, поступает в коробку 6, из которой по кольцу 7 подводится к дутьевым фурмам 8.

Загрузка топлива производится через люк 9, расположенный на бункере газогенератора. Для розжига газогенератора служит вентилятор 10, приводимый в действие от электромотора постоянного тока.

Угольную мелочь и золу удаляют из генератора через два люка 11 и 12, расположенные на боковой поверхности зольника.

Вода на охлаждение газа подается шестеренчатым насосом, приводимым в действие от главного двигателя.

§ 23. ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ

Представленная на рис. 61 газогенераторная установка МСВ-92 предназначена для двигателя мощностью 30 л.с.

Газ из генератора 1 по трубопроводу 2 направляется в очиститель 3 и затем, пройдя фильтр тонкой очистки 4, поступает в смеситель, установленный на двигателе. Воздух, необходимый для га-

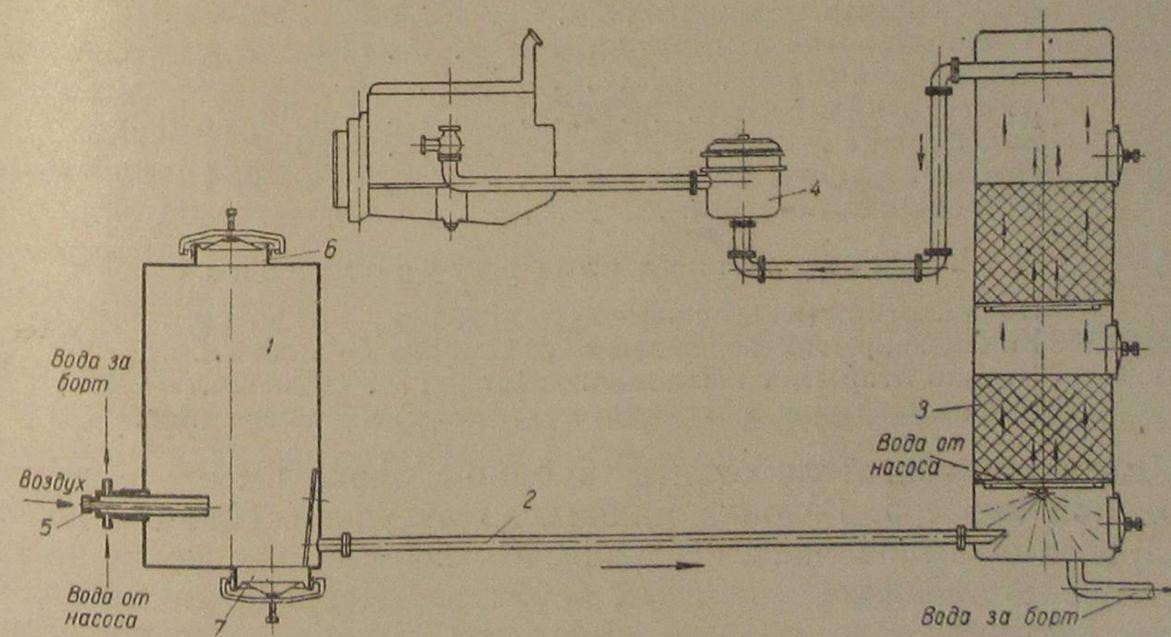


Рис. 61. Схема газогенераторной установки для двигателя ГАЗ-42

зификации топлива, подводится через полуохлаждаемую водой фурму 5. Топливо загружается в бункер через люк 6 в верхней части газогенератора. Розжиг газогенератора осуществляется с помощью двигателя, пускаемого на бензине. Для удаления очаговых ос-

остатков и золы в днище генератора имеется люк 7. Охлаждающая газ и фурму вода подается насосом, навешенным на главный двигатель.

Глава IX

ГАЗОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

§ 24. ГАЗОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ЗАЖИГАНИЕМ РАБОЧЕЙ СМЕСИ

Двигатели внутреннего сгорания, работающие на легком топливе, при переоборудовании их на газ значительно снижают свою мощность. Это объясняется тем, что теплотворная способность газовой смеси ниже теплотворной способности бензо-воздушной смеси, а дополнительное сопротивление, создаваемое газогенераторной установкой, уменьшает коэффициент наполнения цилиндров.

Общепринятым способом повышения мощности двигателя при переводе его на газовое топливо является увеличение степени сжатия. Однако возрастающее давление вспышки ограничивает величину степени сжатия, которая лишь в небольшом количестве конструкций двигателей доходит до 8,5.

Ниже приводятся технические характеристики и описания газовых двигателей с электрическим зажиганием рабочей смеси.

Газовый двигатель ГАЗ-42

Технические данные

Тип двигателя — четырехтактный, газовый, простого действия	
Эффективная мощность	22 л. с.
Число оборотов в минуту	1600
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра	98,4 мм
Ход поршня	108,0 "
Порядок работы цилиндров	1—2—3—4
Степень сжатия	6,4

Характеристика газораспределения

Начало открытия всасывающего клапана . . .	8° до в.м.т.
Конец закрытия всасывающего клапана . . .	56° после н.м.т.
Начало открытия выхлопного клапана . . .	56° до в.м.т.
Конец закрытия выхлопного клапана . . .	8° после в.м.т.

Цилиндры двигателя отлиты в одном блоке вместе с верхней половиной картера. Головка цилиндров чугунная. Нижняя половина картера штампованная, стальная. Коленчатый вал лежит на трех коренных подшипниках, залитых баббитом. Поршень двигателя отлит из алюминиевого сплава, имеет три канавки для поршневых колец и разрезную юбку. Шатун — двутаврового сечения, в верхней его головке запрессована бронзовая втулка, а нижняя головка залита баббитом. Распределительный вал лежит на трех подшипниках и приводится во вращение от коленчатого вала с помощью текстолитовой шестерни с косым зубом. На средней шейке распределительного вала нарезана винтовая шестерня привода к распре-

делителю тока и масляному насосу. Расположение клапанов ниже, с правой стороны двигателя.

Рабочая смесь приготавливается в смесителе, установленном на всасывающем коллекторе.

Запуск двигателя производится на бензине, для чего на всасывающем коллекторе предусмотрен карбюратор типа Солекс-2.

Система смазки — комбинированная: масло к трущимся частям поступает самотеком, под давлением и путем разбрызгивания. В судовых условиях для охлаждения масла монтируется трубчатый масляный холодильник, в котором масло охлаждается забортной водой.

Засасываемое шестернями насоса масло из нижней части картера подается в переднюю часть клапанной камеры, наполняет ее и, переливаясь через перегородки, заполняет всю клапанную камеру.

Через отверстия в клапанной камере масло самотеком по трубкам и каналам поступает к трем коренным подшипникам коленчатого вала, переднему и заднему подшипникам распределительного вала и частично на распределительные шестерни и толкатели. Средний подшипник распределительного вала смазывается под давлением. Излишек масла через отверстие в задней крышке клапанной камеры по наклонной трубке, расположенной снаружи корпуса двигателя, попадает в маслосборные корытца. Разбрызгиваемое черпачками шатунов масло смазывает шатунные подшипники, поршневые пальцы, кулачки распределительного вала и стенки цилиндров. Стекающее со всех деталей масло собирается в картере и насосом через фильтр вновь нагнетается в клапанную камеру. Заправка двигателя маслом производится через отверстие сапуна. Уровень масла в картере контролируется металлической линейкой. Полная емкость смазочной системы двигателя 4,72 л. Отработавшее масло спускается через отверстие в днище картера.

Охлаждение двигателя принудительное — забортной водой (в судовых условиях охлаждение двигателя включается в общую систему водоснабжения).

Система зажигания — батарейного типа от аккумуляторной батареи напряжением 6 вольт.

Пуск двигателя производится электростартером мощностью 0,9 л. с. или от руки.

В качестве реверсивного устройства для данного двигателя применяется механическая реверсивная муфта ГМЗ.

Газовый двигатель ЗИС-21у

Технические данные

Тип двигателя — четырехтактный, газовый, простого действия	
Эффективная мощность	42 л. с.
Число оборотов в минуту	1650
Число цилиндров	6, вертикально в ряд

Технические данные

Диаметр цилиндра	101,6 мм
Ход поршня	114,3
Порядок работы цилиндров	1—5—3—6—2—4
Степень сжатия	7
Габаритные размеры:	
длина—1250 мм	
ширина—680 мм	
высота—700 мм	
Вес двигателя	434 кг

Характеристика газораспределения

Открытие всасывающего клапана	21° до в. м. т.
Закрытие всасывающего клапана	70° после н. м. т.
Открытие выхлопного клапана	68° до н. м. т.
Закрытие выхлопного клапана	28° после в. т. м.

Тип отливки блока — моноблок, отлитый вместе с верхним картером. Головка цилиндров — съемная.

Коленчатый вал стальной, работает в 7 коренных подшипниках, залитых баббитом. Поршень отлит из чугуна и имеет четыре канавки для поршневых колец. Шатун двутаврового сечения с бронзовыми втулками в верхних головках, нижние головки залиты баббитом и имеют съемные крышки. Распределительный вал — один, расположен в правой части картера.

Газ и воздух к смесителю подаются по отдельным патрубкам. Клапаны — нижние односторонние. Система смазки двигателя — комбинированная.

Под давлением смазываются 7 коренных и 6 шатунных подшипников коленчатого вала, распределительные шестерни и вал привода водяного насоса; разбрызгиванием смазываются поршневые пальцы, стенки цилиндров, кулачковый валик и толкатели.

Масло из насоса поступает в масляный фильтр, смонтированный с левой стороны двигателя, проходит очистку и направляется в главную масляную магистраль.

От главной масляной магистрали отходят ответвления ко всем коренным подшипникам коленчатого вала. Отсюда по каналам в щеках коленчатого вала масло поступает на смазку шатунных подшипников.

Из переднего коренного подшипника масло по просверленным в передней стенке картера каналам подается к валу промежуточной шестерни, валу шестерен привода водяного насоса и в коробку распределительных шестерен.

Заправка двигателя маслом производится через сапун. Уровень масла в картере определяется металлической линейкой с делениями.

Давление масла в системе смазки при разогретом двигателе составляет 3 кг/см² и контролируется по манометру. Емкость смазочной системы — 7 литров.

Устанавливаемые на газходах двигателя дополнительно оборудуются маслоохладителями, включаемыми последовательно в систему смазки перед войлочным фильтром. Масло охлаждается за-

бортной водой, циркулирующей во внешней полости маслоохладителя.

Отработавшее масло удаляется через спускное отверстие в днище картера.

Охлаждение двигателя водяное, принудительное, с циркуляцией воды от центробежного насоса (в судовых условиях охлаждение двигателя включается в общую систему водоснабжения).

Система зажигания — от бабины через прерыватель и распределитель или от магнето высокого напряжения типа СС-6.

Пуск двигателя осуществляется стартером типа МАФ.

Питание стартера — от аккумуляторной батареи. Для зарядки аккумуляторной батареи на двигатель навешен электрогенератор типа ГА-71.

В качестве реверсивного устройства для данного двигателя применяется реверсивная механическая муфта ГМЗ.

Двигатель 6ГСЧ $\frac{9,5}{11}$ *

Технические данные

Тип двигателя—четырёхтактный, простого действия	
Эффективная мощность при 1650 оборотах в минуту	45 л. с.
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	95 мм
Ход поршня	110
Порядок работы	1—5—3—6—2—4
Степень сжатия	6,6
Вес двигателя	440 кг

Остов двигателя чугунный. Вкладыши рамовых подшипников изготовлены из свинцовистой бронзы, покрытой белым металлом.

Рабочие цилиндры и верхняя часть картера отлиты в одном блоке. Втулки рабочих цилиндров — чугунные, вставные. Цилиндры имеют общую съемную головку. Коленчатый вал — цельнокованный стальной. Шатун — штампованный облегченного сечения. Вкладыш нижней головки шатуна — стальной, покрытый свинцовистой бронзой.

В верхней головке шатуна запрессована бронзовая втулка.

Поршень отлит из алюминиевого сплава и снабжен компрессионными и маслосборными кольцами. Поршневой палец — плавающего типа.

Распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала цилиндрическими шестернями.

Газ и воздух к смесителю подаются по отдельным патрубкам.

Система зажигания — магнето высокого напряжения, приводимое от коленчатого вала через промежуточную шестерню.

* 6ГСЧ — $\frac{9,5}{11}$ газовый, судовой, четырехтактный. Диаметр цилиндра 9,5 см, ход поршня 11 см. Подобное обозначение принято и в дальнейшем. Таблица условных обозначений марок двигателей приведена в приложении 5.

Свечи диаметром 14 мм устанавливаются наклонно, сбоку головки цилиндров.

Система смазки — комбинированная.

Подача масла производится шестеренчатым насосом, приводимым в действие червячной шестерней от распределительного вала. Насос засасывает масло из картера двигателя и через масляные радиатор и фильтр подает его по трубопроводу к коренным подшипникам коленчатого вала. Через отверстия в шейках коленчатого вала масло поступает в подшипники шатунов. От циркуляционной системы смазки масло подается также к подшипникам распределительного вала и к рычагам клапанов, расположенных на головках цилиндров.

Давление масла в трубопроводе измеряется манометром, установленным на распределительном щитке. При давлении масла выше нормального часть его через редукционный клапан сливается в картер двигателя.

Рабочие поверхности цилиндров и поршневые пальцы смазываются разбрызгиванием.

Масло охлаждается забортной водой, пропускаемой через масляный радиатор. Охлаждение двигателя — водяное, принудительное.

Забортная вода шестеренчатым насосом, приводимым в действие от валика динамомашины, подается в масляный радиатор. Отсюда охлаждающая двигатель вода последовательно проходит выхлопной коллектор, блок цилиндров и далее через выхлопную трубу отводится за борт.

Для спуска воды из системы охлаждения на масляном радиаторе, блоке цилиндров и рубашке выхлопного коллектора предусмотрены спускные пробки и краны.

Пуск двигателя производится с помощью электростартера мощностью 1,8 л. с., питаемого от аккумуляторных батарей.

Для освещения судна и зарядки аккумуляторов на двигатель навешена динамомашинка мощностью 130 ватт при напряжении в 12 вольт.

Двигатель снабжается реверсивной муфтой типа РМ-11-ЗИС-5.

Газовый двигатель МГ-17

Технические данные

Тип двигателя — четырехтактный, газовый, простого действия	
Эффективная мощность	65 л. с.
Число оборотов в минуту	870
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра	155 мм
Ход поршня	205 "
Степень сжатия	7,8
Порядок работы цилиндров	1—3—4—2

Характеристика газораспределения

Начало открытия всасывающего клапана	20° до в.м.т.
Конец закрытия всасывающего клапана	20° после н.м.т.
Начало открытия выхлопного клапана	50° до н.м.т.
Конец закрытия выхлопного клапана	16° после в.м.т.

Цилиндры двигателя отлиты в одном блоке вместе с верхней половиной картера. Крышки цилиндров — блочной конструкции, каждая на два цилиндра. В крышках имеются всасывающие и выхлопные клапаны и отверстия для свечей. Нижняя половина картера литая, чугуна. Коленчатый вал лежит на пяти коренных подшипниках, залитых баббитом.

Поршень двигателя отлит из алюминиевого сплава, в нем имеется шесть канавок для колец; четыре верхних кольца — компрессионные, а два нижних — малосъемные.

Шатун двутаврового сечения — в верхней его головке запрессована бронзовая втулка, нижняя головка залита баббитом.

Распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала с помощью шестерен с косым зубом. Рабочая смесь готовится в смесителе, установленном на всасывающем коллекторе. Запуск двигателя — непосредственно на газе.

Система смазки двигателя — комбинированная. Масло через наливную горловину с правой стороны двигателя поступает в поддон нижнего маслоприемника, откуда через сетку забирается нижней парой шестерен насоса и подается в камеру маслораспределителя и в масляные фильтры. Очищенное в фильтрах масло по каналам направляется во вторую камеру маслораспределителя, изолированную от первой, затем по маслопроводам — к коренным шейкам коленчатого вала, втулкам масляного насоса, валикам коромысел и к манометру.

Смазка шатунных шеек и поршневых пальцев также производится от насоса.

Давление масла в системе контролируется манометром и регулируется редукционным клапаном. При прогревом двигателя и нормальном числе оборотов давление масла в системе составляет 1,8—2,0 кг/см². Стенки цилиндров и подшипников распределительного вала смазываются разбрызгиванием.

Отработавшее масло, стекающее в картер, собирается в поддоне и затем снова через нижний маслоприемник поступает в масляную магистраль. При наклонном положении двигателя верхняя пара шестерен масляного насоса перекачивает масло из передней части картера в поддон для дальнейшего использования.

Указателем уровня масла в поддоне картера служит линейка с двумя метками, находящаяся в масломерном колене. Емкость смазочной системы двигателя — 22 л.

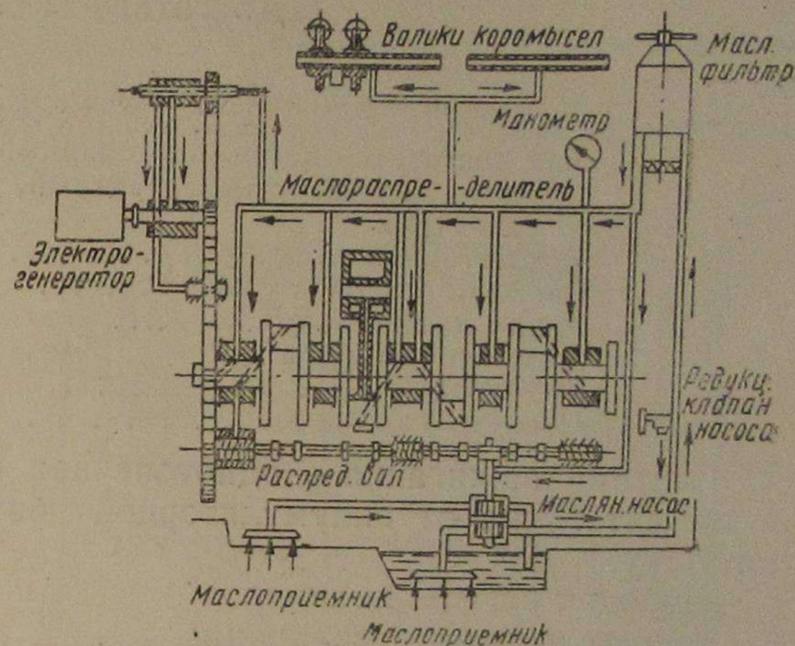


Рис. 62. Схема системы смазки двигателя МГ-17

Схема смазки двигателя МГ-17 представлена на рис. 62.

Система охлаждения двигателя—циркуляционная, забортной водой, подаваемой центробежным насосом.

Система зажигания—от двух магнето высокого напряжения БС-4п, по две свечи на каждый цилиндр.

Пуск двигателя производится от вспомогательного двигателя мощностью 18 л. с., через систему фрикционной муфты и механизма сцепления.

Двигатель 6ГСЧ $\frac{22}{28}$

Технические данные

Тип двигателя—переоборудованный из бескомпрессорного дизеля, четырехтактный, газовый, простого действия	
Эффективная мощность	150 л. с.
Число оборотов в минуту	530
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	220 мм
Ход поршня	280 "
Степень сжатия	8,3

Система зажигания—одноточечная от магнето типа «Норис», в момент пуска от аккумуляторной батареи через индукционную катушку.

Порядок работы цилиндров:

двигатель левого вращения	1—4—5—6—3—2
двигатель правого вращения	1—2—3—6—5—4

Система охлаждения — циркуляционная.

Система смазки — циркуляционная, давление масла в системе 1,2—2 кг/см².

Свечи — автомобильного типа «холодные», диаметром 18 мм.

Остов двигателя чугунный. Фундаментная рама, картер и цилиндры соединены анкерными болтами. Фундаментная рама—цельнолитая. Вкладыши рамовых подшипников залиты баббитом Б-83. Рабочие цилиндры и картер отлиты в одном блоке.

Гильзы цилиндров — чугунные, вставные. Каждый цилиндр имеет отдельную крышку, в которой размещены всасывающий и выхлопной клапаны и электрическая свеча. В четвертом, пятом и шестом цилиндрах кроме указанного выше размещены пусковые клапаны.

Коленчатый вал — цельнокованный. Шатун — стальной, фасонного сечения, сверленный. Вкладыши нижней головки залиты баббитом Б-83.

В верхней головке шатуна запрессована бронзовая втулка, поршень чугунный с четырьмя компрессионными и одним маслосъемным кольцами. Поршневой палец — плавающего типа. Распределительный вал приводится от коленчатого вала цилиндрическими шестернями и несет кулачки всасывающих и выхлопных клапанов.

Регулятор числа оборотов двигателя воздействует через систему тяг на газовый клапан смесителя. Магнето приводится от распределительного вала через шестерни.

При пуске двигателя зажигание газовой смеси производится от аккумуляторной батареи через индукционную катушку.

Цилиндры двигателя смазываются с помощью лубрикатора, приводимого в действие от распределительного вала.

Смазка всех других движущихся частей — циркуляционная, за исключением подшипников распределительного вала, которые смазываются путем разбрызгивания.

Схема циркуляционной системы смазки двигателя приведена на рис. 63.

Два циркуляционных насоса — откачивающий и нагнетательный (шестеренчатого типа) — приводятся от коленчатого вала цилиндрическими шестернями. В систему смазки включены сетчатый

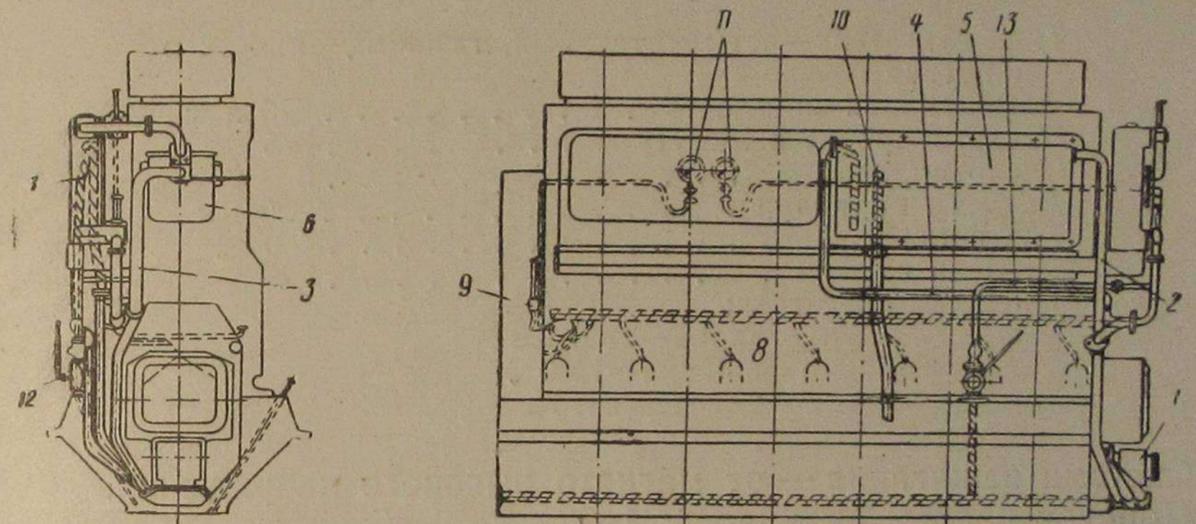


Рис. 63. Схема циркуляционной смазки двигателя 6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$

1—сдвоенный шестеренчатый насос, 2—всасывающий трубопровод из масляного резервуара, 3—нагнетательный трубопровод от насоса к фильтру, 4—нагнетательный трубопровод от насоса в масляный резервуар, 5—масляный резервуар, 6—фильтр, 7—маслоохладитель, 8—нагнетательный распределительный трубопровод, 9—вентиль для регулирования давления в масляном трубопроводе, 10—перепускная труба из масляного резервуара, 11—манометры, 12—ручной крыльчатый насос, 13—нагнетательный трубопровод

фильтр, трубчатый холодильник и ручной насос для прокачки масла перед пуском двигателя.

Для охлаждения блока цилиндров, цилиндрических крышек, выхлопного коллектора, холодильника масла и цилиндров компрессора пускового воздуха используется забортная вода, подаваемая поршневым насосом, приводимым в действие от коленчатого вала. Подаваемая насосом вода через маслоохладитель по трубопроводу поступает в зарубашечное пространство цилиндров и затем на охлаждение крышек, откуда она направляется в выхлопной коллектор и через сливную воронку удаляется за борт. Количество воды, поступающей на охлаждение цилиндрических крышек, регулируется кранами, установленными на выходных патрубках.

Для контроля температуры охлаждающей воды на каждой крышке установлены термометры. Температура воды после охлаждения двигателя не должна превышать 70° Ц.

Симметрично насосу охлаждающей воды расположен трюмный насос, который в случае надобности также может быть использован для подачи воды на охлаждение двигателя.

Пуск двигателя производится сжатым воздухом. Максимальное давление пускового воздуха — 28 атм. Пусковые клапаны в крышках цилиндров управляются пневматически. Воздух из баллонов поступает в клапаны через распределитель пускового воздуха. Двухступенчатый компрессор пускового воздуха приводится от коленчатого вала.

Реверсивное устройство двигателя сконструировано из реверсивной муфты и редуктора, заключенных в общем корпусе.

Двигатель 6ГСЧ $\frac{32}{45}$

Технические данные

Тип двигателя—четырёхтактный, газовый, простого действия	
Эффективная мощность	375 л. с.
Число оборотов в минуту	375
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	320 мм
Ход поршня	450 "
Степень сжатия	8,5
Габариты двигателя:	
длина—3260 мм	
ширина—1350 "	
высота—2415 "	

Система зажигания — от магнето высокого напряжения.

Порядок работы цилиндров: 1—2—3—6—5—4.

Система охлаждения — двойная, проточная или замкнутая.

Система смазки — циркуляционная, давление масла в системе 1,5—2,5 атм.

Запальные свечи — «холодного» типа диаметром 18 мм.

Характеристика газораспределения

Открытие всасывающего клапана	4° до в.м.т.
Закрытие всасывающего клапана	20° после н.м.т.
Открытие выхлопного клапана	36° до н.в.т.
Закрытие выхлопного клапана	18° после в.м.т.

Остов двигателя — чугунный. Фундаментная рама, картер и цилиндры соединены анкерными болтами. Фундаментная рама — цельнолитая. Вкладыши рамовых подшипников залиты баббитом Б-83. Рабочие цилиндры и картер отлиты в одном блоке. Гильзы цилиндров — чугунные, вставные. Каждый цилиндр имеет отдельную крышку, в которой размещены всасывающий и выхлопной клапаны и запальная свеча.

Распределительный вал приводится от коленчатого вала и несет кулачки всасывающих и выхлопных клапанов. Ход всасывающих клапанов изменяется масляным сервомотором. Коленчатый вал цельнокованный.

Газ и воздух по отдельным трубопроводам подводятся к всасывающим клапанам, в конструкции которых предусмотрены ка-

налы для газа — верхние и для воздуха — нижние. В обоих трубопроводах установлены дроссельные заслонки для регулирования газовой смеси.

Центробежный регулятор приводится от распределительного вала цилиндрическими шестернями.

Регулятор воздействует через систему тяг и рычагов на масляный сервомотор клапанного механизма.

Шатун стальной, круглого сечения, сверленный, с отъемной нижней головкой. Вкладыши нижней головки шатуна залиты баббитом Б-83.

Поршень чугунный со съемной головкой из алюминиевого сплава. В головке поршня размещены четыре компрессионных, а в тронковой его части — два маслосъемных кольца. Поршневой палец — плавающего типа.

В крышке каждого цилиндра установлена запальная свеча. Магнето приводится в действие от специального валика.

Цилиндры двигателя смазываются с помощью лубрикатора, приводимого в действие от распределительного вала.

Смазка всех движущихся частей — циркуляционная. Циркуляционный насос — шестеренчатого типа, приводится от коленчатого вала цилиндрическими шестернями. В систему смазки включены сетчатый фильтр, трубчатый холодильник, сервомотор регулятора числа оборотов двигателя и ручной насос для прокачки масла перед пуском двигателя.

Охлаждение двигателя — двойное по проточной или замкнутой системе. Проточная система охлаждения двигателя аналогична ранее разобранной системе охлаждения двигателя 6ГСЧ $\frac{22}{28}$.

При замкнутой системе охлаждения двигателя отработавшая вода поступает в холодильник, омываемый забортной водой, которая подается центробежным электронасосом.

Охлажденная вода из холодильника центробежным электронасосом перекачивается в цистерну чистой воды, из которой по трубопроводам снова направляется на охлаждение двигателя.

Пуск двигателя производится сжатым воздухом.

Остановка двигателя осуществляется путем закрытия дроссельной заслонки на газопроводе.

§ 25. ДВИГАТЕЛИ, РАБОТАЮЩИЕ ПО ГАЗОЖИДКОСТНОМУ ЦИКЛУ

Переоборудование на газ двигателей, работающих по циклу дизеля и имеющих струйное распыливание топлива, несложно и в основном заключается в правильном выборе степени сжатия, которая во избежание преждевременных вспышек обычно принимается в пределах 12,0—14,5.

При указанной степени сжатия самовоспламенение газовой смеси исключается, так как температура ее воспламенения выше температуры самовоспламенения жидкого топлива.

Воспламенение газовой смеси осуществляется жидким топливом, небольшое количество которого подается в момент, ког-

да газоздушная смесь сжата до высокого давления, т. е. когда поршень цилиндра, в котором происходит воспламенение, занимает положение, близкое к верхней мертвой точке.

При оборудовании на газ двигатель дополнительно снабжается смесительным устройством, с приспособлением для регулировки газовой смеси.

Расход жидкого топлива на воспламенение газоздушной смеси составляет от 10 до 40 г на 1 л. с. в час в зависимости от размеров цилиндров двигателя.

В переоборудуемых на газ двигателях для подачи жидкого запального топлива применяют насосы небольшой производительности. Однако в ряде конструкций двигателей основной топливный насос остается на месте, что дает возможность работать как на газовом, так и на жидком топливе в зависимости от условий эксплуатации.

Технические данные и описание двигателей, работающих на газожидкостном топливе, приводятся ниже.

Двигатель 6ГСЧ $\frac{15}{18}$

Технические данные

Эффективная мощность	150 л. с.
Номинальное число оборотов в минуту	1500
Диаметр цилиндра	150 мм
Ход поршня	180 "
Число цилиндров	6
Рабочий литраж двигателя	19,1 л
Степень сжатия	14—15
Порядок работы цилиндров	1—5—3—6—2—4

Количество клапанов на цилиндр	{ всасывающих — 2
	{ выхлопных — 2

Характеристика газораспределения

Открытие всасывающих клапанов	10° до в.м.т.
Закрытие всасывающих клапанов	40° после н.м.т.
Открытие выхлопных клапанов	40° до н.м.т.
Закрытие выхлопных клапанов	10° после н.м.т.

Картер, блок цилиндров и головка двигателя изготовлены из алюминиевого сплава.

В поперечных стенках верхней части картера расположены семь коренных подшипников. Вкладыши подшипников стальные и залиты свинцовистой бронзой.

Коленчатый вал цельнокованный, с полыми шейками. Коленца вала расположены в трех плоскостях под углом 120°.

Шатуны — двутаврового сечения. Вкладыши нижней головки стальные и залиты свинцовистой бронзой. В верхних головках шатунов запрессованы бронзовые втулки.

Поршни — алюминиевые с фигурным днищем. Каждый поршень имеет пять колец, из которых три компрессионных и два маслосъемных. Поршневые пальцы — плавающего типа.

Втулки цилиндров — стальные, вставные. Головка цилиндров — блочного типа на шесть цилиндров. В головке размещены всасывающие и выхлопные клапаны, камеры горения и форсунки.

Два распределительных вала приводятся от коленчатого вала конической шестерней.

Газ и воздух по отдельным трубопроводам подаются к смесителю. В воздушном патрубке смесителя установлена дроссельная заслонка для регулирования количества смеси.

Качество смеси регулируется дросселем, расположенным в патрубке газоздушной смеси. С помощью тяги дроссель связан с регулятором топливного насоса.

Для воспламенения газоздушной смеси на двигателе установлен шестиплунжерный насос. Подача топлива постоянная, так как регулятор воздействует не на рейку насоса, а на тягу дроссельной заслонки газоздушной смеси.

Угол опережения подачи топлива насосом составляет 38°.

Запальное топливо подается в цилиндр двигателя форсункой закрытого типа. Сопло форсунки имеет семь отверстий диаметром 0,25 мм каждое. Давление распыливания — 200 кг/см².

Подшипники двигателя смазываются под давлением, а поршни, втулки головок шатунов, поршневые пальцы — разбрызгиванием. Шестеренчатый масляный насос состоит из одной нагнетающей и двух откачивающих секций. Давление масла в системе после фильтра при установившемся режиме двигателя составляет 2 кг/см².

При установившемся тепловом режиме температура масла, поступающего в двигатель, должна быть не ниже +40° Ц и не превышать +80° Ц.

Рекомендуемая температура масла по выходе его из двигателя по данным завода-изготовителя — 70—85° Ц.

Система охлаждения двигателя подразделяется на внутреннюю (замкнутую) и внешнюю (проточную).

Во внутреннюю систему охлаждения включены: зарубашечное пространство блока цилиндров, выхлопной коллектор, масляная ванна и подшипники реверс-редуктора.

Циркуляция воды в системе производится центробежным насосом двигателя. При установившемся тепловом режиме температура поступающей в двигатель воды должна быть не ниже +55° Ц, а отработавшей +70—85° Ц.

Водяные и масляные холодильники включены во внешнюю систему и охлаждаются забортной водой, подаваемой шестеренчатым насосом.

Пуск двигателя производится электростартером типа СТ-710 мощностью 15 л. с.

Питание стартера — от аккумуляторных батарей напряжением 24 вольта.

Для подзарядки аккумуляторов служит навешенный на двигатель электрогенератор типа ГТ-4563А (500 ватт) или Г-73 (1000 ватт). В случае поломки электростартера или разрядки аккумуляторов.

муляторной батареи пуск двигателя производится сжатым воздухом. Для этой цели на двигателе предусмотрены распределитель сжатого воздуха и пусковые клапаны.

Двигатель 6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$

Двигатель данного типа является переработанной конструкцией судового дизеля.

Переделка этого дизеля на газ в основном заключалась в следующем.

Уменьшена степень сжатия путем установки между крышкой и цилиндром металлической прокладки высотой 9 мм. Канал, соединяющий форкамеру с цилиндром, заглушен форсункой, подающей запальное топливо. Смонтированы газовый коллектор и смеситель газа.

Технические данные

Эффективная мощность	400 л. с.
Число оборотов	400
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	285 мм
Ход поршня	420 "
Степень сжатия	12,2

Воспламенение газовой смеси производится путем впрыскивания жидкого топлива в цилиндр двигателя в конце такта сжатия.

Система охлаждения — циркуляционная, проточная.

Система смазки — циркуляционная, давление масла в системе 1,5—2,5 кг/см².

Характеристика газораспределения

Открытие всасывающего клапана . . .	17° до в.м.т
Закрытие всасывающего клапана . . .	16° после н.м.т.
Открытие выхлопного клапана . . .	40° до н.м.т.
Закрытие выхлопного клапана . . .	22° после в.м.т.

Остов двигателя — чугунный. Фундаментная рама, картер и цилиндры соединены анкерными болтами. Вкладыши рамовых подшипников залиты баббитом Б-83. Рабочие цилиндры и картер отличны в одном блоке.

Гильзы цилиндров — чугунные, вставные. Каждый цилиндр имеет отдельную крышку, в которой размещены всасывающий, выхлопной, пусковой, предохранительный клапаны и форсунка.

Температура выхлопных газов контролируется термометрами, установленными в выхлопных каналах цилиндрических крышек.

Коленчатый вал цельнокованный. Шатун стальной, круглого сечения, сверленный, с отъемной нижней головкой, залитой баббитом Б-83. В верхнюю головку шатуна запрессован бронзовый вкладыш.

Поршень чугунный, неохлаждаемый, с пятью уплотнительными и одним маслосъемным кольцами. Поршневой палец плавающего типа.

Распределительный вал приводится от коленчатого вала цилиндрическими шестернями и несет кулачные шайбы всасывающих, выхлопных и пусковых клапанов.

Газ и воздух по отдельным трубопроводам подводится к смесителю газа каждого цилиндра. Рабочая смесь по каналам в цилиндрических крышках засасывается в цилиндр двигателя. Количество подаваемого газа регулируется заслонкой, установленной в корпусе смесителя.

На двигателе установлены два трехместных топливных насоса. Валики топливных насосов и предельный регулятор приводятся в действие от распределительного вала двигателя. Регулятор воздействует на топливные насосы через систему тяг и выключающий вал.

Форсунка — с масляным охлаждением закрытого типа; сопло имеет три отверстия диаметром 0,25 мм каждое. Давление распыливания 180—200 атм.

Цилиндры двигателя и компрессора пускового воздуха смазываются от многосекционного лубрикатора.

Смазка всех других движущихся частей — циркуляционная.

Циркуляционный насос шестеренчатого типа, приводится в действие от коленчатого вала цилиндрическими шестернями.

В систему смазки включены сетчатый фильтр, маслоохладитель, ручной насос для прокачки масла перед пуском двигателя, регулировочный вентиль и предохранительный клапан, расположенный в корпусе масляного насоса.

Блок цилиндров, цилиндрические крышки выхлопного коллектора, маслоохладитель и цилиндры компрессора пускового воздуха охлаждаются забортной водой, подаваемой поршневым насосом, приводимым в действие от коленчатого вала.

По распределительному трубопроводу охлаждающая вода поступает в зарубашечное пространство цилиндров, в цилиндрические крышки, упорный подшипник, маслоохладитель, из которого направляется в выхлопной коллектор и далее по трубопроводу через контрольную воронку за борт.

Количество поступающей на охлаждение двигателя воды регулируется клапанами, установленными на каждой крышке цилиндра.

Для контроля температуры охлаждающей воды, которая не должна превышать 70° Ц, цилиндрические крышки снабжены термометрами.

Симметрично насосу охлаждающей воды расположен трюмный насос, который помимо прямого назначения может быть использован для подачи воды на охлаждение двигателя.

Принципиальная схема системы охлаждения двигателя представлена на рис. 64.

Пуск двигателя производится сжатым воздухом. Компрессор пускового воздуха имеет привод от коленчатого вала двигателя.

Реверс двигателя осуществляется продольным перемещением распределительного вала при помощи рукоятки реверсивного механизма.

Тип двигателя — переоборудованный на газ четырехтактный, бескомпрессорный, судовой реверсивный двигатель

Эффективная мощность	450 л. с.
Число оборотов в минуту	375
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	320 мм
Ход поршня	450
Степень сжатия	12

Воспламенение газовой смеси производится путем впрыскивания жидкого топлива в цилиндр двигателя в конце такта сжатия.

Система охлаждения циркуляционная — проточная.

Система смазки — циркуляционная, давление масла в системе — 1,5—2,5 ати.

Остов двигателя — чугунный. Фундаментная рама, картер и цилиндры соединены анкерными болтами. Вкладыши рамовых подшипников залиты баббитом Б-83. Рабочие цилиндры и картер отлиты в одном блоке. Гильзы цилиндров чугунные, вставные.

Каждый цилиндр имеет отдельную крышку, в которой размещены всасывающий, выхлопной, пусковой, предохранительный клапаны и форсунка.

Коленчатый вал цельнокованый. Шатун стальной, фасонного сечения, сверленный.

Рабочие поверхности нижней головки шатуна залиты баббитом Б-83.

В верхнюю головку шатуна запрессована неразъемная бронзовая втулка.

Поршень чугунный, неохлаждаемый, с шестью уплотнительными и одним маслосъемным кольцами. Поршневой палец — плавающего типа.

Распределительный вал, приводимый от коленчатого вала цилиндрическими шестернями, несет кулачковые шайбы всасывающих, выхлопных и пусковых клапанов. Рычаги, расположенные между толкателями и всасывающими клапанами, позволяют изменять величину открытия клапана.

Газ и воздух подводятся к всасывающим клапанам двигателя отдельно, в соответствии с чем во всасывающем коллекторе предусмотрена переборка.

Поступающий в двигатель воздух регулируется ручной заслонкой. Расход газа регулируется изменением величины хода газового клапана, смонтированного в пустотелом штоке всасывающего клапана.

На двигателе установлены два шестиплунжерных топливных насоса, один из которых предназначен для подачи топлива в цилиндры двигателя при работе его на жидком топливе, а второй подает топливо для воспламенения газовой смеси при работе двигателя на газе.

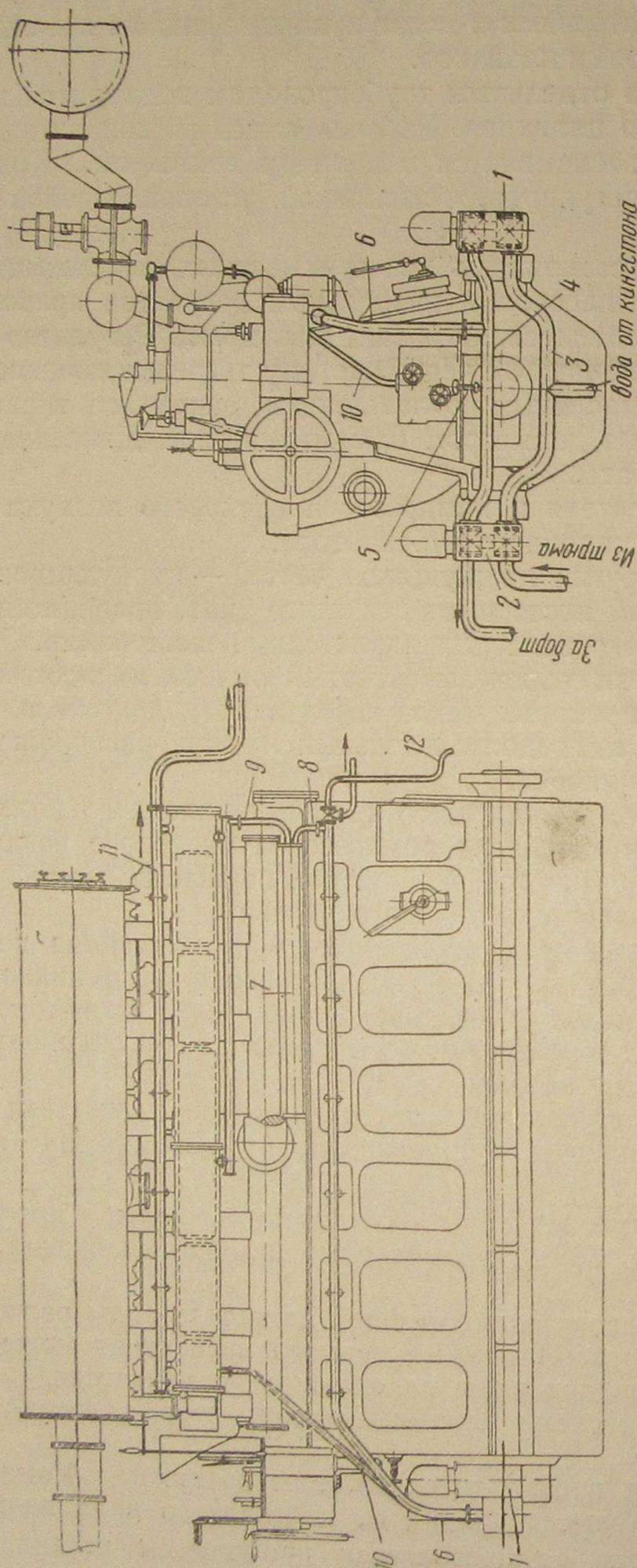


Рис. 64. Схема системы охлаждения двигателя мощностью 400 л. с.

1 — насос охлаждающей воды, 2 — насос трюмной воды, 3 — приемный трубопровод заборной воды, 4 — перепускной трубопровод, 5 — трубопровод охлаждения компрессора, 6 — распределительный трубопровод, 7 — охладитель масла, 8 — трубопровод воды, охлаждающей масло, 9 — трубопровод воды, отработавшей в маслоохладителе, 10 — трубопровод воды, отработавшей в компрессоре, 11 — трубопровод воды, отработавшей в крышках и выхлопном коллекторе.

При переводе двигателя с жидкого топлива на газообразное и обратно насосы переключаются автоматически, остановки двигателя не требуется.

Топливные насосы приводятся в действие от специального вала.

Регулятор числа оборотов двигателя воздействует на топливные насосы через систему тяг.

Форсунка — закрытого типа со струйным распыливанием топлива, давление распыливания 350 ати. Топливо от насосов к форсунке подается через тройниковое соединение.

В систему топливоподачи включены два перепускных невозвратных клапана, устраняющих проникновение топлива в какой-либо из неработающих насосов.

Цилиндры двигателя и компрессора пускового воздуха, а также топливный насос и регулятор смазываются от многосекционного лубрикатора. Смазка всех других движущихся частей — циркуляционная. Сдвоенный циркуляционный насос шестеренчатого типа приводится в действие от коленчатого вала.

Масло из картера одним из насосов перекачивается в масляную цистерну, расположенную на боковой поверхности двигателя, откуда другой насос подает его к местам смазки.

В систему нагнетательной смазки включены: фильтр, маслоохладитель, ручной насос для прокачки масла перед пуском двигателя, перепускной и предохранительный клапаны и кран для включения маслоохладителя.

Контроль за давлением масла в системе осуществляется при помощи манометра.

Блок цилиндров, цилиндры крышки, маслоохладитель и выхлопной коллектор охлаждаются забортной водой, подаваемой поршневым насосом, приводимым в действие от коленчатого вала.

Охлаждающая вода поступает в маслоохладитель, из которого направляется в распределительный трубопровод, далее в блок цилиндров, цилиндры крышки, в выхлопной коллектор и через контрольную воронку отводится за борт.

Количество поступающей на охлаждение двигателя воды регулируется кранами, установленными на каждой крышке цилиндра.

Для контроля температуры охлаждающей воды, которая не должна превышать 70° Ц, на крышках цилиндров установлены термометры.

Симметрично насосу охлаждающей воды расположен трюмный насос, который помимо прямого назначения может быть использован для подачи воды на охлаждение двигателя.

Пуск двигателя производится сжатым воздухом. Двухступенчатый компрессор пускового воздуха приводится от коленчатого вала цилиндрическими шестернями.

Реверс двигателя осуществляется продольным перемещением распределительного вала с помощью масляного сервомотора. Основные данные по деталям кривошипно-шатунного механизма описанных двигателей приведены в приложениях 6—12.

§ 26. КОНСТРУКЦИИ СМЕСИТЕЛЕЙ

В современных конструкциях газовых двигателей рабочая смесь готовится двумя способами:

а) путем установки на всасывающем коллекторе двигателя специального устройства — смесителя газа, в котором происходит смешение газа с воздухом;

б) непосредственным смешением газа и воздуха в цилиндре двигателя.

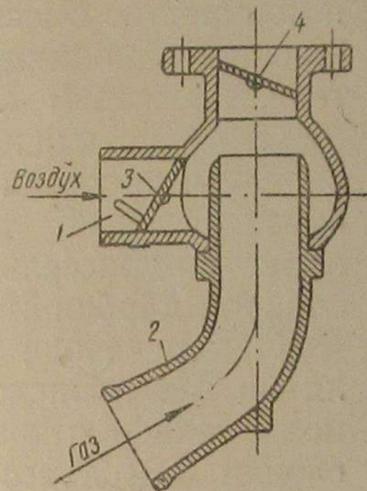


Рис. 65. Смеситель газа двигателя ГАЗ-42

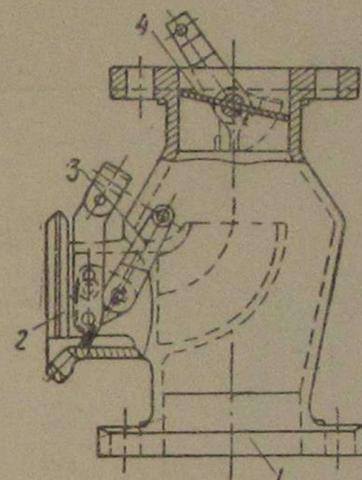


Рис. 66. Смеситель газа двигателя ЗИС-21у

На рис. 65 представлен смеситель газа эжекционного типа двигателя ГАЗ-42. Воздух в смеситель подается по патрубку 1, а генераторный газ — по трубе 2.

Количество подводимого в смеситель воздуха регулируется заслонкой 3, а количество рабочей смеси, поступающей в двигатель, — дроссельной заслонкой 4.

На рис. 66 представлен смеситель газа двигателя ЗИС-21у. Генераторный газ подводится в смеситель по патрубку 1, а воздух по патрубку 2. Качественное регулирование газа производится заслонкой 3, установленной в воздушном патрубке смесителя, а количественное — дроссельной заслонкой 4.

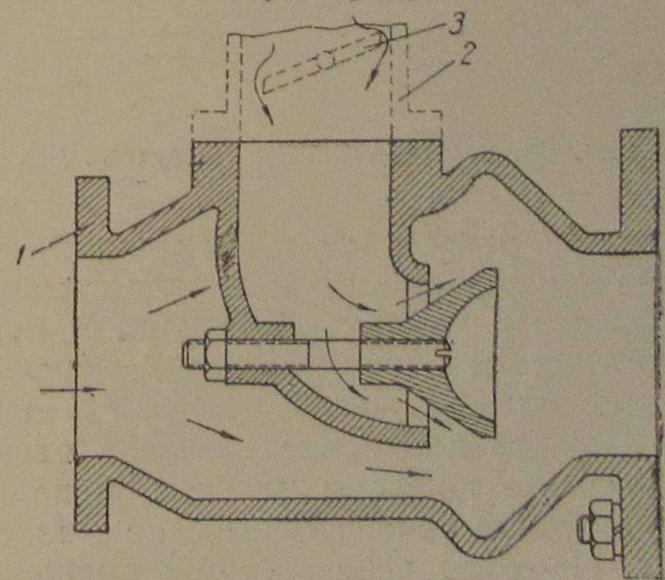


Рис. 67. Смеситель газа двигателя МГ-17

Газ поступает в смеситель через патрубок 1, а воздух — через патрубок 2. Качественное регулирование рабочей смеси производится заслонкой 3, смонтированной в воздушном патрубке смесителя, а количественное — дроссельной заслонкой, расположенной в

отдельной отливке всасывающего коллектора и связанной с регулятором двигателя.

На рис. 68 представлен смеситель эжекционного типа двигателя 6ГСЧ $\frac{9,5}{11}$.

Газ из фильтра тонкой очистки поступает в смеситель через патрубков 1, а воздух, необходимый для приготовления рабочей смеси, — по патрубку 2.

Качественный состав рабочей смеси регулируется заслонкой 3, а количество смеси, поступающей в цилиндр двигателя, дросселем 4.

Оси воздушной заслонки и дросселя газовой смеси системой тяг связаны с дроссельной заслонкой карбюратора.

При переводе двигателя на газ происходит одновременное открытие заслонки 3 и дросселя 4 и закрытие дроссельной заслонки карбюратора.

На рис. 69 представлен смеситель двигателя 6ГСЧ $\frac{22}{28}$ мощностью 150 л. с.

Рабочая смесь в данной конструкции смесителя образуется при пересечении потоков воздуха и газа.

При пуске двигателя тяга 1 переставляется в положение, при котором с помощью валика 2 и шестерни 3 произойдет максимальный подъем стакана золотника 4 и клапана 5. В данном положении прорези 6 в стакане золотника и в корпусе его 7 совпадут, вследствие чего воздух будет проходить по ним в камеру смешения 8.

Через кольцевое щелевое отверстие 9, образовавшееся в результате подъема клапана, и прорези 10 в верхней части корпуса золотника генераторный газ также поступает в камеру смешения.

Проходя через камеру смешения, газ перемешивается с выходящим из прорезей воздухом и в виде рабочей смеси отводится к всасывающему коллектору двигателя.

Качественный состав рабочей смеси регулируется перемещением в ту или иную сторону рычага 11, закрепленного на оси стакана золотника. В соответствии с этим происходит уменьшение или увеличение сечений прорезей для прохода воздуха, что в свою оче-

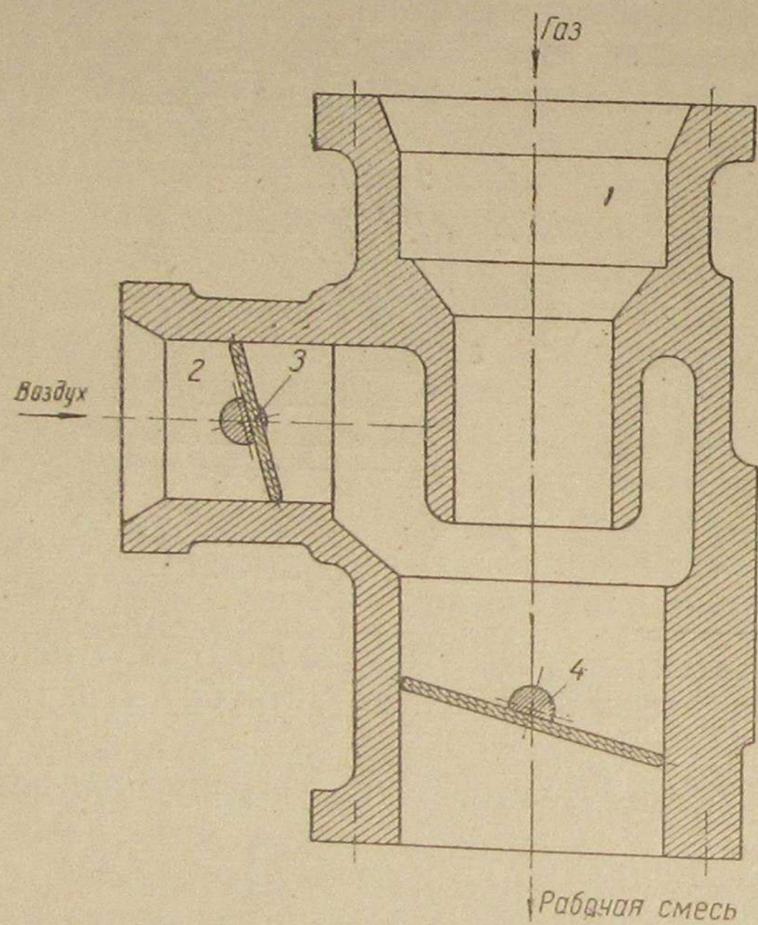


Рис. 68. Смеситель газа двигателя 6ГСЧ $\frac{9,5}{11,0}$

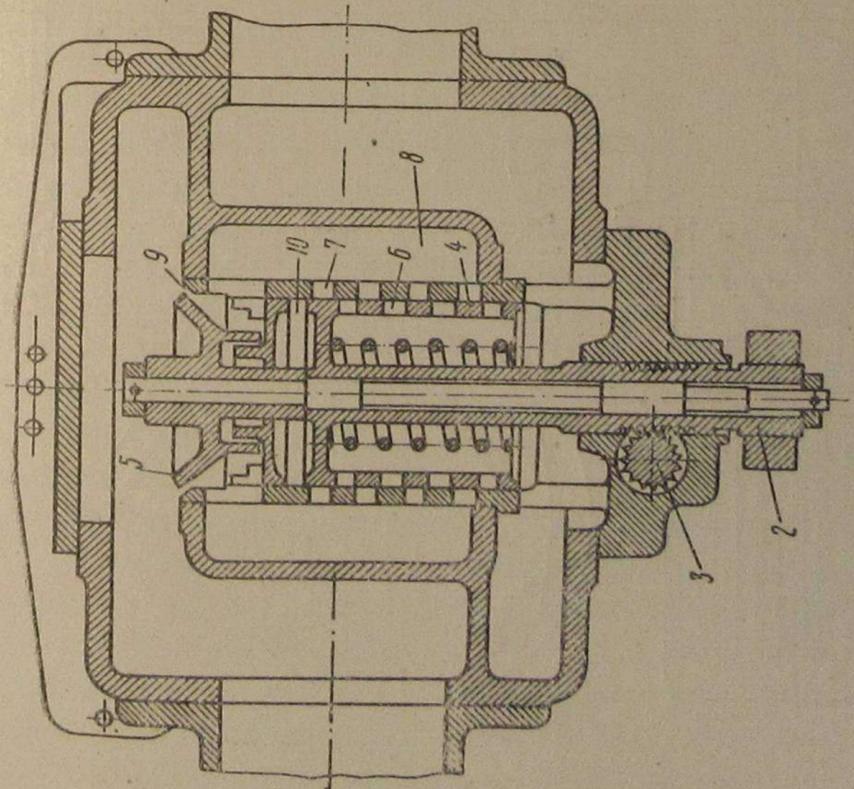
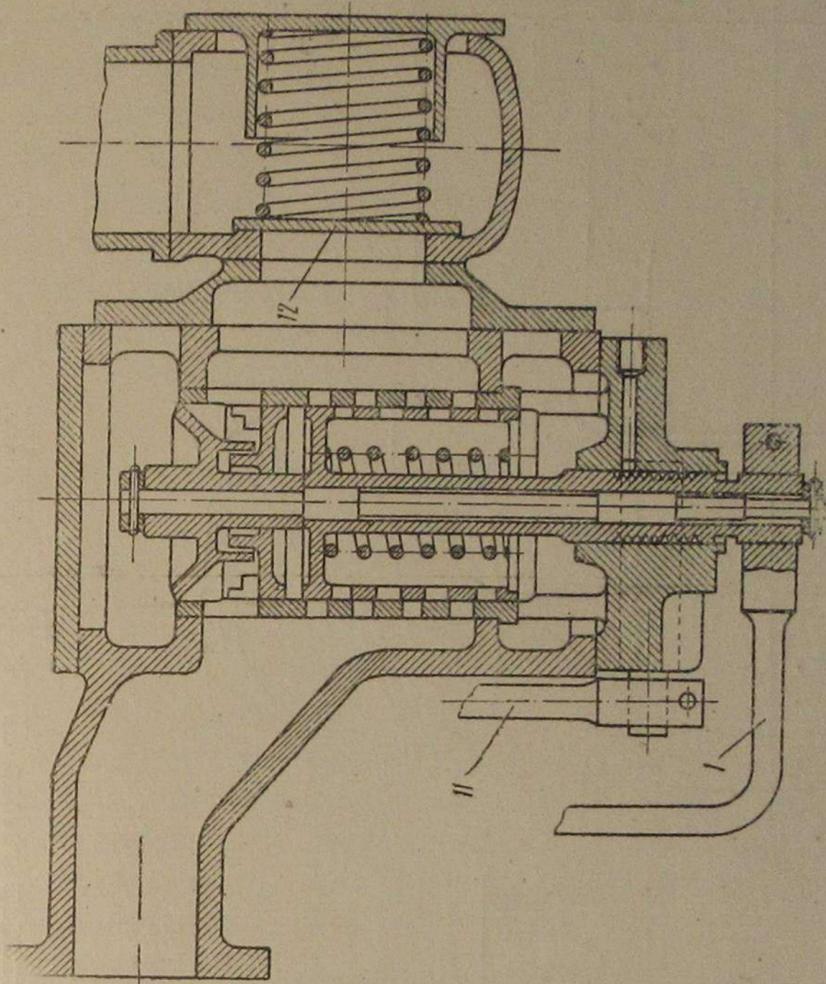


Рис. 69. Смеситель газа двигателя 6ГСЧ $\frac{22}{28}$

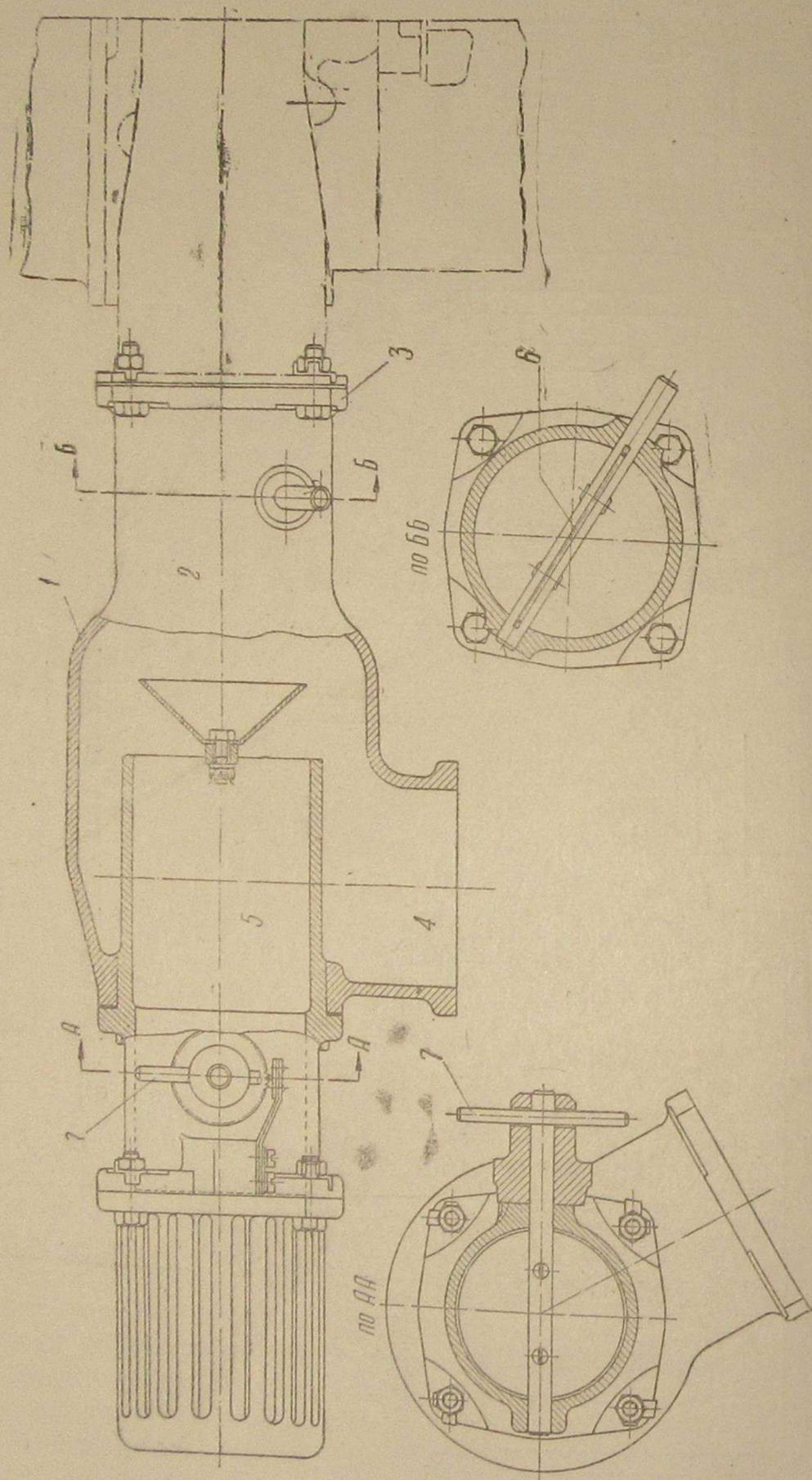


Рис. 70. Смеситель газа двигателя 6ГСЧ $\frac{15}{18,0}$ (ЗД6-ГД)

редь вызывает изменение состава рабочей смеси, а следовательно, и изменение числа оборотов двигателя.

Регулирование смесителя производится как с поста управления двигателя, так и из штурвальной рубки с помощью системы тяг и тросиковой передачи.

Система управления смесителем из штурвальной рубки связана с регулятором двигателя и регулятором системы циркуляционной смазки. Оба регулятора воздействуют на тягу 11, чем поддерживается заданное число оборотов двигателя.

На боковой поверхности корпуса смесителя имеется предохранительный клапан 12, назначение которого — гасить взрывную волну при преждевременных вспышках рабочей смеси в цилиндрах двигателя.

Смеситель газа двигателя 6ГСЧ $\frac{15}{18}$ представлен на рис. 70.

В корпусе смесителя 1 имеется три патрубка, из которых патрубок 2 с фланцем 3 служит для крепления смесителя к всасывающему коллектору двигателя. Патрубок 4 предназначен для подвода в смеситель генераторного газа, а через патрубок 5 в смеситель поступает воздух.

В корпусе смесителя расположена дроссельная заслонка 6, предназначенная для регулирования количества поступающей в двигатель рабочей смеси. Эта заслонка связана тягами с регулятором двигателя. Качественная регулировка рабочей смеси производится от руки рычажком 7 и заслонкой.

На рис. 71 показан смеситель переделанного на газ дизеля 6ГСЧ $\frac{28,5}{42}$ мощностью 400 л. с.

Воздух и газ по отдельным трубопроводам подводятся к смесителям газа, которыми снабжены все цилиндры двигателя.

Смешение газа с воздухом начинается в камере смесителя и заканчивается в канале крышки цилиндра, к которой смеситель прикреплен болтами. Качественное регулирование состава смеси производится при помощи газовых заслонок, которые связаны жесткой тягой с регулировочным валиком, а последний в свою очередь соединен с рукояткой поста управления двигателем.

Состав смеси отрегулирован на постоянное смешение для всех цилиндров двигателя.

Способ регулирования состава смеси непосредственно перед входом его в каждый цилиндр показал, что даже при резких изменениях нагрузки и числа оборотов двигателя не требуется дополнительной регулировки от руки.

Иногда приготовление рабочей смеси путем непосредственного смешения воздуха и газа в цилиндрах двигателя производится следующим способом. Всасывающий коллектор двигателя разделен продольной переборкой на два изолированных друг от друга ка-

Верхний канал служит для подвода газа к всасывающим клапанам, а по нижнему поступает воздух, необходимый для приготовления рабочей смеси.

На рис. 72 представлено смесительное устройство двигателя 6ГСЧ $\frac{32}{45}$. Как видно из рисунка, газ и воздух по отдельным каналам поступают к всасывающему клапану двигателя.

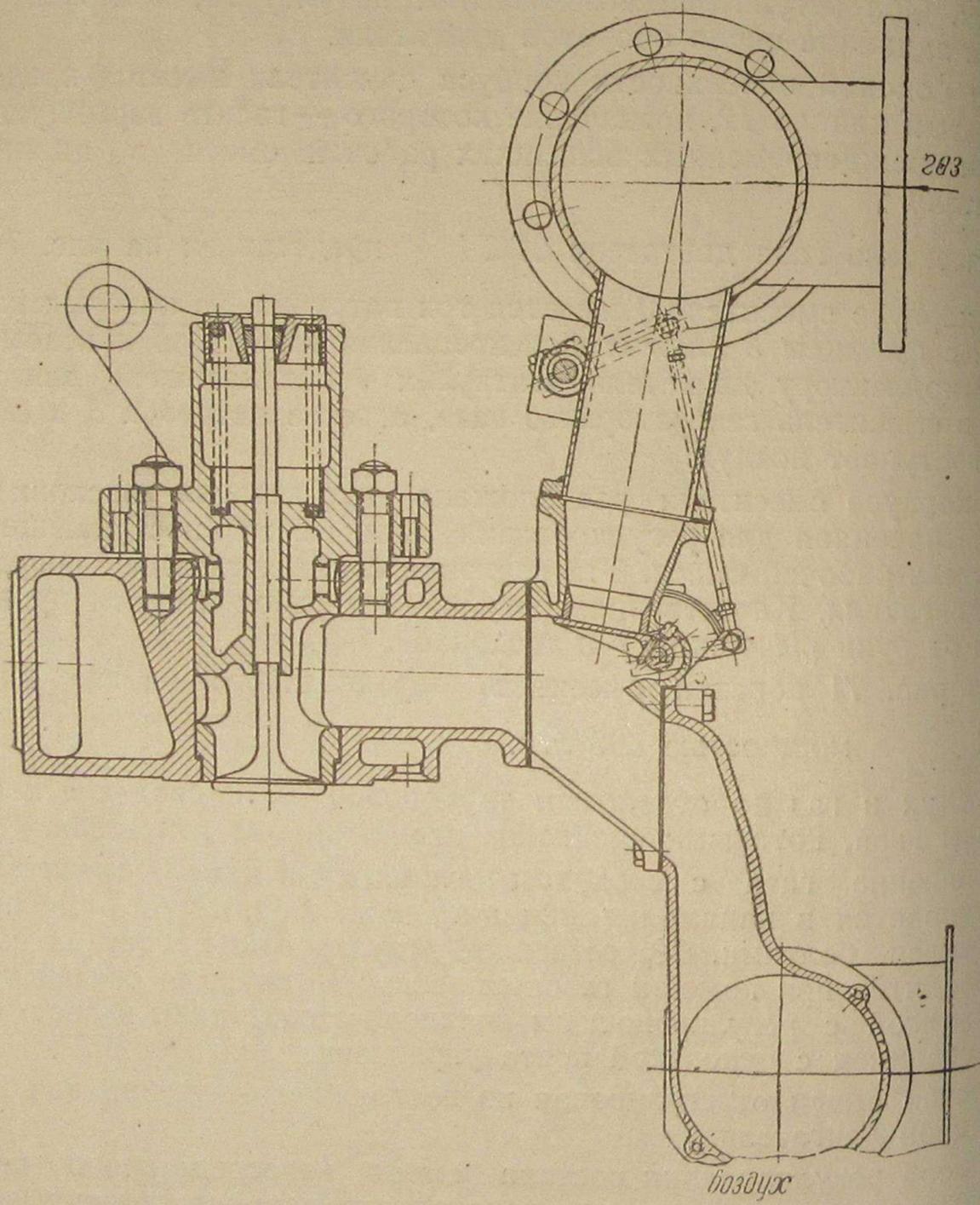


Рис. 71. Смеситель газа двигателя 6ГСЧ $\frac{28,5}{42}$

Всасывающий клапан (рис. 73) имеет пустотелый шток, внутри которого расположен газовый клапан.

При опускании всасывающего клапана, газовый клапан также будет опускаться, но с некоторым опозданием вследствие его свободной посадки в штоке всасывающего клапана.

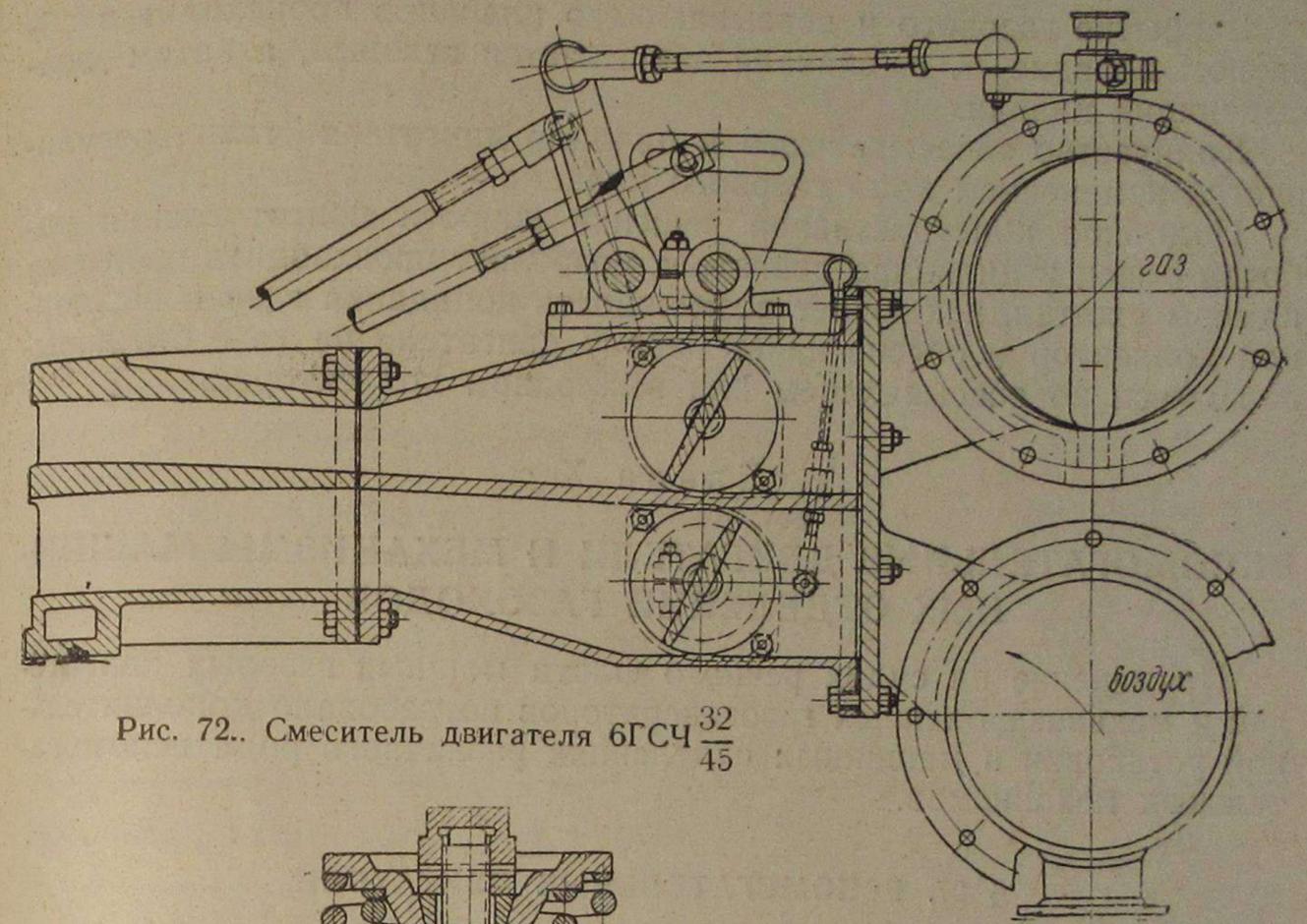


Рис. 72. Смеситель двигателя 6ГСЧ $\frac{32}{45}$

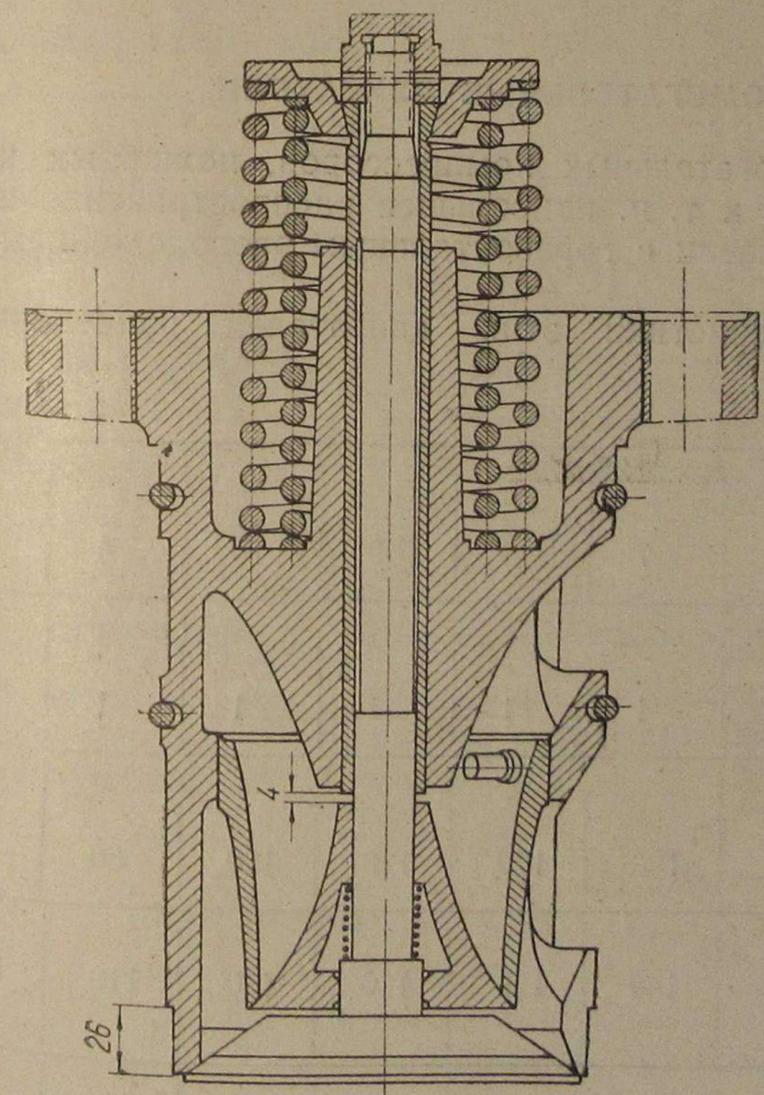


Рис. 73. Всасывающий клапан газового двигателя 375 л. с.

Заккрытие газового и всасывающего клапанов происходит в обратном порядке, т. е. сначала закрывается газовый, а затем всасывающий клапан.

Количество засасываемого в цилиндр двигателя газа регулируется изменением хода газового клапана.

Подобное конструктивное решение вопроса приготовления рабочей смеси в цилиндре двигателя позволяет производить продувку камеры сжатия, исключает возможность попадания газа в выхлопной коллектор и обеспечивает работу двигателя на газе без взрывов смеси во всасывающем или выхлопном коллекторах.

Глава X

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ МАШИНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ГАЗОХОДОВ

Применение на судах речного флота мощных газовых двигателей и механизированных газогенераторов потребовало дополнительной установки в машинных отделениях различного рода вспомогательных механизмов.

§ 27. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Для привода вспомогательных компрессоров, пожарных насосов, электрогенераторов и т. п. наибольшее распространение получили четырехтактные дизели с горизонтальным расположением цилиндров.

Технические характеристики этих двигателей приведены в табл. 21.

Таблица 21

Мощность в л. с.	5	6	7	8	9	10	4	5
Число цилиндров	1	1	1	1	1	1	1	1
Диаметр цилиндра в мм	100	100	100	120	120	120	80	80
Ход поршня в мм	140	140	140	160	160	160	110	110
Число оборотов в минуту	800	950	1100	800	900	1000	1100	1400

Двигатели работают на тяжелом топливе газойле, соляровом масле и моторном топливе.

Система охлаждения всех перечисленных выше типов двигателей принудительная — забортной водой, подаваемой шестеренчатым насосом. Система смазки — комбинированная; шатунный подшипник смазывается под давлением от насоса, цилиндр, регулятор числа оборотов и механизм распределения разбрызгиванием, коренные шейки коленчатого вала с подшипниками качения — консистентной смазкой.

Для привода вспомогательных механизмов четырехтактные двигатели с вертикальным расположением цилиндров применяются реже.

Системы смазки и охлаждения этих двигателей в принципе аналогичны выше указанным вспомогательным дизелям.

В табл. 22 приведены характеристики наиболее распространенных вспомогательных двигателей с вертикальным расположением цилиндров.

Таблица 22

Мощность в л. с.	10	16	24
Число цилиндров	2	2	3
Диаметр цилиндра в мм . . .	85	95	100
Ход поршня в мм	130	155	140
Число оборотов в мин. . . .	1250	—	—

§ 28. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ И ПУСКОВЫЕ БАЛЛОНЫ

В качестве вспомогательных компрессоров для подкачки воздуха в пусковые баллоны на газоходах применяются компрессоры со следующими характеристиками:

	I тип	II тип
Производительность в м ³	22	26
Рабочее давление в кг/см ²	30	30
Потребляемая мощность в л. с.	6,4	6,4
Число оборотов в минуту	1100	750

Компрессоры приводятся в действие от вспомогательных двигателей или электромоторов постоянного тока.

Исключение составляют вспомогательные компрессоры двигателей 6ГСЧ $\frac{22}{28}$ мощностью 150 л. с. Эти двигатели имеют только навешенные на них компрессоры, что при частых остановках судна вызывает недостаток пускового воздуха.

Установленные для пуска двигателей баллоны сжатого воздуха изготовлены из бесшовных стальных труб и, в редких случаях, бывают сварной конструкции.

Головка баллона снабжена арматурой, предохранительным устройством и манометром с красной чертой—указателем рабочего давления.

Характеристики пусковых баллонов, установленных на некоторых газоходах, приведены в табл. 23.

Таблица 23

Мощность установлен. двигателей в л. с.	Максимальное давление воздуха в кг/см ²	Количество пусковых баллонов в шт.	Емкость каждого баллона в л	Общее количество установлен. баллонов в шт.
2×150	30	2	400	2
300	30	2	500	2
350	30	1 и 2	250 500	3
450	30	1 и 2	250 500	3

§ 29. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ НАСОСЫ

На газоходах мощностью от 22 до 150 л. с. водоснабжение генераторных установок и других потребителей обеспечивается центробежными или шестеренчатыми насосами, навешенными на главные двигатели.

В зависимости от производительности газогенератора, мощности двигателя и размеров машинного отделения применяются следующие типы вспомогательных насосов.

а) шестеренчатые производительностью 1,5—3,0 м³/час для газогенераторных установок с двигателями ГАЗ-42 и ЗИС-21у;

б) центробежные типа ИНКУк производительностью 9 м³/час для газогенераторных установок с двигателями МГ-17;

в) шестеренчатые производительностью 6 м³/час для газогенераторных установок с двигателем 6ГСЧ $\frac{15}{18}$.

§ 30. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ СМАЗКИ ЦИЛИНДРОВ

Смазка рабочих поверхностей цилиндров двигателей мощностью свыше 150 л. с., навешенных на двигатели компрессоров, а в некоторых конструкциях и упорных подшипников производится от спе-

циальных автоматически действующих механизмов — лубрикаторов. Наибольшее распространение получили лубрикатеры следующей конструкции.

На основании лубрикатера с вертикальным валом концентрически расположены насосы, число их определяется типом двигателя и количеством мест, подлежащих смазке.

Вал снабжен шестеренчатым приводом, расположенным сверху или снизу в зависимости от типа лубрикатера.

На приводном валу расположены два косо поставленных диска, один из них приводит в действие плунжеры насосов, а другой управляет движением цилиндрических золотников.

Диски наклонены таким образом, что когда плунжер насоса совершает ход всасывания, золотник, передвигаясь вниз, своим радиальным отверстием соединяет всасывающий трубопровод с полостью цилиндра.

При нагнетательном ходе плунжера (вниз) золотник, двигаясь в этом же направлении, соединяет полость цилиндра с нагнетательным трубопроводом с помощью канавки, имеющейся на его образующей.

Вся система установлена в корпусе лубрикатера, заполненного маслом.

Масло в лубрикатер подается через отверстие, снабженное фильтром.

Величину подачи масла к месту смазки регулируют установочным винтом, меняя ход плунжера насоса.

Пуск и остановка лубрикатера при работающем двигателе производятся с помощью рукоятки включения.

Очистка и промывка лубрикатера выполняются через каждые 800 часов работы двигателя.

§ 31. ОТОПИТЕЛЬНЫЕ КОТЛЫ И НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Жилые помещения и машинные отделения газоходов в зависимости от запроектированной системы отапливаются камельками, установленными в каждом помещении, или нагревательными приборами центрального отопления.

В машинных отделениях применяются чугунные ребристые или сварные нагревательные приборы с поверхностью нагрева до 4 м².

В жилых и санитарных помещениях установлены штампованные стальные нагревательные приборы с поверхностью нагрева от 1,5—3 м².

Температура нагрева прибора регулируется клапаном, воздух удаляется через спускной кран. Регулировочный клапан и воздуш-

ный кран находятся непосредственно у нагревательного прибора. Горячая вода подводится к нагревательным элементам с помощью верхней и нижней разводок.

Водогрейные секционные котлы, применяемые для отопительных целей, имеют следующую конструкцию.

Котел состоит из передней, набора средних и одной задней секций. Секции соединяются посредством втулок ниппелей. Швы между секциями промазаны раствором огнеупорной глины.

На передней секции котла расположены дверка для загрузки топлива и зольниковый люк. Задняя секция котла снабжена патрубком для отвода дымовых газов.

Отопительный секционный котел с поверхностью нагрева $1,7 \text{ м}^2$ (на рис. 74) имеет габаритные размеры $560 \times 380 \times 860 \text{ мм}$ и весит 218 кг.

Данные по термоизо-

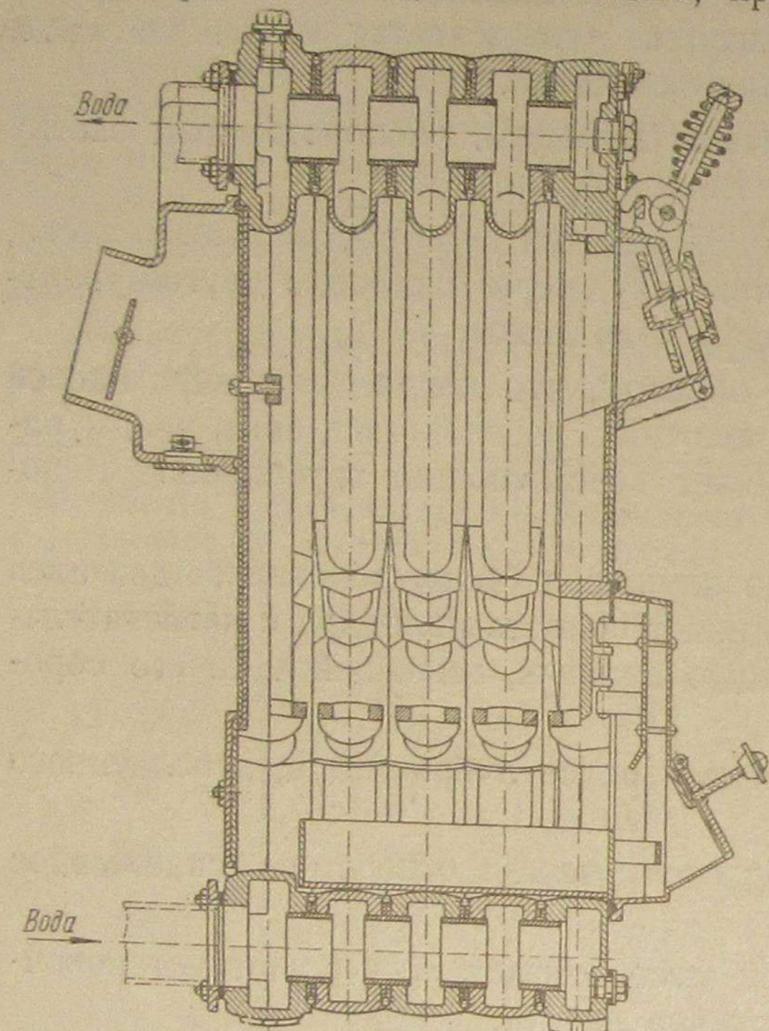


Рис. 74. Секционный отопительный котел

ляционным материалам, применяемым на судах, приведены в приложении 13.

Глава XI

РЕВЕРСИВНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 32. РЕВЕРСИВНО-РАЗОБЩИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ

В нереверсивных газовых двигателях направление вращения гребного винта изменяется реверсивно-разобщительными муфтами или реверс-редукторами.

Реверсивные муфты разделяются на два типа в зависимости от конструктивного выполнения: с цилиндрическими шестернями и с коническими шестернями.

Реверсивные муфты с цилиндрическими шестернями производства Городецкого механического завода применяются для двигателей ГАЗ-42, ЗИС-21у, МГ-17 и 6ГСЧ $\frac{9,5}{11}$.

Конструктивное выполнение муфты показано на рис. 75.

В картере 1 укреплены подшипники 2 и 3, в которых лежат два коротких вала со стороны двигателя 4 и со стороны гребного вала 5.

Оба вала на концах имеют фланцы для соединения с валом двигателя и валом гребного винта. На валу 5 имеется втулка 6 с выступом, перемещаемая вдоль вала рычагом 7. Фрикционной муфтой 8 вал 5 может сцепляться с вращающейся реверсивной муфтой 9, которая может быть заторможена тормозной лентой 10 от реверсивного рычага 7 и нажимной планки 11.

Коробка шестерен муфты состоит из ведущей шестерни 12, ведомой 13 и четырех пар сателлитных шестерен 14 и 15.

Вал 5 внутри муфты опирается на шарикоподшипник 16 и имеет закрепленную на шпонках шестерню 13 и дисковую муфту. При постановке реверсивного рычага 7 в положение переднего хода выступ втулки 6 через рычаги 18 нажимает на стержни 19, а последние — на диски фрикционной муфты 20, сцепляя этим вал 5 с муфтой 8.

Одновременно тягой муфта освобождается от тормозной ленты 10.

Таким образом, вал 5 через муфту 8 и шестерни, расположенные в коробке 21, будет сцеплен с валом 4 и двигателем; шестерни при этом неподвижны, а валы 4 и 5 вращаются в одну сторону с одинаковым числом оборотов.

При заднем ходе диски фрикционной муфты 20 разъединяют вал 5 и корпус муфты 8, а тормозная лента 10 и нажимная планка 11 застопорят его.

Вращающийся от двигателя вал 4 с насаженной на нем шестерней 12 будет вращать сателлитные шестерни 14 и 15, а через них и шестерню 13 вместе с валом 5. Последний при этом вращается в обратном направлении и число оборотов его будет меньше, поскольку шестерня 13 имеет большее число зубьев, чем шестерня 12.

При холостом ходе двигателя рычаг 7 ставится в среднее положение. Фрикционные диски и тормозная лента разобщены.

Вал двигателя вращается совместно с валом 4 и шестерней 12, а последняя вращает сателлитные шестерни 14 и 15 и коробку шестерен 21.

Фрикционная муфта 8 также вращается с коробкой шестерен 21, так как она связана с последней стяжными болтами 17. Однако шестерня 13 на валу 5 останется неподвижной вследствие сопротивления воды, действующей на лопасти гребного винта.

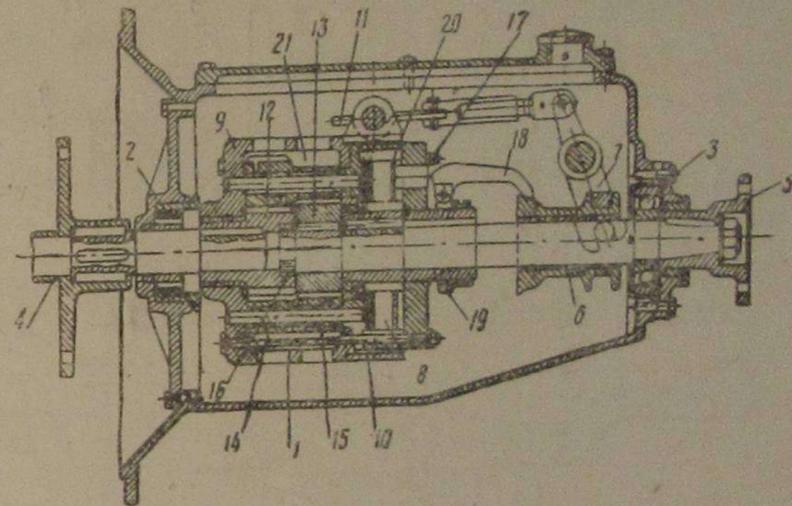


Рис. 75. Реверсивная муфта ГМЗ

Трущиеся детали муфты смазываются автолом, заливаемым в картер до определенного уровня. Продолжительность работы муфты при холостом ходе двигателя рекомендуется не более 10—15 мин., а работы на задний ход — не более 8—10 мин.

Реверсивная муфта с коническими шестернями применяется на газоходах с двигателями МГ-17.

Конструктивное выполнение муфты показано на рис. 76.

Коленчатый вал двигателя с помощью фланцев соединен с валом реверсивной муфты.

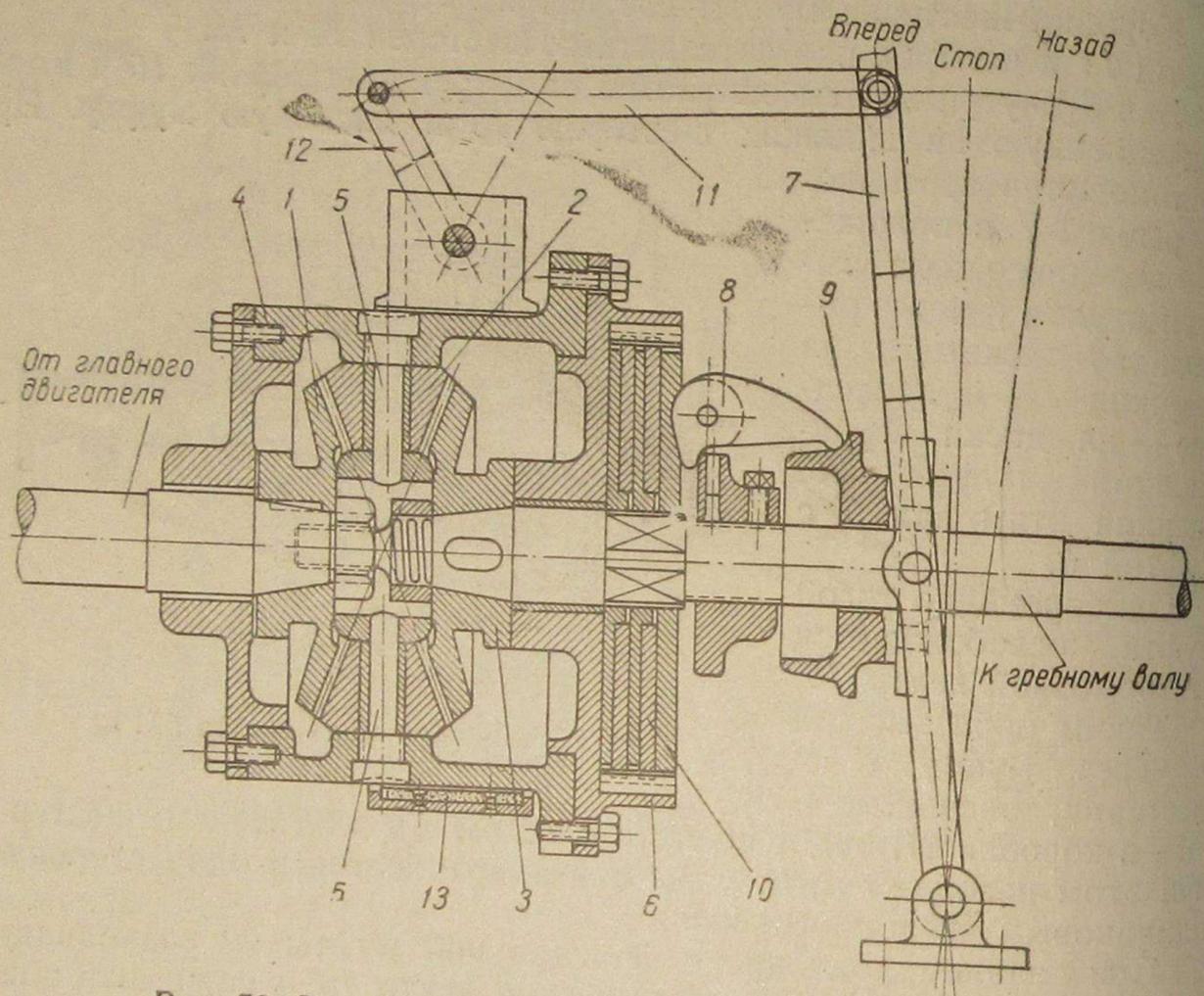


Рис. 76. Реверсивная муфта с коническими шестернями

Вал реверсивной муфты со стороны двигателя соединен с валом муфты со стороны гребного винта с помощью конических шестерен 1, 2, 3, заключенных в коробке 4 и составляющих так называемый дифференциал.

Конические шестерни 1 и 3 закреплены шпонками со своими валами, а шестерни 2, называемые сателлитами, свободно сидят на осях 5, закрепленных в корпусе коробки 4. В коробке 6, соединенной болтами с коробкой 4, помещена разобщительная фрикционная муфта.

Перемена хода и разобщение гребного вала от двигателя производятся следующим образом.

Передний ход. Переводят пусковой рычаг 7 вперед, т. е. к двигателю. Угловой рычаг 8 набегают на выступ муфты 9, заставляя тем самым плечо рычага зажать фрикционные диски 10 и соеди-

нить таким образом гребной вал с коробками 4 и 6 и через последние с валом двигателя.

Вал гребного винта при переднем ходе вращается в ту же сторону и с тем же числом оборотов, что и вал двигателя.

Задний ход. Переводом рычага 7 в обратную сторону, т. е. от двигателя, разобщаются фрикционные диски 10. С помощью тяги 11, соединенной с рычагом 7, и рычага 12 тормозная лента 13 застопоривает коробку шестерен 4. Тогда коленчатый вал двигателя, вращаясь в ту же сторону, что и при переднем ходе, будет вращать шестерню гребного вала 3 в обратную сторону.

Холостой ход. Рычаг 7 ставится в среднее положение. Диски и тормоз разобщены. Вал двигателя продолжает вращаться, а с ним и шестерня 1, вращая в свою очередь шестерни 2. Шестерня 3 на гребном валу остается неподвижной вследствие сопротивления воды, действующей на лопасти винта.

§ 33. РЕВЕРС-РЕДУКТОРЫ

Если в установках с реверсивными двигателями редукторы предназначены только для понижения числа оборотов гребного вала, то в остальных случаях они, помимо основного назначения, используются и как устройства для изменения направления вращения гребного вала.

В зависимости от конструктивного выполнения применяемые на газоходах реверс-редукторы разделяются на три типа:

- А. Реверс-редукторы с переключением шестерен.
- Б. Редукторы в сочетании с реверсивной муфтой.
- В. Реверс-редукторы с переключением шестерен и раздвоителем мощности.

Реверс-редуктор для двигателя 6ГСЧ $\frac{15^*}{18}$. В корпусе редуктора 1

(рис. 77) расположены: фрикционная муфта 2, вал переднего хода 3, вал заднего хода 4, выходной вал 5 и насаженные на эти валы шестерни.

Вал переднего хода — полый, внутри него помещен вал заднего хода.

На передней части вала переднего хода установлен диск фрикционной муфты 6. На шлицевый конец вала насажена ведущая шестерня переднего хода 7. Вал заднего хода лежит на двух шарико-подшипниках.

Задний конец вала имеет шлицы, на которые насажена шестерня заднего хода 8. На передней части вала установлен диск фрикционной муфты.

Выходной вал редуктора заканчивается фланцем для соединения с валом гребного винта.

На средней, шлицевой, части выходного вала насажены ведомые шестерни переднего и заднего ходов.

* Дизельмотор ЗД-6 РИО Министерства транспортного машиностроения СССР, Москва, 1949 г.

Ведомая шестерня переднего хода находится в постоянном зацеплении с ведущей шестерней переднего хода. Ведомая шестерня заднего хода также постоянно сцеплена через паразитную шестерню с ведущей шестерней заднего хода.

Передаточное отношение оборотов вала редуктора к оборотам коленчатого вала двигателя составляет: при переднем ходе 1 : 3,07, при заднем ходе 1 : 2,96.

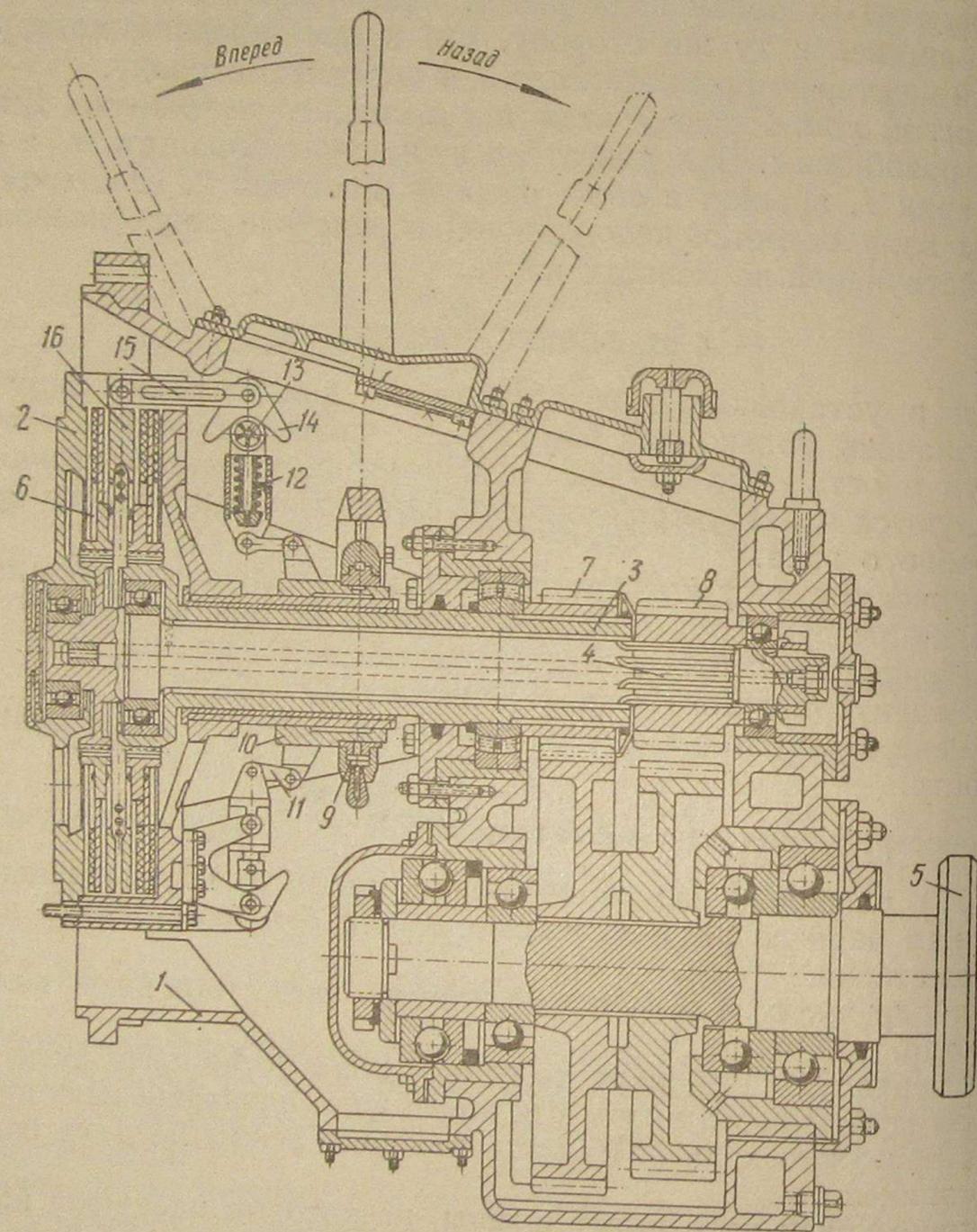


Рис. 77. Реверс-редуктор двигателя 6ГСЧ $\frac{15,0}{18,0}$ (ЗД-6-ГД)

Шестерни редуктора смазываются маслом марок «МВ», «МС» или «МЗС».

Переключение реверс-редуктора на «передний», «задний» ход и «стоп» сводится к перестановке рычага в положения, указанные на рис. 77.

Для включения переднего хода необходимо рычаг включения перевести вперед до упора. При этом вилка включения передвинет бугель 9 и нажимную втулку 10 вправо до упора в стопорное кольцо.

Нажимная втулка 10 через серьги 11 поворачивает гильзы пружин 12 вокруг их осей в кронштейнах.

Ролики 13 выходят из вершин прорезей кулачков и, надавливая влево, поворачивают кулачки 14 вокруг их оси, при этом кулачки увлекают за собой тяги 15, а с ними нажимной диск 16 до тех пор, пока не выбираются зазоры между диском трения и нажимными деталями муфты. При дальнейшем продвижении рычага вперед ролик 13 продолжает катиться по левой образующей прорези кулачка, сжимая пружину. Усилие пружины через вилку и ролик передается на кулачок, а от него на тягу и нажимной диск.

Нажимной диск 16 зажимает диск трения 6, последний начинает вращаться вместе с барабаном муфты, передавая вращение через зубчатое соединение на валу переднего хода.

Вместе с валом переднего хода вращается шестерня переднего хода, насаженная на шлицованный конец вала. Эта шестерня находится в зацеплении с ведомой шестерней переднего хода, насаженной на выходной вал редуктора, рядом с ведомой шестерней заднего хода.

Ведомая шестерня заднего хода соединяется с ведущей шестерней заднего хода через паразитную шестерню и поэтому вал заднего хода всегда вращается в направлении, противоположном вращению вала переднего хода.

Для включения заднего хода рычаг необходимо повернуть от дизеля назад до упора. В этом случае зажимается диск трения заднего хода и вращение на вал редуктора передается через шестерню заднего хода и паразитную шестерню, изменяющую направление вращения.

При этом вал переднего хода с его шестерней вращается вхолостую в противоположную сторону.

Движение рукоятки и связанных с ней деталей ограничивается упором нажимной планки в торец ступицы барабана муфты.

При холостом ходе рычаг включения стоит вертикально. В этом случае штифт фиксатора входит в углубление пластины фиксатора. Нажимной диск находится в среднем положении.

При среднем положении нажимного диска зазоры между дисками трения и прилегающими к их торцам деталями составляют в сумме до 4 мм. В этом случае оба вала (переднего и заднего хода) неподвижны — муфта выключена.

Ролик механизма муфты при этом полностью входит в углубления кулачков.

Редуктор в сочетании с реверсивной муфтой. Установленные на буксирных газоходах нереверсивные двигатели 6ГСЧ $\frac{22}{28}$ ($N = 150$ л. с., $n = 530$ об/мин) снабжены реверс-редукторами с гидравлическим включением.

Реверс-редуктор (рис. 78) состоит из реверсивно-разобщительной муфты 1 и редуктора (на рисунке не показан), заключенных в общем корпусе 2.

Вал 3 реверсивной муфты при помощи соединительной муфты 4 крепится с коленчатым валом двигателя.

Редуктор состоит из двух цилиндрических шестерен с косыми зубьями, расположенных в горизонтальной плоскости.

Малая шестерня 5 редуктора ($z = 33$) насажена на конец вала реверсивной муфты со стороны барабана сателлитных шестерен.

Большая шестерня ($z = 116$) (на чертеже не показана) с помощью фланцев соединена с гребным валом.

Направление вращения гребного вала изменяется при помощи гидравлической системы переключения реверсивной муфты 1.

Для питания системы маслом и поддержания в ней необходимого давления служит шестеренчатый насос 6, расположенный на корпусе редуктора.

Масло к насосу подводится через фильтр (на чертеже не показан) по патрубку, опущенному в картер редуктора.

Распределение масла производится цилиндрическим золотником 7 насоса, переставляемого из штурвальной рубки, с помощью переводной рукоятки и тросиковой тяги.

Принцип работы реверс-редуктора заключается в следующем. Когда переводная рукоятка находится в положении «передний ход», масло золотником 7 направляется от шестеренчатого насоса через распределительное кольцо 8 и прорези вала 9 к поршням 10, расположенным в коробке фрикционных дисков. Под действием поршней 10 диски будут зажаты и гребной вал будет вращаться в ту же сторону, что и коленчатый вал двигателя. Если переводная рукоятка находится в положении «задний ход», золотник 7 поворачивается и открывает канал в крышке корпуса редуктора, по которому масло поступает к тормозному бандажу 11, зажимает его, вследствие чего шестерня 14, вращаясь с коленчатым валом двигателя, будет вращать шестерни 15, 16 и 17, а последние передадут вращение шестерни 18 в обратную сторону.

«Холостой ход» двигателя получают установкой переводной рукоятки на положение «стоп», при котором золотник насоса направляет масло в картер редуктора, вследствие чего фрикционные диски и тормозной бандаж находятся в свободном положении.

Рабочее давление масла в системе — 10 кг/см^2 . Шестеренчатый насос кроме подачи масла в систему включения обеспечивает смазку трущихся деталей редуктора.

Масло, циркулирующее в системах включения и смазки, охлаждается с помощью холодильника, расположенного в картере реверс-редуктора.

Охлаждающая вода подводится из общей магистрали к фланцу 13 холодильника 12.

Заправка масла в редуктор производится через отверстие на крышке редуктора; уровень масла устанавливается по нанесенным на корпусе редуктора отметкам.

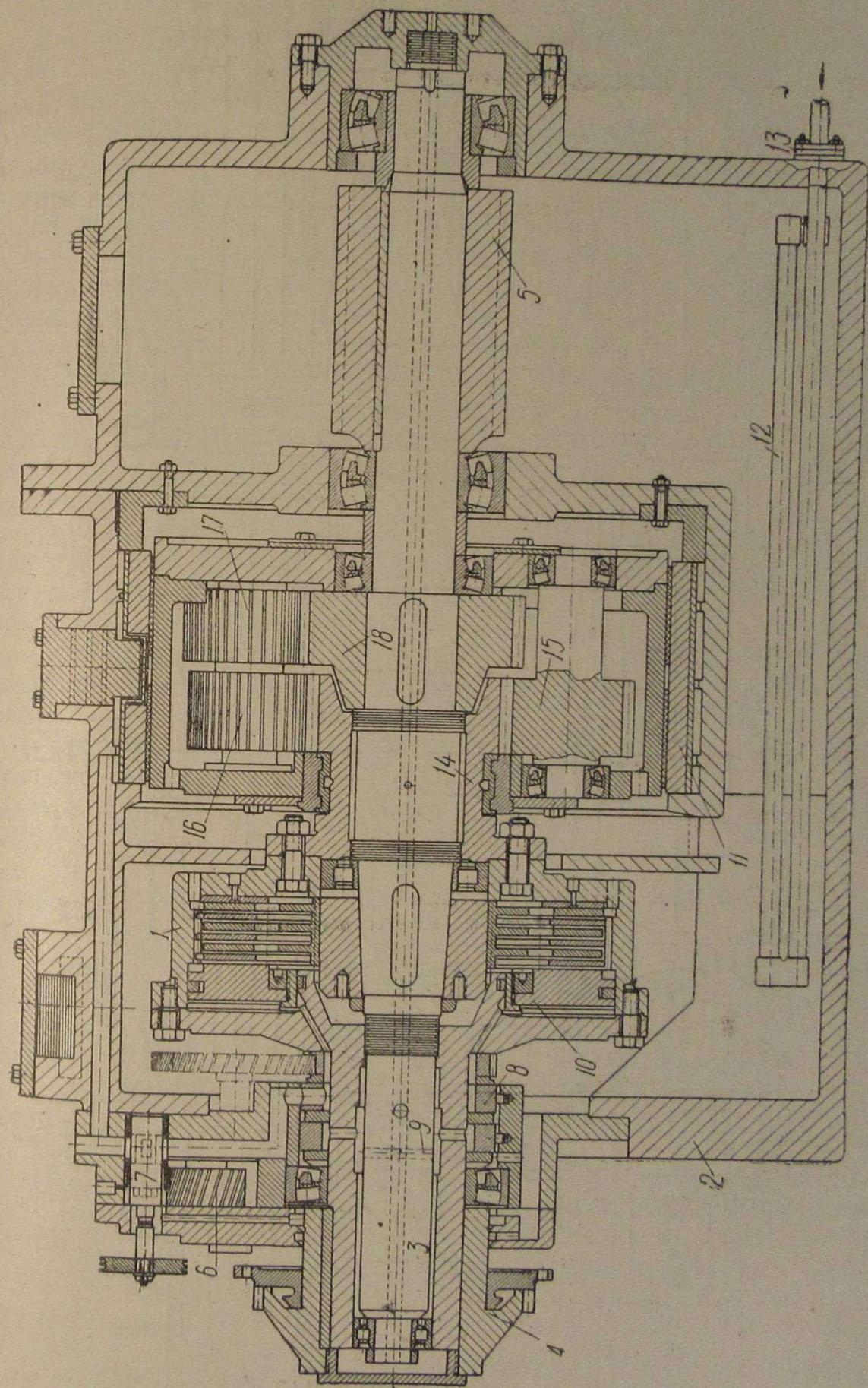


Рис. 78. Реверс-редуктор

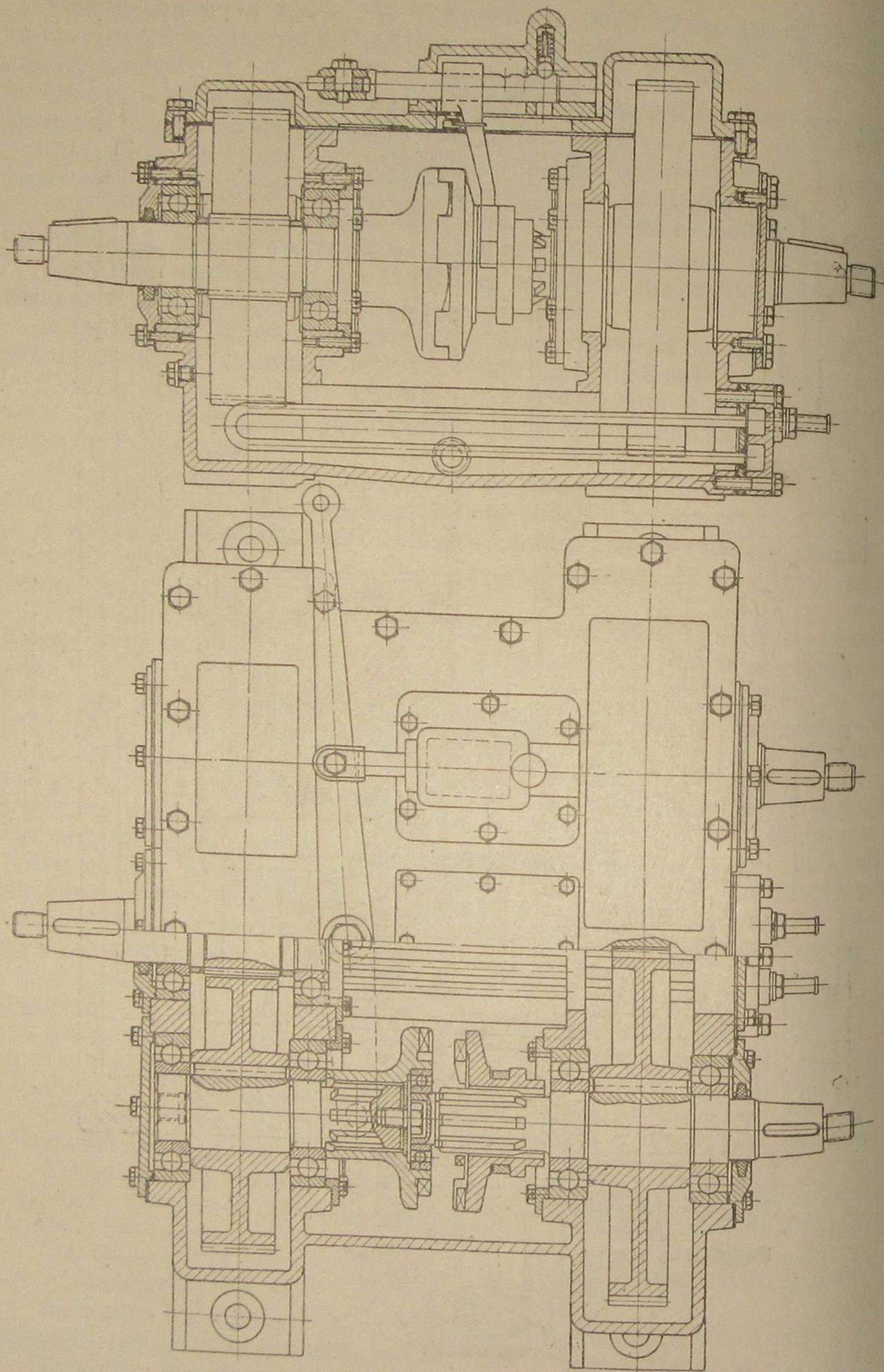


Рис. 79. Реверс-редуктор с раздвоителем мощности

Продолжительность работы реверс-редуктора при холостом ходе двигателя не должна превышать 30 минут, а на задний ход — не более 15 минут.

Реверс-редуктор с раздвоителем мощности. Схема реверс-редуктора такой конструкции предложена доктором технических наук, профессором Кабачинским.

Реверс-редуктор имеет тройное назначение: редуцирование числа оборотов ($i = 1 : 3,75$), реверсирование и раздачу мощности на два вала.

Основу реверс-редуктора составляют пять шестерен, из которых четыре работают под нагрузкой и одна вхолостую.

При перемене хода судна с переднего на задний ведомые шестерни первой передачи меняют функции, и шестерня, работающая вхолостую, становится рабочей, и наоборот.

Реверсирование достигается путем переключения кулачных муфт, установленных между первичным и вторичным валами редуктора. При реверсе одна муфта выключается, а другая входит в зацепление. Переключение муфт осуществляется перестановкой реверсивного рычага.

Трущиеся детали смазывают автолом, заливаемым в картер редуктора через верхний смотровой люк. Уровень масла контролируется специальной пробкой. Сливаются масло через пробки, расположенные по обеим сторонам картера.

Для охлаждения масла предусмотрен трубчатый радиатор, помещенный в масляной ванне картера. По радиатору циркулирует вода, поступающая от насоса, навешенного на главный двигатель.

Отработавшая в радиаторе вода отводится по трубопроводу непосредственно за борт.

Конструктивное выполнение реверс-редуктора показано на рис. 79.

§ 34. РЕВЕРСИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕОБОРУДОВАННЫХ НА ГАЗ ДВИГАТЕЛЕЙ

В переоборудованных на газ реверсивных двигателях Дизеля ход изменяется перестановкой кулачных шайб или передвижением распределительного вала с закрепленными на нем кулачными шайбами.

Передвижение распределительного вала в зависимости от конструктивного выполнения реверсивного механизма производится от руки или при помощи сервомотора.

Независимо от того, какой принят тип реверсивного механизма, пуск переоборудованных на газ дизелей производится сжатым воздухом.

На схеме 80 представлен реверсивный механизм двигателя 6ГСЧ³²/₄₅ мощностью 450 л. с.

Ход двигателя изменяется передвижением вала 1 масляным сервомотором 2.

Последовательность операций при реверсе следующая. Пусковой рычаг 3 устанавливают в положение «стоп», при котором кулачок 4, имеющийся на валике 5, откроет клапан 6, вследствие чего сжатый воздух из баллона по трубопроводу 7 поступит к клапану 8 распределительного механизма 9. Перемещая затем рычаг 10 перемены хода двигателя вокруг оси, производят передвижение золотника 11, вследствие чего воздух из клапана 8 заполнит каналы подвода воздуха, откуда через отверстие 12 по трубке 13 направится в масляный бачок 14. Под

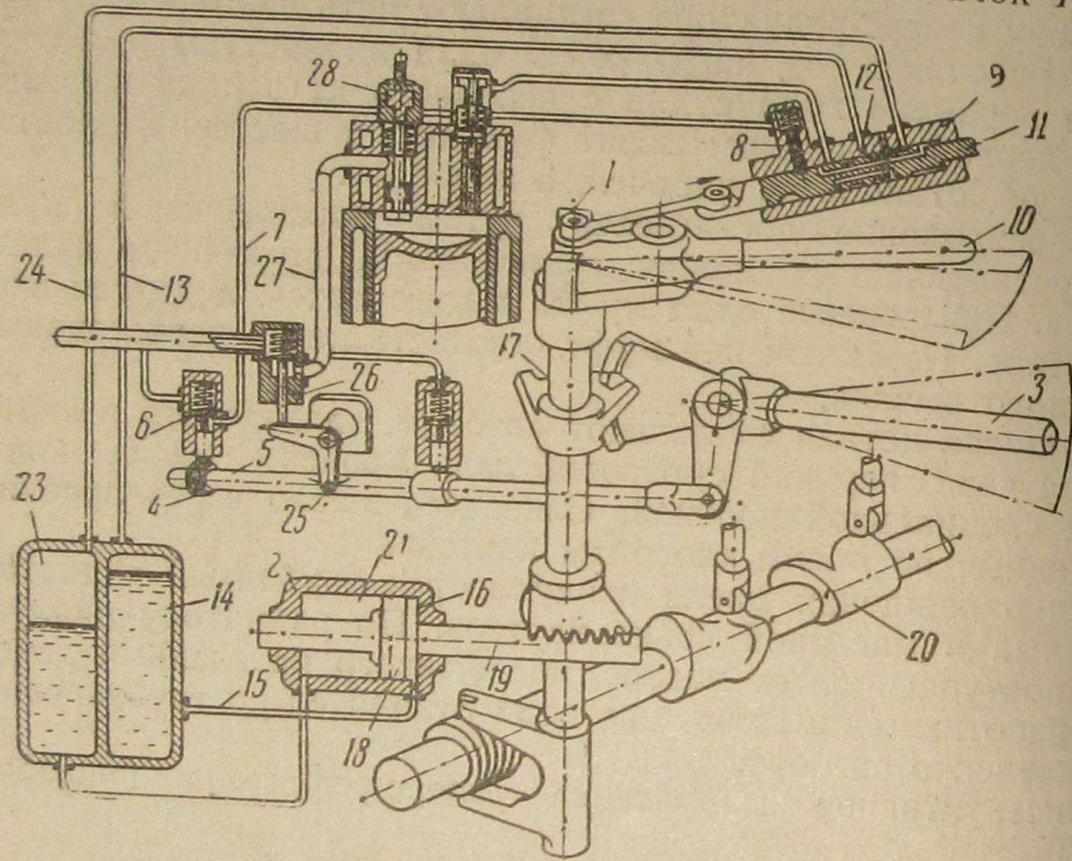


Рис. 80. Реверсивное устройство переоборудованного на газ двигателя мощностью 450 л. с.

действием сжатого воздуха масло из бачка 14 по трубке 15 пройдет в пространство 16 сервомотора 2 и передвинет поршень 18. Это вызовет в свою очередь передвижение зубчатой рейки 19, которая переместит вал 1, в силу чего произойдет перестановка кулачных шайб 20.

При передвижении поршня 18 влево масло из полости 21 по трубке 22 станет вытесняться в бачок 23. Отсюда по трубке 24 и каналам воздух отводится в атмосферу.

После того как распределительный вал 1 и рычаг 10 будут переставлены под действием пружины в исходное положение, золотник 11 соединит оба масляных бачка 14 и 23 трубопроводами 13 и 24 с атмосферой.

По окончании операции реверса рычаг 3 ставится в положение «пуск», при этом валик 5 переместит угловой рычаг 25, а последний откроет клапан 26, и сжатый воздух по трубопроводу 27 поступит к пусковому клапану двигателя 28.

Реверс двигателя можно производить только при его остановке, так как прорези блокировочного сектора 17 совпадают с прорезями пускового рычага 3 лишь при установке последнего на положение «стоп». Поэтому при работающем двигателе рычаг 10 перемены хода, а следовательно, и вал 1 не могут быть передвинуты из одного положения в другое.

Схема реверсивного механизма двигателя 6ГСЧ $\frac{28,5}{42}$ мощностью 400 л. с. представлена на рис. 81а и 81б.

Ход двигателя изменяется перестановкой распределительного вала.

Реверс двигателя производится следующим образом.

Пусковой рычаг 1 ставится в положение «стоп», вследствие чего валик 2, воздействуя на топливные насосы, выключит их и прекратит тем самым подачу горючего в цилиндры двигателя.

Одновременно тяга 3, связанная с пусковым рычагом 1, повернет рычаг 4, который, перемещаясь влево, отождмет кулачок 5 перепускного клапана.

Вместе с кулачком 5 повернется также коромысло 6, вследствие чего нажимная шпилька 7 откроет клапан сжатого воздуха 8.

Тогда воздух от пусковых баллонов по трубке 9 поступит под клапан 8 и через трубку 10 будет подведен к сервомотору газового крана.

Под действием сжатого воздуха поршень сервомотора (на схеме не показан) повернется вокруг своей оси и закроет кран подачи газа к двигателю.

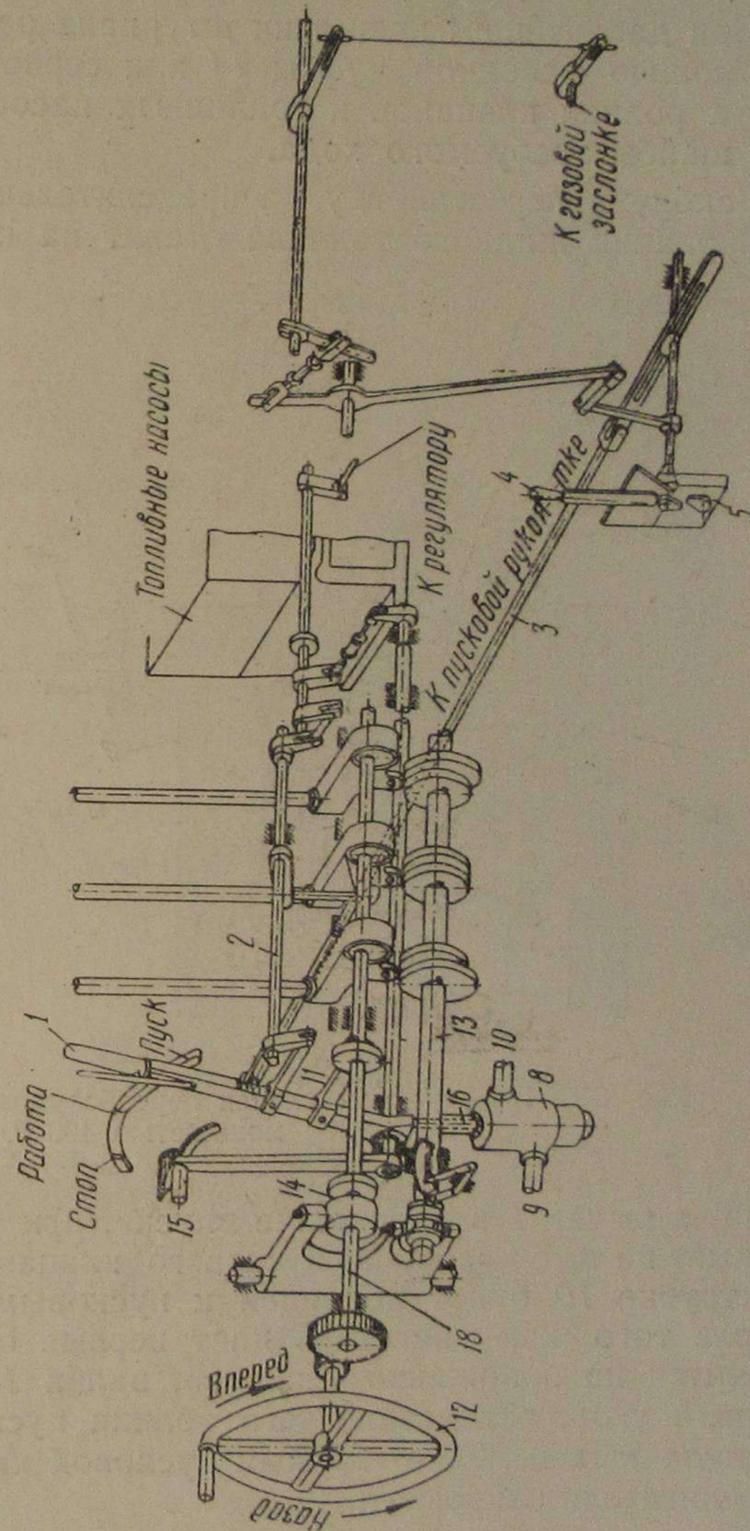


Рис. 81а. Реверсивное устройство переоборудованного дизеля мощностью 400 л. с.

После того как пусковой рычаг 1 будет установлен в положение «стоп», блокировочное устройство 11 при вращении штурвала 12 позволит поднять ролики клапанов и топливных насосов двигателя в сторону требуемого хода.

При дальнейшем вращении штурвала распределительный вал 13 с помощью фасонной муфты 14 или сервомотора будет переставлен, а ролики клапанов и топливных насосов опустятся на кулачковые шайбы требуемого хода.

Закончив перестановку распределительного вала, рычаг 15 регулирования жидкого топлива ставят на небольшую подачу топ-

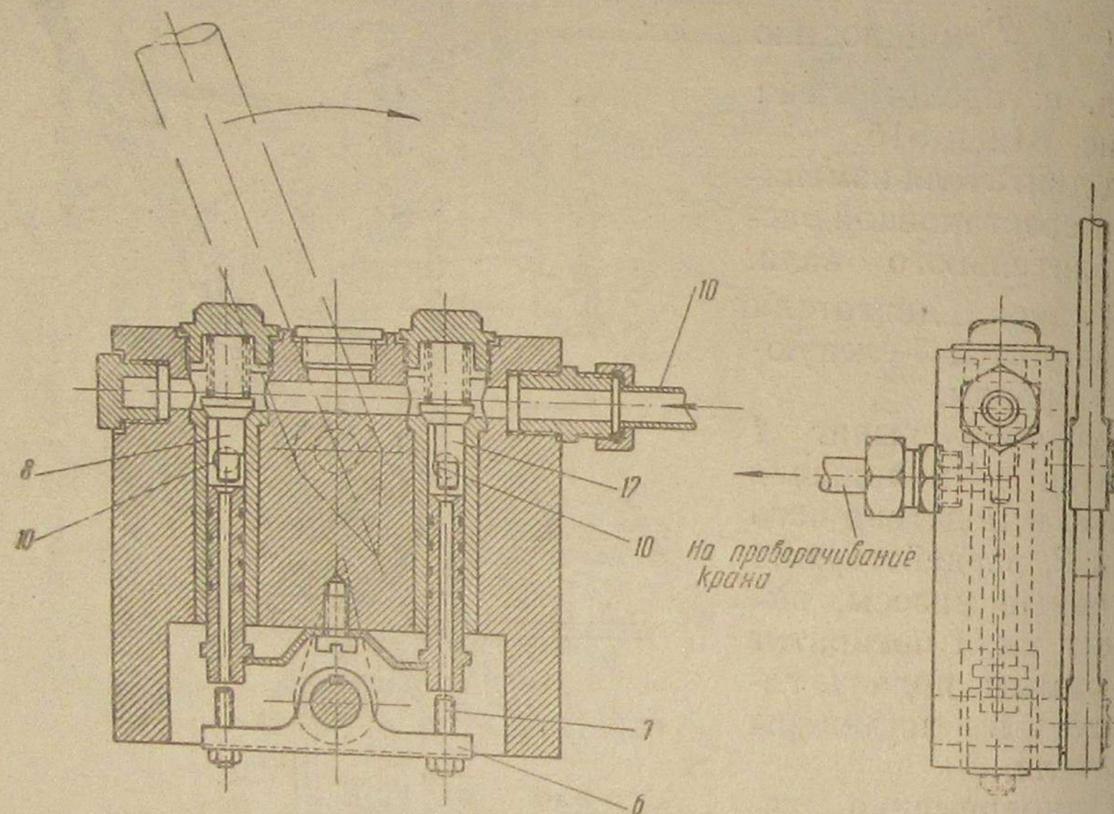


Рис. 81б. Перепускной клапан переоборудованного на газ дизеля мощностью 400 л. с.

лива, а рычаг 1 в положение «пуск», при котором кулачок рычага нажмет на шток главного пускового клапана 16, и сжатый воздух по трубке 10 будет подведен к пусковым клапанам двигателя. После того как двигатель даст первые обороты, пусковой рычаг ставится на положение «работа», валик 18 повернется на определенный угол, вследствие чего ролики пусковых клапанов отойдут от кулачковых шайб, а главный пусковой клапан и пусковые клапаны двигателя закроются.

Одновременно тяга 3, связанная с пусковым рычагом 1, повернет рычаг 4, который, перемещаясь, отождмет кулачок перепускного клапана 5 и коромысло 6.

Нажимная шпилька коромысла поднимет клапаны 17, поршень сервомотора откроет газовый кран, и генераторный газ будет поступать в коллектор двигателя.

§ 35. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯМИ

И РЕВЕРСИВНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Применение дистанционных управлений двигателями и реверсивными механизмами дало возможность сконцентрировать в рулевой рубке все механизмы управления судном. Указанное мероприятие значительно повысило маневренность газоходов и улучшило их эксплуатационные показатели.

Наиболее распространено управление с механическими приводами — тросиковое, валиковое и рычажное.

Принципиальная схема дистанционного управления двигателями с реверсивными муфтами на буксирном газоходе с двумя двигателями 6ГСЧ $\frac{22}{28}$ представлена на рис. 82а, б, в.

Управление двигателями и реверсивными муфтами производится с поста управления, установленного в рулевой рубке, на котором расположены:

а) рукоятки 1 и 2 переключения реверсивных муфт левого и правого двигателей, которые тросиковыми передачами соединены с переключающими золотниками муфт (см. рис. 82, а, б, в). Положение ревер-

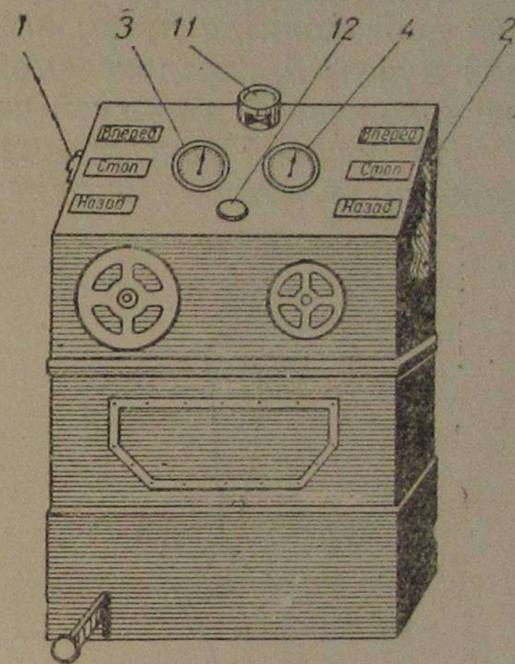


Рис. 82а. Пост дистанционного управления двигателями по 150 л. с.

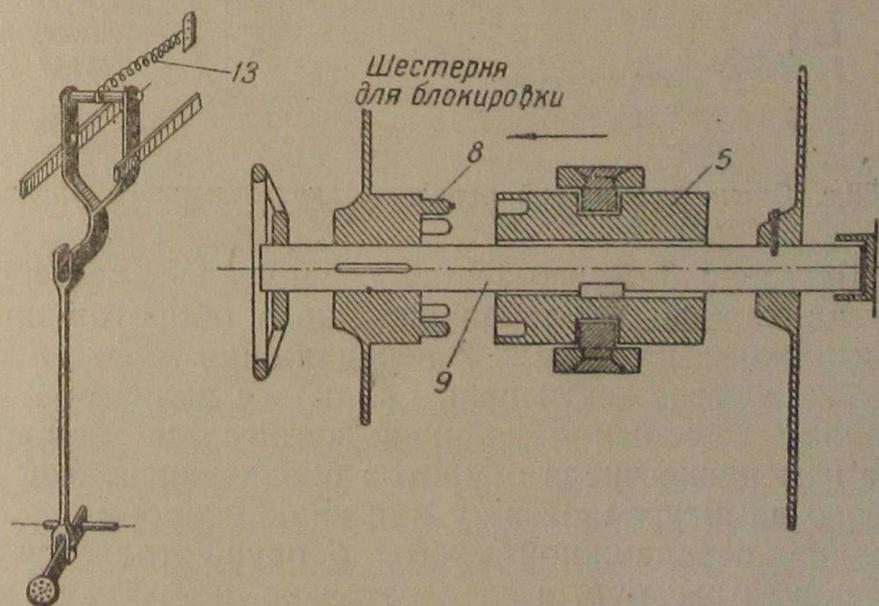


Рис. 82б. Муфта сцепления механизма дистанционного управления

са фиксируется указателями, имеющимися на корпусе поста управления;

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И МАШИННЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ГАЗОХОДОВ

§ 36. ПРИБОРЫ ЗАЖИГАНИЯ

Приборы зажигания рабочей смеси, применяемые в газовых двигателях, подразделяются на три типа: батарейное зажигание, зажигание от магнето высокого напряжения, зажигание от индукционной катушки с последующим переключением на магнето.

Батарейная система зажигания. На тихоходных двигателях с электрическим воспламенением рабочей смеси устанавливаются приборы батарейного зажигания.

При батарейном зажигании мощность электрической искры не зависит от числа оборотов коленчатого вала, что создает вполне надежную работу зажигания в момент пуска двигателя и дает возможность получать устойчивую и надежную работу электросвечей при различных оборотах коленчатого вала.

Система батарейного зажигания состоит из:

- 1) аккумуляторной батареи;
- 2) индукционной катушки;
- 3) распределительной колонки (дистрибьютора);
- 4) разъединителя электрической цепи.

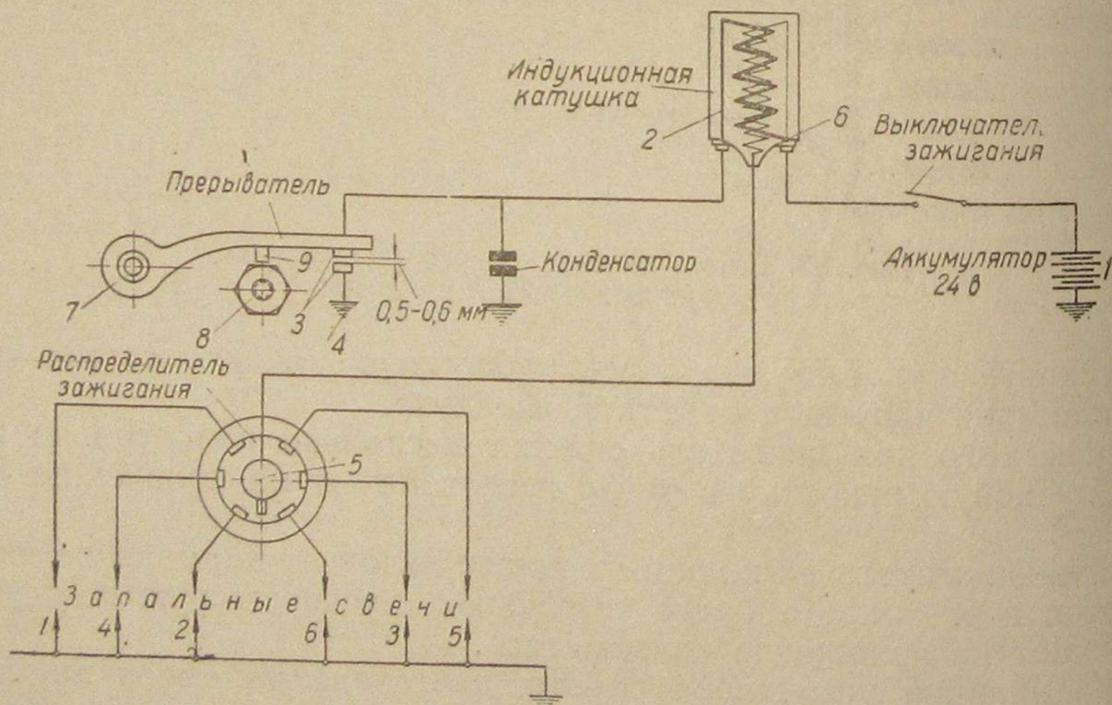


Рис. 84. Схема батарейного зажигания

Схема батарейного зажигания газового двигателя 6ГСЧ ³²/₄₂ представлена на рис. 84.

Принцип ее работы следующий.

Электрический ток низкого напряжения поступает от аккумуляторной батареи 1 в первичную обмотку 2 индукционной катушки.

Другой конец первичной обмотки присоединен к контактам 3 прерывателя, один из которых подключен на массу двигателя 4. Следовательно, при замкнутых контактах прерывателя электрический ток, пройдя первичную обмотку индукционной катушки, через прерыватель, массу двигателя и второй полюс аккумуляторной батареи, подключенного к корпусу двигателя, поступает обратно в аккумуляторную батарею.

Один конец вторичной обмотки индукционной катушки соединен с ротором 5 распределителя тока, а другой с клеммой 6 первичной обмотки.

Электрический ток низкого напряжения, протекая по первичной обмотке, создает магнитное поле, которое пересекает витки первичной и вторичной обмоток.

При изменении магнитного потока во вторичной обмотке индуцируется ток высокого напряжения, а в первичной — электродвижущая сила самоиндукции.

Изменение магнитного потока происходит вследствие разрыва электрической цепи первичной обмотки механическим прерывателем 7.

На конце валика прерывателя закреплен шестигранный кулачок 8, который при вращении валика своими выступами отжимает молоточек прерывателя 9 и размыкает контакты 3.

Для уменьшения искрения контактов в момент их разрыва и повышения напряжения во вторичной обмотке индукционной катушки параллельно контактам присоединен конденсатор постоянной емкости.

В момент разъединения контактов протекание тока в первичной обмотке прекращается; величина магнитного потока падает, вследствие чего в обеих обмотках наводится электродвижущая сила.

Полученный во вторичной обмотке ток высокого напряжения подводится к ротору 5 распределителя. Отсюда ток высокого напряжения через искровой промежуток поочередно подводится к распределителю, к которому присоединены провода от свечей. Следовательно, ток высокого напряжения проходит распределитель и, пробив искровой промежуток в свече, через массу двигателя и аккумуляторную батарею опять возвращается во вторичную обмотку индукционной катушки.

Распределитель имеет автоматическое опережение, позволяющее регулировать момент появления искры в пределах 13° по валику распределителя.

Максимальное открытие контактов у отрегулированного распределителя должно составлять 0,5—0,6 мм.

Питание батарейного зажигания производится от аккумуляторной батареи напряжением 24 вольта.

Зажигание от магнето. В быстроходных газовых двигателях батарейное зажигание рабочей смеси вытеснено системой зажигания от магнето высокого напряжения.

В зависимости от числа оборотов двигателя применяют магнето с вращающимися обмотками и неподвижными магнитами или магнето с вращающимися магнитами и неподвижными обмотками.

Вследствие того что при больших оборотах коленчатого вала возрастающая центробежная сила в якоре магнето может вызвать разрушение расположенных в нем обмоток, в последнее время в большинстве случаев применяются магнето с неподвижными обмотками и вращающимися магнитами.

В двигателях иностранных марок наибольшее распространение получили магнето «Сцинтилла», двигатели же отечественного производства оборудуются следующими типами магнето, выпускаемые заводом автотракторного электрооборудования.

Тип магнето	Назначение
СС-2	для двухцилиндровых двигателей
СС-4	для четырехцилиндровых двигателей
БС _п -4	для четырехцилиндровых двигателей с переменным углом опережения
СС-6	для шестицилиндровых двигателей

Принципиальная схема действия магнето отечественного производства аналогична для всех перечисленных выше типов.

Магнето АТЭ (завода автотракторного электрооборудования) состоит из корпуса, якоря с подковообразными магнитами, полюсных башмаков, неподвижной катушки, прерывателя и распределителя.

Якорь магнето представляет собой постоянный магнит, вращающийся между полюсными башмаками. На одном из концов якоря закреплена шестерня, приводящая во вращение распределительную шестерню. На другом конце якоря установлен кулачок прерывателя. Якорь вращается в корпусе магнето на двух шариковых подшипниках, насаженных на конце вала.

Полюсные башмаки соединены между собой сердечником катушки. Катушка имеет две обмотки: первичную и вторичную. Первичная обмотка одним концом присоединена к массе, а вторым — к наковальне прерывателя. Между первичной и вторичной обмотками установлен конденсатор, включенный параллельно в первичную обмотку. Одна часть пластин конденсатора соединена с массой, а вторая — через щетку с наковальней прерывателя.

Вторичная обмотка одним концом припаяна к массе, а вторым — присоединена к собирательному контакту распределителя.

Прерыватель расположен в передней части корпуса магнето и состоит из наковальни и молоточка, прижимаемого к ней пружиной.

Зазор между наковальней и молоточком может регулироваться в пределах от 0,25—0,35 мм.

Шестерня распределителя, соединяемая с шестерней якоря, имеет медные контакты. Величина зазоров между контактами рас-

пределителя и контактами на его крышках составляет 0,1 мм. К контактам на крышках распределителя крепятся провода, присоединяемые к центральным электродам свечей в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Для получения во время пуска двигателя мощной искры в некоторых типах магнето устанавливают ускорители, повышающие число оборотов якоря при малых оборотах коленчатого вала.

Схема магнето завода АТЭ представлена на рис. 85.

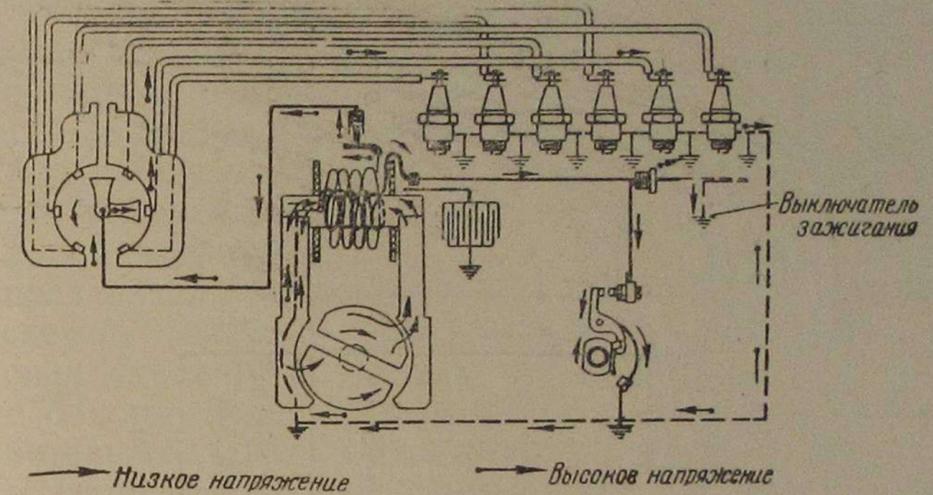


Рис. 85. Схема магнето типа СС-6

Комбинированная система зажигания. Стремление получить систему зажигания, которая обеспечивала бы мощную искру, как в момент пуска двигателя, так и во время его работы, на различных режимах, привело к созданию прибора, представляющего собой комбинацию батарейного зажигания с магнето. Одной из разновидностей конструкций приборов зажигания такого типа является комбинированное магнето «Норис»¹, схема которого представлена на рис. 86.

Основными частями магнето «Норис» являются: генератор переменного тока, индукционная катушка, два прерывателя тока низкого напряжения с конденсаторами постоянной емкости, распределитель тока высокого напряжения и переключатель с одной системы зажигания на другую.

Генератор переменного тока состоит из двух подковообразных постоянных магнитов с полюсными башмаками, установленных на корпусе магнето.

В межполюсном пространстве магнитов вращается якорь, на котором намотана только первичная обмотка.

Один конец обмотки генератора подводится к коллекторному кольцу и через уголек выводится из корпуса магнето на контакт I переключателя.

Контакт переключателя проводником соединен с контактом II, а последний через медные щетки 2—2 с пластинкой М, которая в

¹ Из отчета испытаний двойной системы электрического зажигания типа «Норис». Кафедра, «Тракторы и автомобили», Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1948 г.

свою очередь проводником соединена с контактом IV. К данному контакту присоединен один конец первичной обмотки индукционной катушки, другой конец этой обмотки подключен к контакту V переключателя, который проводником соединен с контактом III, а последний через щетку 3 выведен на массу и через нее к молоточку

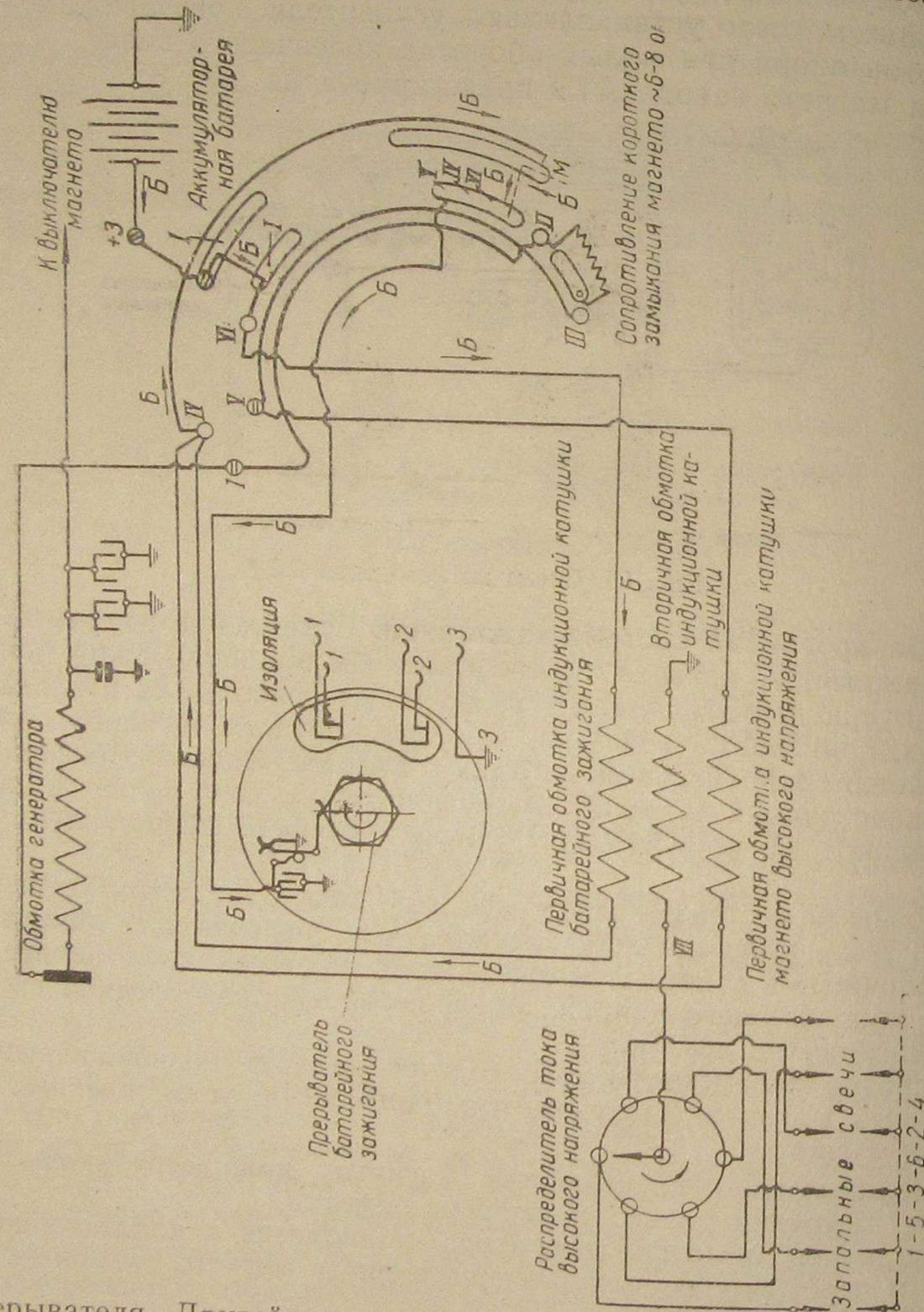


Рис. 86. Схема комбинированной системы зажигания

прерывателя. Другой конец обмотки генератора подведен к неподвижному контакту прерывателя — наковальне, изолированной от массы.

Рычажок прерывателя пружины отсоединяется диском прерывателя и через уголек выводится на массу. Поэтому при замкнутых контактах прерывателя в цепь обмотки генератора последовательно

включается одна из первичных обмоток индукционной катушки магнето.

Параллельно к контактам прерывателя присоединены два конденсатора емкостью по 0,2 микрофарады каждый.

Индукционная катушка состоит из железного сердечника, на который намотаны две толстые первичные обмотки (одна для магнето, другая для батарейного зажигания) и общая тонкая вторичная обмотка.

Концы указанных обмоток подведены к клеммам IV, V, VI, VII.

К клемме IV присоединены два конца первичных обмоток, принадлежащих магнето и батарейному зажиганию.

К клемме V присоединен второй конец первичной обмотки, а к клемме VI подключен второй конец первичной обмотки индукционной катушки батарейного зажигания.

Один конец вторичной обмотки присоединен к клемме VII и через распределитель высокого напряжения с центральными электродами свечей, согласно порядку работы цилиндров двигателя. Другой конец вторичной обмотки выведен на массу и постоянно соединен с боковыми электродами всех запальных свечей.

Прерыватель тока низкого напряжения системы батарейного зажигания монтируется внутри корпуса распределителя тока высокого напряжения и состоит из кулачковой шайбы с шестью выступами, сидящей на оси ротора распределителя, вращающегося в два раза медленнее коленчатого вала двигателя, молоточка, изолированного от массы, и наковальни, соединенной с массой.

Зазоры между контактами прерывателей составляют 0,4—0,5 мм.

Параллельно контактам прерывателя присоединен конденсатор емкостью 0,2 микрофарады.

При работе магнето с переменным углом опережения зажигания угол поворота прерывателя на запаздывание не должен превышать 30—35°.

При пуске двигателя и при работе его на малых оборотах магнето с помощью рычажка переключается на работу батарейного зажигания.

Питание системы батарейного зажигания производится от аккумуляторной батареи напряжением 6 вольт.

Электрические свечи. Газовые двигатели с электрическим зажиганием рабочей смеси имеют степень сжатия $\epsilon = 7-8,5$.

В связи с этим обычные электрические свечи с керамическим изолятором не обеспечивают надежной работы системы зажигания.

Это объясняется тем, что при повышении степени сжатия увеличиваются температура и давление в цилиндрах двигателя.

Указанные обстоятельства приводят к тому, что при полной нагрузке двигателя вследствие перегрева центральных электродов свечей происходят преждевременные вспышки, сопровождающиеся выбросом горящего газа в смеситель. Двигатель при этом резко снижает мощность и останавливается. Помимо этого увеличение степени сжатия вызывает появление трещин в изоляторах свечей и снижает их изоляционные качества. Поэтому в газовых двигате-

лях применяются электрические свечи «холодного» типа с изоляторами из слюды.

Согласно ГОСТ 1503—46 отечественная промышленность изготавливает зажигательные искровые свечи, имеющие следующую характеристику:

- 1) резьба М18×1,5, длина нарезной части не более 20 мм;
- 2) изолятор из слюды с электрической прочностью 19,5 кв;
- 3) зазоры между центральными электродами 0,28—0,36 мм.

Так как свечи указанного типа предназначены для авиационных двигателей, то расстояние между электродами должно быть отрегулировано применительно к степени сжатия данного двигателя.

На рис. 87 показан график зависимости между степенью сжатия и расстоянием между электродами.

§ 37. ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА (ЭЛЕКТРОСТАРТЕРЫ)

Применяемые на судах пусковые устройства для двигателей внутреннего сгорания по принципу их действия можно подразделить на следующие типы:

- 1) пуск от специального двигателя;
- 2) пуск сжатым воздухом;
- 3) пуск при помощи электрического мотора.

Из перечисленных выше пусковых устройств наибольшее распространение получили: пуск сжатым воздухом и пуск при помощи электростартера для двигателей мощностью 22—150 л. с.

Электростартер представляет собой небольшой по размерам, но мощный электрический мотор с последовательно соединенными обмотками, снабженный ведущей шестеренкой, вступающей в соединение с зубчатым венцом, имеющимся на маховике двигателя.

Выдвижение шестеренки в момент запуска в одних конструкциях стартеров основано на механическом принципе, а в других — на электрическом, т. е. использовании магнитного потока.

Питание стартера электрическим током производится от аккумуляторных батарей.

В табл. 24 приведены основные данные электрических стартеров, применяемых на газоходах.

Таблица 24

Марка двигателя	Марка стартера	Номинальное напряжение в вольтах	Номинальная мощность в л. с.	Наименьшая емкость аккумуляторных батарей в ампер-часах
ГАЗ-42	МАФ-4006	6	0,9	80
ЗИС-21у	МАФ-31	12	2,0	142
6 ГСЧ $\frac{15}{18}$	СТ-710	24	15,0	270

§ 38. ДИНАМОМАШИНЫ И ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Постоянный ток для освещения помещений газоходов, питания электромоторов газогенераторной установки и пополнения емкости аккумуляторной батареи подается от динамомашин.

Наибольшее распространение получили динамомшины компаундного типа благодаря следующим преимуществам перед электрогенераторами постоянного тока других типов.

В компаундных динамомшинах шунтовая обмотка позволяет поддерживать номинальное напряжение на зажимах при холостом ходе динамомшины. Серийная же обмотка имеет такое количество витков, которое обеспечивает усиление магнитного потока индуктора и повышение электродвижущей силы при работе динамомшины под нагрузкой.

Поэтому напряжение на зажимах динамомшины при возрастании нагрузки поддерживается постоянным (при постоянном числе оборотов двигателя) без шунтового регулятора. Шунтовый регулятор в некоторых конструкциях динамомашин предназначен для повышения напряжения на зажимах при изменении числа оборотов двигателя.

В зависимости от величины нагрузки, создаваемой электромоторами и осветительной сетью, мощность применяемых динамомашин колеблется в широком диапазоне.

Газоходы наиболее распространенных типов (с двумя двигателями 6ГСЧ $\frac{22}{28}$) оборудованы двумя динамомашинами компаундного типа правого и левого вращения с нижеследующими характеристиками:

Максимальная мощность каждой динамомшины	5,8 квт
Напряжение	110/145 в
Возбудимость	при 580 об/мин
Рабочее число оборотов	800—2500 в мин.
Сила тока	0—40 ампер
Привод от главного двигателя—	текстропными ремнями

На газоходах с приводами вспомогательных механизмов газогенераторной установки от главного двигателя мощность установленных динамомашин составляет 4—6 квт при напряжении 110/145 вольт и числе оборотов 900—2500 в минуту.

Динамомшины в зависимости от компоновки машинного отделения приводятся во вращение от вспомогательного двигателя или через ременную передачу от трансмиссионного вала. Исключение представляет система электроснабжения, принятая на грузовом газоэлектроходе «Опытный».

Данная система имеет две самостоятельные схемы.

Первая схема состоит из двух электрогенераторов постоянного тока. Один из них имеет мощность 240 квт, напряжение 440 вольт, приводится в действие от главного двигателя и предназначен для питания электромоторов гребных валов; второй мощностью 29 квт, напряжением 225 вольт, 1100/1900 об/мин. приводится во вращение

системой клиновидных ремней от главного двигателя и предназначен для питания электромоторов механизмов газогенераторной установки и машинного отделения при работе главного двигателя.

Вторая схема также состоит из двух электрогенераторов постоянного тока: один мощностью 60 квт, напряжением 225 вольт предназначен для питания электромоторов газогенераторной установки и механизмов машинного отделения при неработающем главном двигателе, а второй мощностью 11,5 квт, напряжением 105 вольт предназначен для подзарядки аккумуляторных батарей. Оба электрогенератора приводятся в действие от вспомогательного газового двигателя мощностью 90 л. с.

Электроэнергия распределяется по потребителям через распределительный щит и ряд групповых щитков. Потребителями электроэнергии на газоходах являются электромоторы и осветительная сеть.

Мощность, затрачиваемая на освещение и питание электромоторов, может быть определена по амперметру и вольтметру, установленным на главном щите, и подсчитана по формуле:

$$P = \frac{VI}{1000} \text{ квт,}$$

где:

V — напряжение в вольтах;

I — сила тока в амперах.

Мощности, потребляемые электромоторами различных механизмов газоходов, приведены в таблице 25.

Таблица 25

Потребитель	Мощность электромотора в квт	Напряжен. в сети в вольтах	Число оборотов в минуту
Гребной вал	125—145	440	1200—1600
Компрессор	10,2	135/225	750
Экспаустер	4,1—5,5	135/225	3200—3600
Нория	1,6	135/225	1450
Скиперный подъемник	0,66	135	1400
Питатель и колосниковая решетка	1,1	110/135	1410
Центробежный насос	1,8	110/135	2700
Масляный насос	0,25	130	2700
Вентилятор розжига	0,20	130	2800
Вентилятор машинного отделения	0,75	110	1450

На газоходах с двумя двигателями 6ГСЧ $\frac{22}{28}$ по 150 л. с. освещение судна, питание электромоторов, вентилятора розжига и т. п. во время стоянки осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 110 вольт, состоящей из 86 щелочных элементов.

Подзарядка аккумуляторной батареи производится автоматически посредством четырех реле-регуляторов.

На случай длительной стоянки газохода предусмотрено питание потребителей электроэнергии от постороннего источника (с берега) напряжением 110 вольт.

Для этой цели на главном распределительном щите имеются клеммы со знаками «+», «—» для постоянного тока и « ∞ » для переменного тока.

Если имеется переменный ток, питание получает только осветительная сеть.

На газоходах, оборудованных автомобильными или тракторными двигателями, освещение судна и пополнение емкости аккумуляторных батарей производится от низковольтных электрогенераторов, навешенных на главные двигатели.

Технические характеристики этих электрогенераторов приведены в табл. 26.

Таблица 26

Марка двигателя	Марка электрогенератора	Система регулирования	Напряжение в вольтах	Мощность в ваттах	Максимальное число оборотов в мин.	Количество щеток
ГАЗ-42	ГМ-71А	Третьей щеткой	6—8	100	4500	3
ЗИС-21у	ГА-27	"	12	250	3000	4
МГ-17	ГТ-4563А	Регулятор напряжения	24	500	3000	4
6ГСЧ $\frac{15}{18}$	ГТ-73	"	24	1000	3000	4
(ЗД-6-ГД)						

§ 39. ПУСКОВАЯ АППАРАТУРА

В зависимости от мощности и условий работы электромоторов пуск их в ход производится при помощи пакетных выключателей или пусковых реостатов.

Пуск маломощных электромоторов осуществляется с помощью пакетных выключателей.

Электромоторы с двухсторонним направлением вращения (скиперные подъемники) оборудованы двумя однополюсными автоматами, магнитным реверсором и кнопочным выключателем, позволяющим путем нажима контактной кнопки производить пуск, остановку и изменение направления вращения вала мотора. Кроме того они снабжены тепловыми реле, которые автоматически выключают электромотор при его перегрузке.

Электромоторы питателя и зольной чаши, эксгаустеров и т. п. оборудованы пусковыми реостатами, причем электромотор эксгаустера, кроме пускового, имеет регулировочный реостат, предназначенный для поддержания постоянства числа оборотов вала эксгаустера.

В целях надежности работы электромоторов и их защиты на питающих частях установлены различного типа реле и автоматы.

Характеристики типов и мощностей электромоторов постоянного тока, производимых отечественной промышленностью, приведены в таблице 27.

Таблица 27

Тип электромоторов	Номинальное напряжение в вольтах	Номинальная мощность в кВт	Обороты в мин.	Примечание
ПНФ-5 ПНВ-5	110/220	0,30	960	Электродвигатели типа ПНФ—горизонтальные с фланцевым щитком, со станиной на лапах
ПНФ-5 ПНВ-5	110/220	0,52	1450	
ПНФ-5 ПНВ-5	110/220	0,75	2000	
ПНФ-5 ПНВ-5	110/220	1,0	2800	
ПНФ-5 ПНВ-5	110/220	0,65	980	Электромоторы типа ПНВ—вертикальные, со станиной на лапах и без лап
ПНФ-5 ПНВ-5	110/220	1,60	2000	
ПНФ-5 ПНВ-5	110/220	1,75	1450	
ПНФ-5 ПНВ-5	110/220	2,5	2000	

Глава XIII

КОМПОНОВКА МАШИННЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ГАЗОХОДОВ

В настоящее время на реках Советского Союза эксплуатируются буксирные, грузовые и пассажирские газоходы мощностью от 22 до 450 л. с.

Оборудование машинных отделений газоходов различными механизмами и их расположение в машинных отделениях зависит от типа и мощности судна.

Ниже приводится описание машинных отделений некоторых типов газоходов.

Машинное отделение винтового буксирного газохода мощностью 22 л. с.

Основные данные газохода

Длина габаритная	8,5 м
Ширина габаритная	2,5 „
Высота борта	0,86 „
Осадка с полным запасом топлива	0,35 „

Корпус судна — металлический сварной.

Машинное отделение расположено в середине судна.

В качестве главного двигателя установлен четырехтактный автомобильный двигатель ГАЗ-42, имеющий следующую техническую характеристику:

Мощность	22 л. с.
Число оборотов в минуту	1650
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра	98,4 мм
Ход поршня	108 „

Пуск двигателя производится от электростартера.

Мощность двигателя передается на гребной вал через реверсивную муфту Городецкого механического завода.

С левого борта за штурвальной рубкой установлен газогенератор, предназначенный для газификации древесных чурок размерами

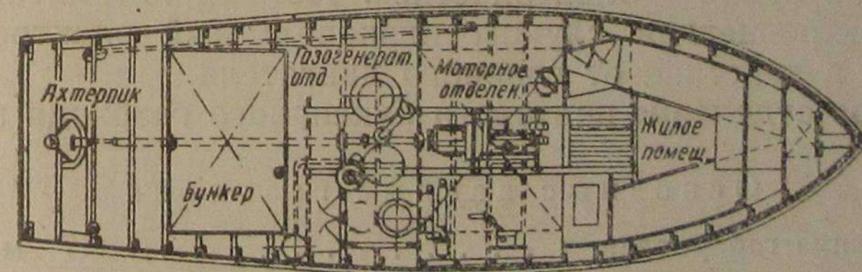


Рис. 88. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода мощностью 22 л. с.

40×40×70 мм. Топливный бункер емкостью около 0,8 м³ расположен в кормовом отсеке газохода.

Очистительная аппаратура состоит из фильтра тонкой очистки ГАЗ-42, установленного с правого борта за штурвальной рубкой.

Освещение судна и пополнение аккумуляторной батареи производится от низковольтного электрогенератора, навешенного на главный двигатель.

Осушительная система газохода оборудована ручным поршневым насосом, установленным в штурвальной рубке.

Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода показано на рис. 88.

Машинное отделение винтового буксирного газохода мощностью 35 л. с. (рис. 89).

Основные данные газохода

Длина габаритная	9,31 м
Ширина габаритная	2,75 "
Высота борта	0,91 "
Осадка с полным запасом топлива	0,465 "

Корпус судна деревянный.

В качестве главного двигателя на газоходу установлен четырехтактный автомобильный двигатель ЗИС-21, имеющий следующую техническую характеристику:

Мощность	35 л. с. при 1650 об/мин
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	101,6 мм
Ход поршня	114,3 "

Пуск двигателя производится от электростартера.

Мощность двигателя передается на гребной вал через механическую реверсивную муфту типа РМ-II производства Городецкого механического завода.

Расположение машинного отделения и механизмов аналогично газоходу мощностью 22 л. с.

Топливом для газогенератора служат древесные чурки размерами 60×60×80 мм. Емкость топливного бункера — 2 м³, что обеспечивает непрерывную работу газохода в течение 12 часов.

Освещение судна — электрическое. Источником питания потребителей электроэнергии служит низковольтный электрогенератор, приводимый в действие от главного двигателя.

Машинное отделение винтового буксирного газохода мощностью 65 л. с.

Основные данные газохода

Длина габаритная	17 м
Ширина габаритная	4,88 "
Высота борта на миделе	4,6 "
Осадка с полным запасом топлива	0,82 "

В качестве главного двигателя на судне установлен тракторный, переоборудованный на газ дизель МГ-17, имеющий следующую техническую характеристику:

Мощность	65 л. с.
Число оборотов в минуту	850
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра	155 мм
Ход поршня	205

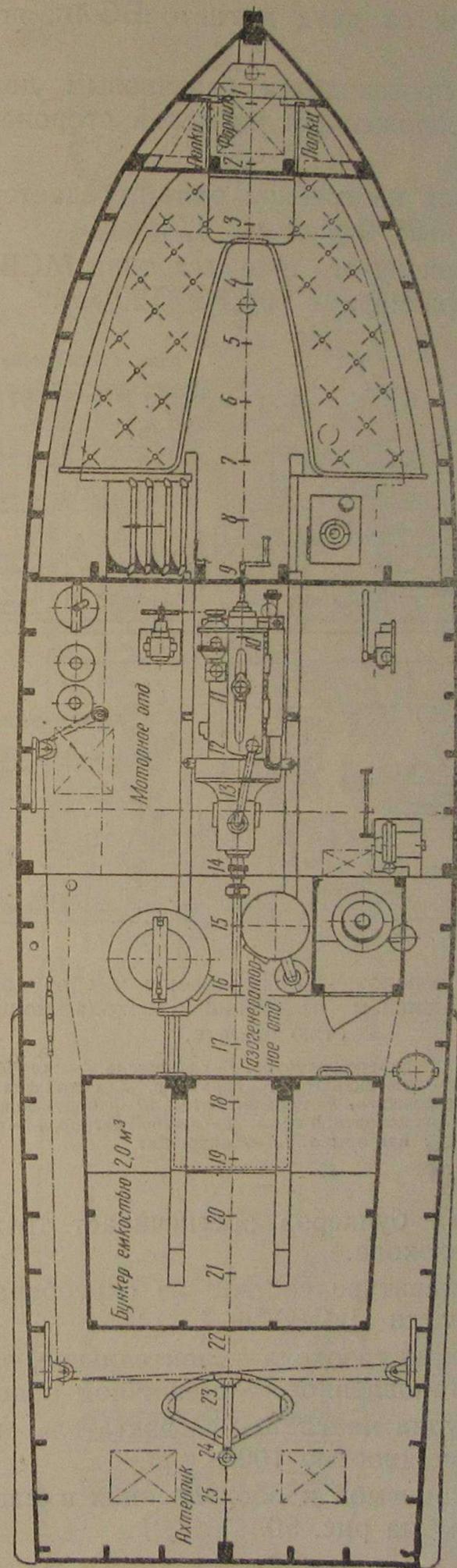


Рис. 89. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода мощностью 35 л. с.

10*

Система зажигания от двух магнето БС-4п, по две свечи на каждый цилиндр.

Пуск двигателя производится бензиновым двигателем мощностью 18 л. с., расположенным на левой стороне главного двигателя.

Мощность двигателя на гребной винт передается через реверс-редуктор с передаточным числом $i = 1,7$.

Газогенератор опрокинутого процесса типа МСВ-84М работает на древесных чурках размерами $50 \times 50 \times 120$ мм.

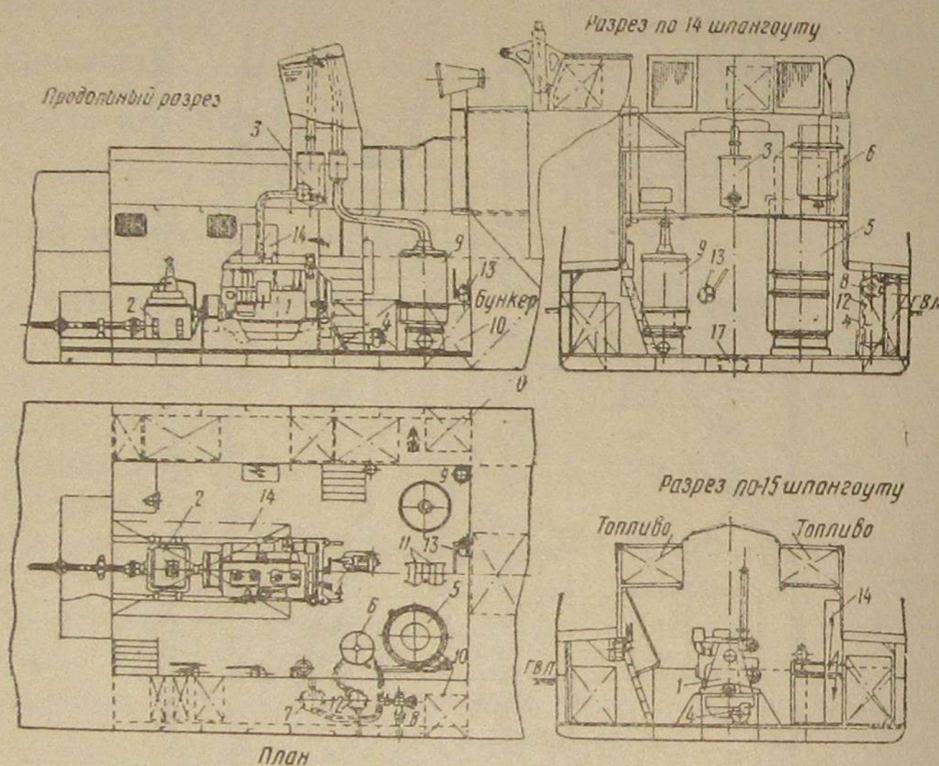


Рис. 90. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода мощностью 65 л. с.

1—двигатель, 2—реверс-редуктор, 3—глушитель, 4—скрубберный насос, 5—газогенератор, 6—скруббер, 7—сухой фильтр, 8—вентилятор розжига, 9—паровой котел, 10—заборные ящики, 11—фильтры забортной воды, 12—водяной затвор, 13—ручная помпа, 14—электролит

Емкость топливных бункеров обеспечивает трехсуточную непрерывную работу газохода.

Очистительная аппаратура состоит из скруббера типа МСВ-87 и фильтра тонкой очистки ЦНИИРФ-7.

Отопление помещений газохода — центральное, от парового котла ($H_k = 2,7$ м²), установленного в машинном отделении.

Для освещения судна на главный двигатель навешен низковольтный генератор мощностью 1000 ватт.

Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода показано на рис. 90.

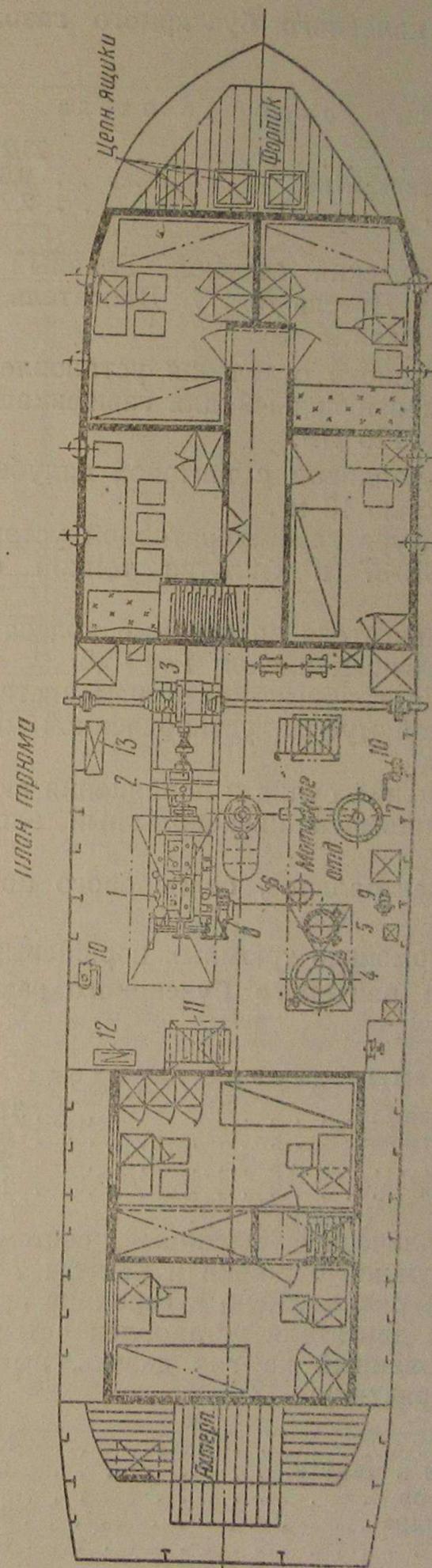


Рис. 91. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении колесного газохода мощностью 65 л. с.
1—главный двигатель, 2—реверсивная муфта, 3—редуктор, 4—газогенератор, 5—скруббер, 6—фильтр тонкой очистки, 7—котел парового отопления, 8—вентилятор розжига, 9—ручной поршневой насос, 10—цистерна, 11—фильтры забортной воды, 12—водяной затвор, 13—ручная помпа, 14—электролит

Машинное отделение колесного буксирного газохода мощностью 65 л. с. (рис. 91)

Основные данные газохода

Длина габаритная	23,2 м
Ширина корпуса габаритная	9,6 "
Высота борта	2,2 "

Корпус судна металлический сварной. Главный двигатель — переоборудованный на газ Дизель М-17. Двигатель установлен в корму от линии гребного вала.

У правого борта машинного отделения установлен газогенератор типа МСВ-84 м, предназначенный для газификации древесных чурок размерами 50×50×120 мм.

Генератор загружают топливом с тентовой палубы, на которой расположен бункер емкостью 13 м³.

Очистительная аппаратура газогенераторной установки состоит из скруббера типа МСВ-87 и фильтра тонкой очистки типа ЦНИИРФ-7.

Передача мощности двигателя на гребные колеса производится через редуктор с передаточным числом $i = 15,5$.

Направление вращения гребных колес изменяется с помощью реверсивно-разобщительной муфты, установленной между двигателем и редуктором.

Для освещения помещений судна и пополнения аккумуляторных батарей на двигатель навешен низковольтный электрогенератор мощностью 1000 ватт.

Отопление судна — центральное, от парового котла с поверхностью нагрева 2,7 м².

Судно осушается с помощью трюмных поршневых насосов.

Машинное отделение винтового буксирного газохода мощностью 450 л. с. (рис. 92).

Основные данные газохода

Длина габаритная	32,4 м
Ширина габаритная	6,65 "
Высота борта	2,00 "
Осадка грузовая	1,8 "

Корпус судна металлический, клепаный, система набора поперечная. Толщина наружной обшивки и палубы 7 мм.

Машинное отделение расположено в середине судна.

В качестве главного двигателя установлен четырехтактный реверсивный, переоборудованный на газ дизель, имеющий следующую основную характеристику:

Мощность	450 л. с.
Число оборотов в минуту	375
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	320 мм
Ход поршня	450 "

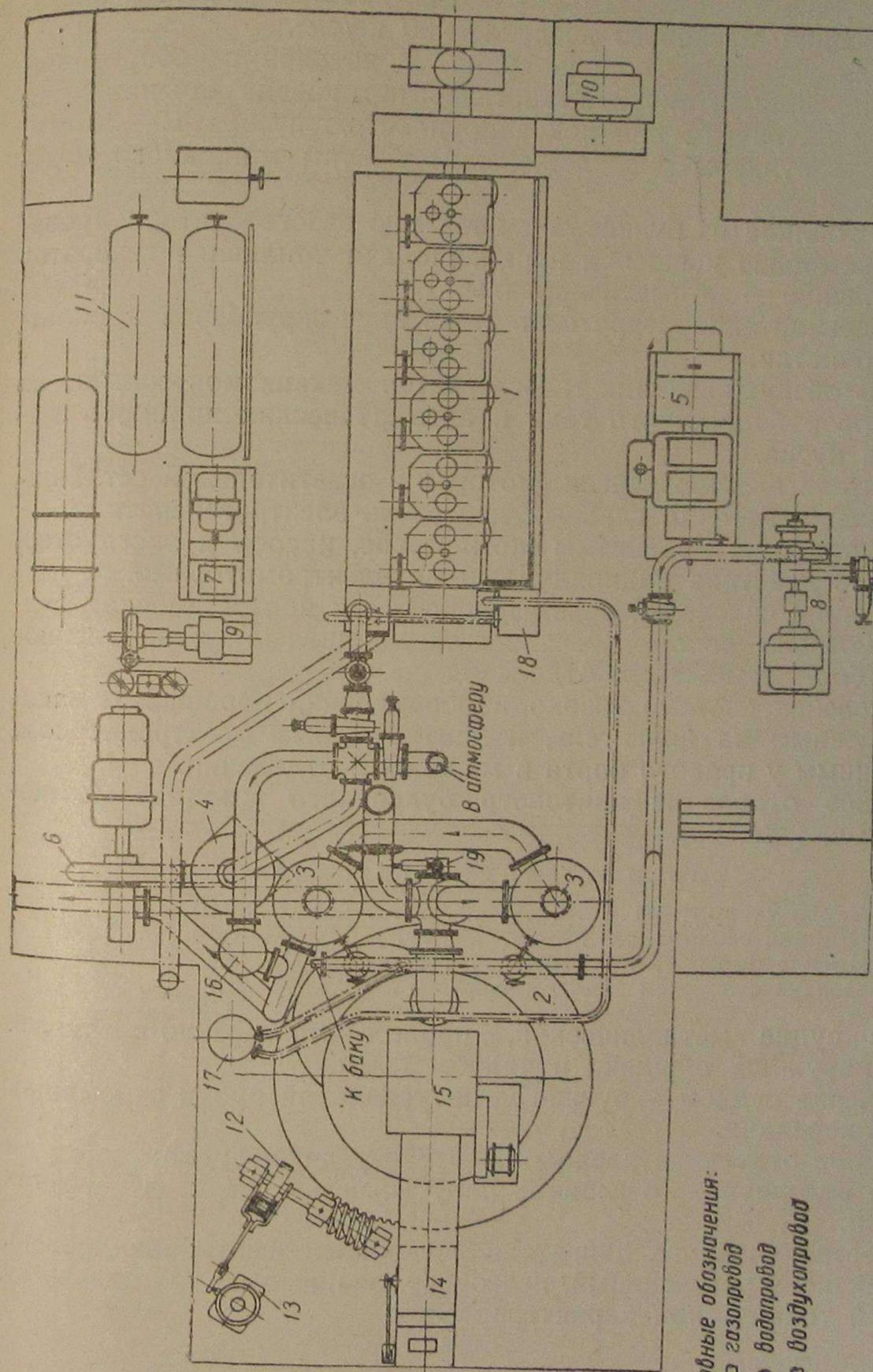


Рис. 92. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода мощностью 450 л. с.:
 2 — главный двигатель; 3 — газогенератор; 4 — сухой очиститель; 5 — дизель-динамо; 6 — эксгаузер; 7 — электрокомпрессор; 8 — пожарный насос; 9 — водяная помпа; 10 — динамомашина; 11 — баллон пускового воздуха; 12 — механизм для вращения колосниковой решетки; 13 — электромотор; 14 — ковшовая нория; 15 — питатель; 16 — регулятор давления газа; 17 — стояк; 18 — маслоохладитель; 19 — газовый клапан

Условные обозначения:
 — газопровод
 — водопровод
 — воздухопровод

Пуск главного двигателя производится сжатым воздухом, для чего у правого борта машинного отделения установлены три пусковых баллона, два из которых емкостью по 500 л, а третий — 250 л. Рабочее давление пускового воздуха — 30 кг/см².

Двигатель установлен вдоль судна. У носовой переборки машинного отделения установлен газогенератор, предназначенный для газификации антрацита или кокса крупностью кусков 10—30 мм. Топливные бункеры расположены по бортам машинного отделения.

Подъем топлива из бункеров к питателю газогенератора производится с помощью ковшевой норрии. Подача топлива в генератор и шлакоудаление — автоматизированы.

Очистительная аппаратура состоит из двух скрубберов и фильтра тонкой очистки.

Приводы обслуживающих газогенератор механизмов состоят из электромоторов постоянного тока и автоматических приборов выключения и пуска.

Потребители электроэнергии (моторов и осветительной сети) питают от навешенного на главный двигатель электрогенератора.

Вспомогательные механизмы (компрессор, насосы и эксгаустер) приводятся в действие индивидуальными электромоторами.

Для питания силовой и осветительной сети при остановках судна предусмотрено вспомогательное дизель-динамо, установленное по левому борту машинного отделения.

Осушительная система газохода оборудована поршневым насосом, навешенным на двигатель, и центробежным электронасосом, расположенным у правого борта в машинном отделении.

Машинное отделение винтового буксирного газохода мощностью 300 л. с. (рис. 93).

Основные данные газохода

Длина габаритная	32,0 м
Ширина габаритная	6,15 "
Высота борта	5,6 "
Осадка с полным запасом топлива	1,7 "

Корпус судна металлический, продольно-поперечно-клепаный. Толщина наружной обшивки и палубы 7 мм.

Управление судном — ручное из штурвальной рубки с помощью валиковой передачи.

Машинное отделение расположено в середине судна; вход в машинное отделение — с главной палубы, через двери в стенках надстройки.

В качестве главного двигателя установлен шестицилиндровый, четырехтактный, реверсивный, переоборудованный на газ дизель со следующей технической характеристикой:

Мощность	300 л. с.
Диаметр цилиндра	280 мм
Ход поршня	450 "
Число оборотов в минуту	300

Управление двигателем — с поста управления, расположенного

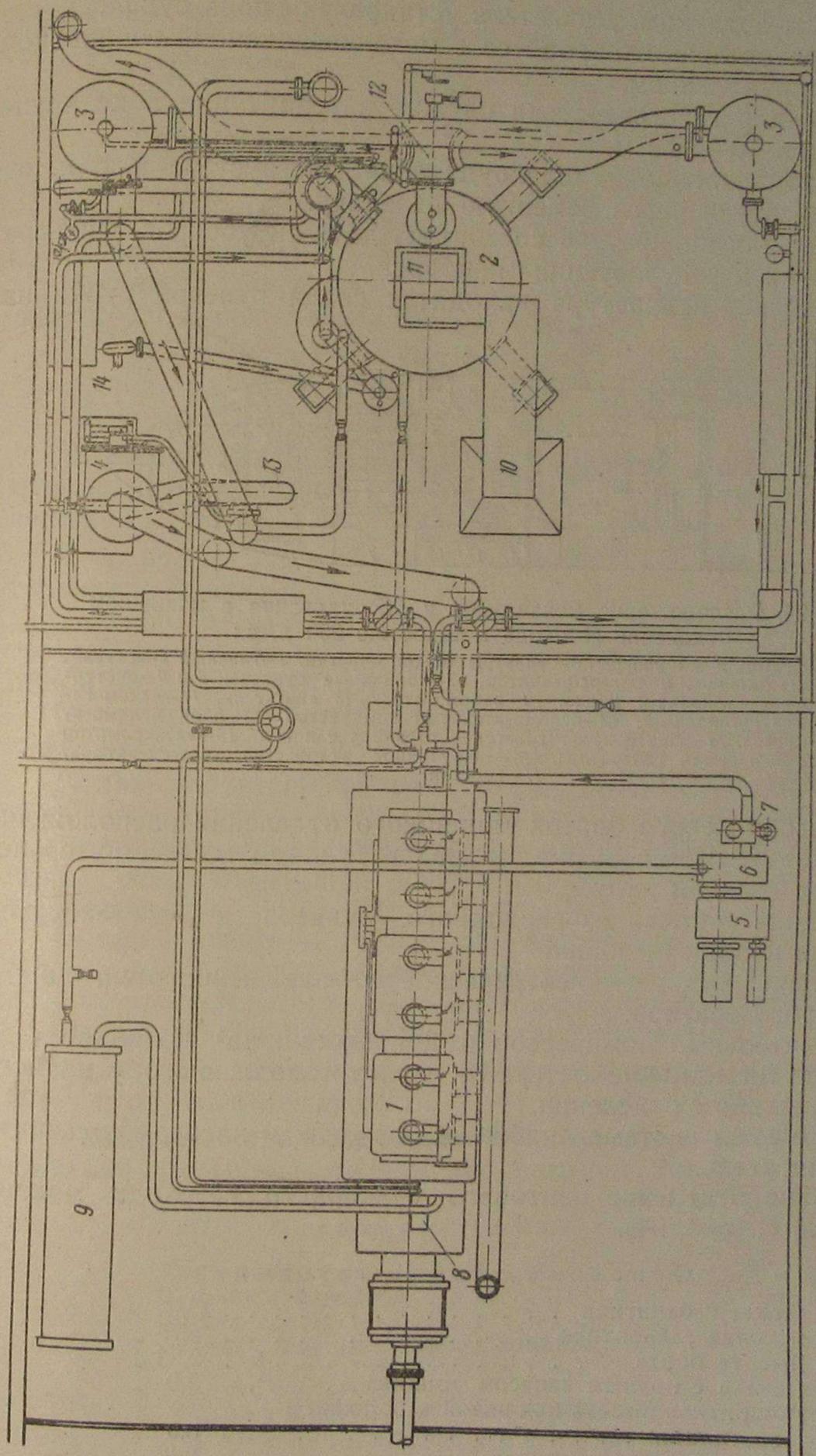


Рис. 93. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода мощностью 300 л. с.: 1 — главный двигатель, 2 — газогенератор, 3 — скруббер, 4 — фильтр тонкой очистки, 5 — дизель-динамо, 6 — дизель-компрессор, 7 — пожарный насос, 8 — динамомашин, 9 — баллон пускового воздуха, 10 — ковшевая норрия, 11 — питатель, 12 — газовый клапан, 13 — эксгаустер, 14 — вентилятор

на правой стороне двигателя. Пуск главного двигателя производится сжатым воздухом. Двигатель установлен вдоль судна.

Газогенератор прямого процесса с механизированной топливоподачей и шлакоудалением.

Топливом для газогенератора служит антрацит или кокс крупностью кусков 10—30 мм.

Привод топливоподачи, шлакоудаления, эксгаустера и т. п. от главного двигателя через ременную передачу.

Очистительная аппаратура состоит из двух скрубберов, фильтра тонкой очистки и регулирующих приборов.

Очистительная аппаратура находится сзади рулевой рубки на уровне палубы.

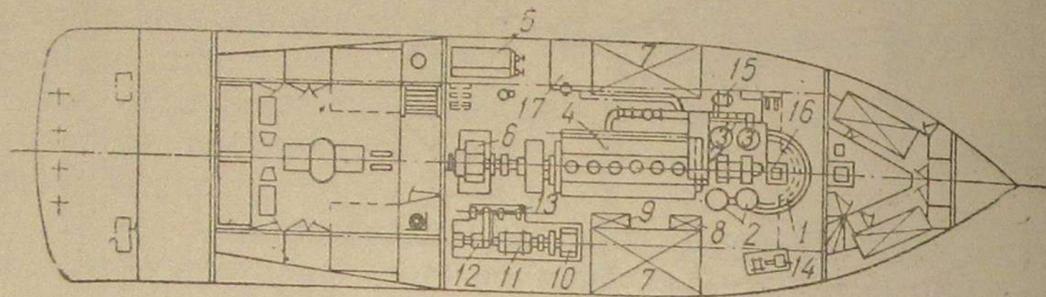


Рис. 94. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода мощностью 250 л. с.:

1—газогенератор, 2—скрубберы, 3—фильтры тонкой очистки, 4—главный двигатель, 5—пусковые баллоны, 6—реверс-редуктор, 7—топливные бункеры, 8 и 9—цистерны для жидкого топлива и масла, 10—вспомогательный двигатель, 11—вспомогательный электрогенератор, 12—вспомогательный компрессор, 13—блок вспомогательных насосов, 14—электронасос газогенераторной установки, 15—электромотор колосниковой решетки генератора, 16—загрузочное устройство газогенератора, 17—верстак

С правого и левого бортов машинного отделения расположены топливные бункеры. Загрузка топлива в бункеры производится через люки на главной палубе.

Для подачи топлива из расходного бункера в газогенератор установлена ковшевая нория.

Освещение судна — электрическое от навешенного на двигатель электрогенератора.

Вспомогательный компрессор и динамомашинка приводятся в действие от дизеля мощностью 18 л. с., установленного у правого борта в машинном отделении.

Осушительная система снабжена поршневым насосом, навешенным на двигатель.

Машинное отделение винтового буксирного газохода мощностью 250 л. с. (рис. 94).

Основные данные газохода

Длина габаритная	23,0 м
Ширина габаритная	5,75 "
Высота борта	2,65 "
Осадка с полным запасом топлива	2,0 "
Габаритная высота над водой в порожнем состоянии	3,9 "
Диаметр гребного винта	2,1 "
Шаг гребного винта	1,82 "
Число оборотов гребного винта	170 об/мин.

Главный двигатель четырехтактный, бескомпрессорный, реверсивный, основная характеристика его:

Мощность	250 л. с.
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	240 мм
Ход поршня	360 "
Число оборотов в минуту	350 "

Пуск двигателя производится сжатым воздухом.

Главный двигатель расположен вдоль судна.

Мощность двигателя на гребной вал передается через реверс-редуктор с передаточным числом 2,05:1,0.

На судне установлен газогенератор прямого процесса, работающий на коксе или антраците, крупность кусков топлива 10—30 мм.

Газогенераторная установка расположена у носовой переборки машинного отделения, симметрично диаметральной плоскости судна.

С правого и левого бортов машинного отделения размещены топливные бункеры.

Топливо загружают в бункеры через люки на палубе. Подъем топлива из расходного бункера в газогенератор производится ковшевой норией.

Обслуживание газогенераторной установки полностью автоматизировано.

Механизмы топливоподачи, шлакоудаления, эксгаустер, насосы и др. приводятся в действие от индивидуальных электромоторов. Для питания электромоторов и освещения судна на двигатель навешен электрогенератор мощностью 5,5 квт при напряжении 110 вольт.

Питание электромоторов вспомогательных механизмов и осветительной сети при остановке судна производится от вспомогательного электрогенератора, спаренного с дизелем мощностью 18 л. с.

Отопление судна — паровое от газогенератора.

Управление двигателем и реверс-редуктором — централизованное, из штурвальной рубки.

Машинное отделение винтового буксирного газохода мощностью 300 л. с. (2 двигателя по 150 л. с.) рис. 95).

Основные данные газохода

Длина габаритная	22,2 м
Ширина габаритная	6,0 "
Высота борта	5,3 "
Осадка с полным запасом топлива	1,8 "

Корпус судна металлический, продольно-поперечно-клепаный. Толщина наружной обшивки 6 мм, палубы — 4 мм.

Управление судном — ручное из штурвальной рубки.

Машинное отделение расположено в носовой части судна.

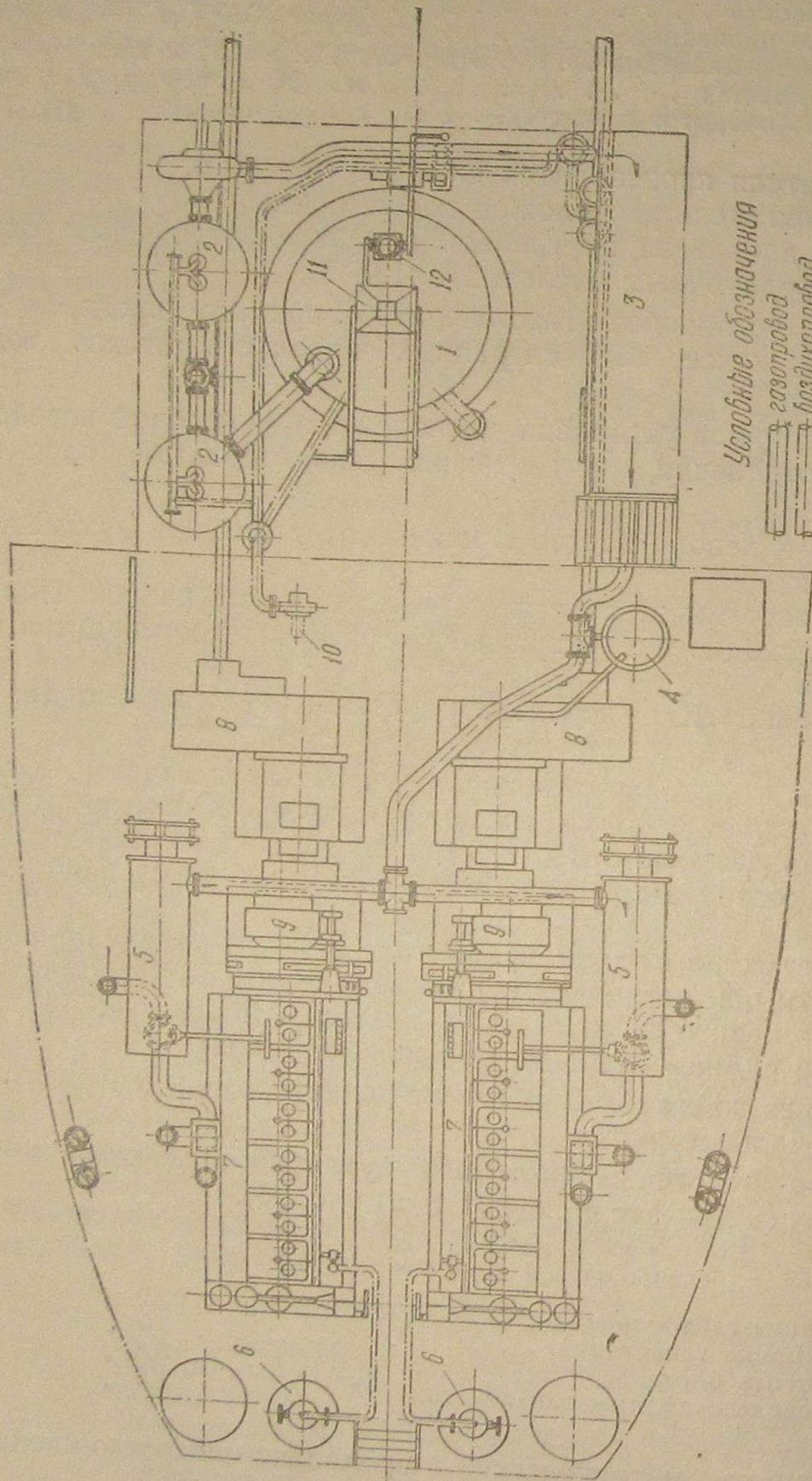


Рис. 95. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении газохода мощностью 300 л. с:
 1—газогенератор, 2—скрубберы, 3—фильтр тонкой очистки, 4—регулятор давления газа, 5—ресиверы газа, 6—пусковые баллоны, 7—главные двигатели, 8—реверс-редукторы, 9—электрогенераторы, 10—вентилятор розжига, 11—загрузочное устройство газогенератора, 12—электро-мотор загрузочного устройства и зольной чаши

Условные обозначения
 газопровод
 воздухопровод
 водопровод

В качестве главных двигателей установлены два нереверсивных четырехтактных, шестицилиндровых газовых двигателя простого действия, один из которых правого, а другой левого вращения.

Основная характеристика двигателей следующая:

Мощность каждого двигателя	150 л. с
Диаметр цилиндра	220 мм
Ход поршня	280 "
Число оборотов в минуту	530

Запуск двигателей производится сжатым воздухом.

Между двигателями и гребными валами установлены реверсивные муфты с редукторами, имеющими передаточное число 3,5:1, в силу чего происходит снижение числа оборотов гребного вала с 530 до 150 в мин. Управление двигателями и реверсивными муфтами производится из рулевой рубки с помощью дистанционной гидравлической системы и тросиковых передач.

На кронштейнах между реверсивными муфтами и маховиками двигателей смонтированы электрогенераторы мощностью 5,8 квт каждый, приводимые в действие системой клиновидных ремней. Оба электрогенератора питают центральный распределительный щит, от которого производится распределение электроэнергии по потребителям.

Род тока — постоянный, напряжение 110/145 вольт, система канализации тока — двухпроводная.

При остановке двигателей питание потребителей электроэнергией производится от аккумуляторной батареи, состоящей из 86 щелочных элементов.

Газогенераторная установка состоит из газогенератора прямого процесса, двух скрубберов, эксгаустера, трехкаскадного фильтра тонкой очистки и регулировочной аппаратуры.

Топливом для газогенератора служит антрацит или кокс, крупность кусков 10—30 мм.

Газогенераторная установка расположена у кормовой переборки машинного отделения.

С правого и левого бортов машинного отделения установлены топливные бункеры.

Загрузка газогенератора топливом и шлакоудаление механизировано путем установки индивидуальных электромоторов к питателю и зольниковой чаше с автоматическими приборами пуска и остановки.

Для розжига газогенератора применяется вентилятор, приводимый в действие от электромотора мощностью 0,2 квт.

Осушение судна производится поршневыми насосами, навешенными на двигателях.

Отопление жилых помещений судна — центральное от специального котла, установленного в машинном отделении.

Машинное отделение грузового газохода мощностью 400 л. с. (рис. 96).

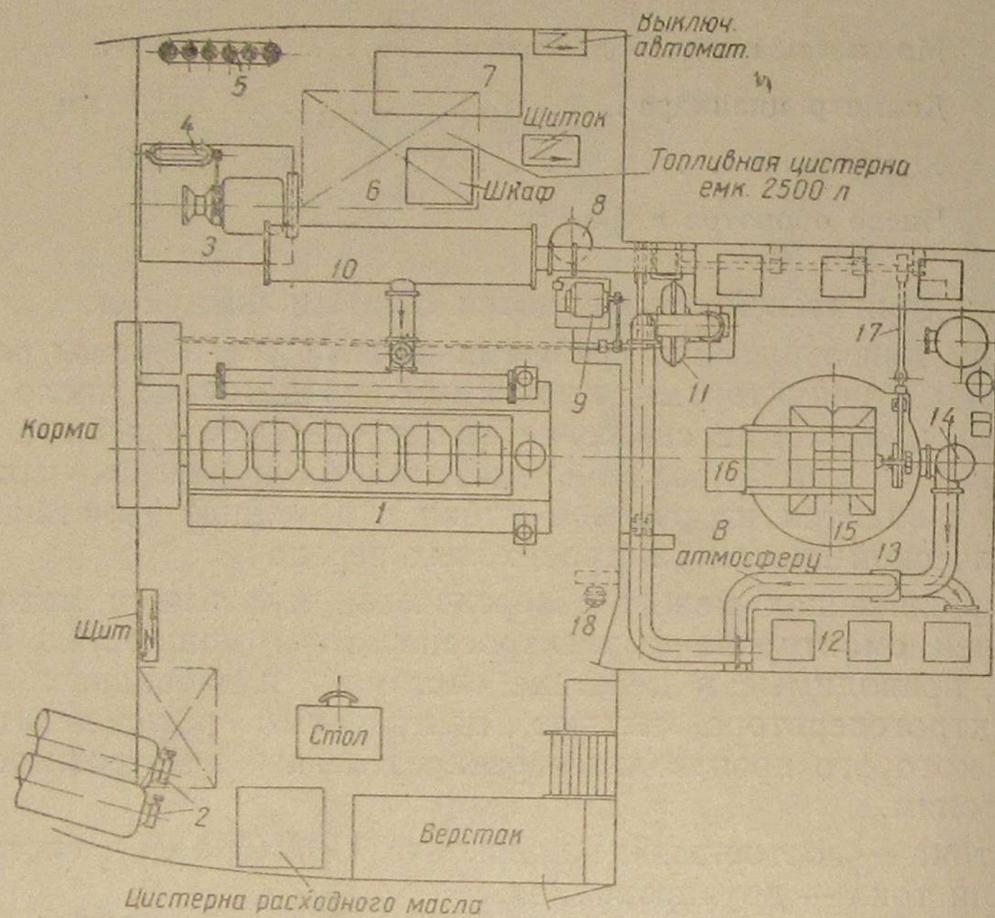


Рис. 96. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении грузового газохода мощностью 400 л. с.:

1—главный двигатель, 2—баллоны сжатого воздуха, 3—вспомогательный дизель-компрессор, 4—вспомогательный центробежный насос, 5—распределительная коробка системы осушения, 6—цистерна жидкого топлива, 7—аккумуляторная батарея, 8—регулятор давления газа, 9—электрогенератор, 10—ресивер газа, 11—эксгаустер, 12—фильтр тонкой очистки и скруббер, 13—трехходовой клапан, 14—стойка, 15—газогенератор, 16—загрузочное устройство газогенератора, 17—привод загрузочного устройства и зольной чаши, 18—вентилятор

Основные данные газохода

Длина габаритная	67,0 м
Ширина габаритная	8,2 „
Осадка грузовая	2,08 „
Грузоподъемность	700 т

Машинное отделение расположено в кормовой части судна.

В качестве главного двигателя, непосредственно работающего на гребной винт, установлен реверсивный четырехтактный беском-

прессорный переоборудованный на газ дизель с нижеследующей технической характеристикой:

Мощность	400 л. с.
Число оборотов в минуту	400
Число цилиндров	6
Диаметр цилиндра	285 мм
Ход поршня	420 „
Степень сжатия	12,2

Пуск двигателя производится сжатым воздухом. Двигатель установлен вдоль судна.

Управление двигателем — с поста управления, расположенного на двигателе.

Газогенератор — прямого процесса с механизированной подачей топлива и шлакоудалением. Привод механизмов газогенераторной установки через редуктор от главного двигателя.

Очистительная аппаратура газогенераторной установки состоит из стояка предварительной очистки, скруббера и фильтра тонкой очистки.

Газогенераторная установка и обслуживающие ее механизмы расположены у носовой переборки машинного отделения.

С правого и левого бортов машинного отделения размещены топливные бункеры.

Топливо в газогенератор подается скиперным подъемником, приводимым в действие ручной лебедкой.

Питание потребителей электроэнергии — от навешенной на двигатель динамомшины мощностью 5,5 квт с напряжением 110/145 вольт.

Освещение судна на стоянках — от аккумуляторной батареи, расположенной по левому борту машинного отделения.

Вспомогательные компрессор и центробежный насос приводятся в действие от дизельмотора, размещенного у кормовой переборки машинного отделения.

Осушительная система снабжена поршневым насосом, навешенным на двигатель, и переключающей коробкой с клапанами, позволяющей производить осушение всех отсеков или каждого в отдельности.

Машинное отделение грузового газозлектрохода мощностью 375 л. с. (рис. 97)

Основные данные газозлектрохода

Длина габаритная	67,0 м
Ширина	8,2 „
Высота борта	2,5 „
Осадка грузовая	2,5 „
Грузоподъемность	750 т

1—главный двигатель, 2—вспомогательный двигатель, 3—газогенератор, 4—главный генератор, 5—вспомогательный генератор, 6—генератор вспомогательного агрегата, 7—вольтодобавочный генератор, 8—гребные электродвигатели, 9—редукторы, 10—компрессор, 11—скрубберы, 12—эксгаустер, 13—электромотор к эксгаустеру, 14—циркуляционный масляный насос, 15—фильтр тонкой очистки, 16—регулятор давления газа на магистрали к главному двигателю, 17—регулятор давления газа на магистрали к вспомогательному двигателю, 18—электродвигатель привода к золотой чаше, 19—эксцентриковая тяга, 20—маслолодильник, 21—масляный холодильник двигателя, 22—насос трюмной воды, 23—электродвигатель трюмного насоса, 24—насос циркуляционной воды, 25—компрессор двигателя, 26—баллоны пускового воздуха, 27—электродвигатель вспомогательного компрессора, 28 и 29—завихрки Лудло, 30—водяной фильтр, 31—запасной баллон низкого давления, 32—холодильник, 33—нория, 34—электродвигатель мории, 35—кинг-стонный ящик левого борта, 36 и 37—резервуары санитарной воды, 38—сливной ящик

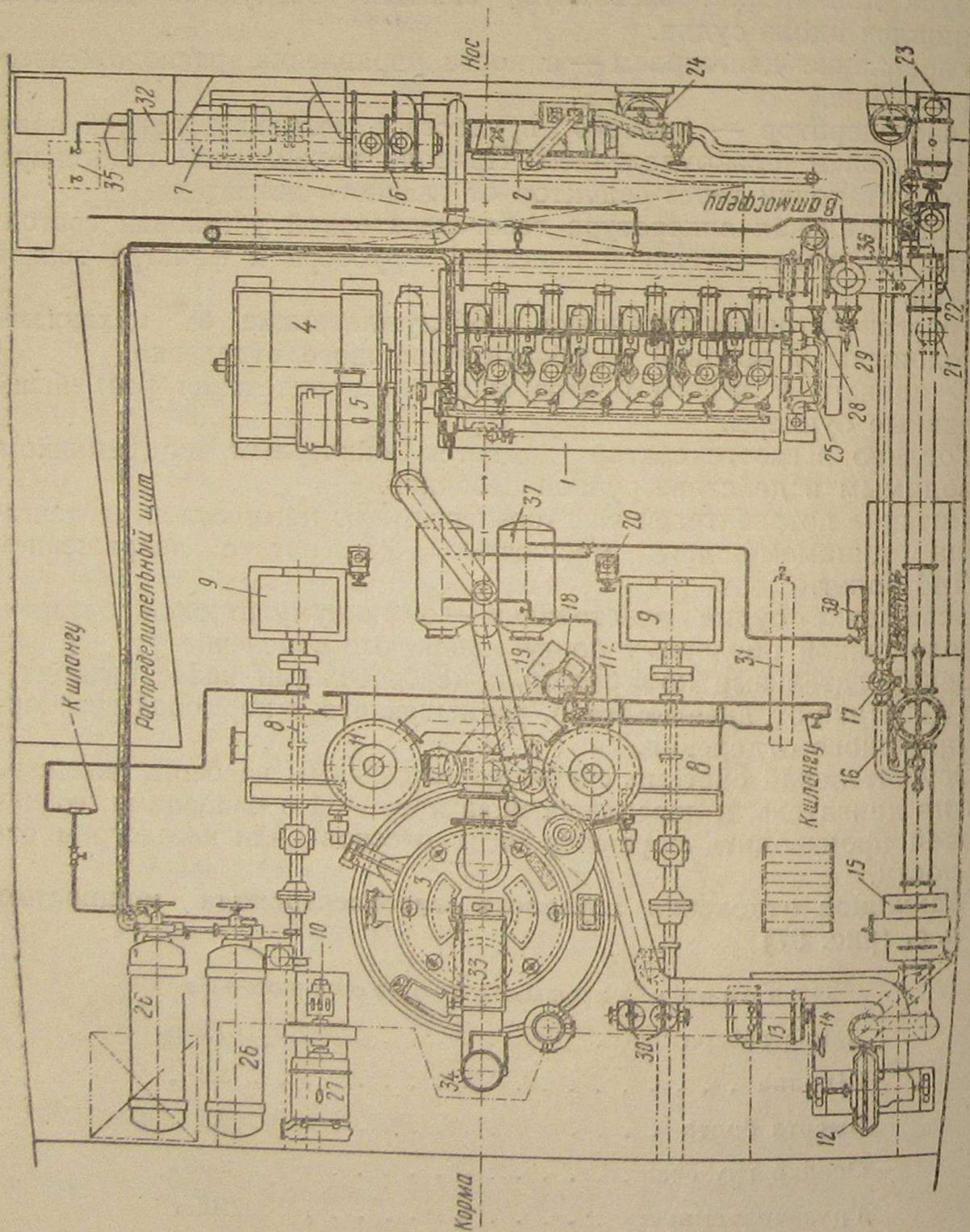


Рис. 97. Расположение механизмов и оборудования в машинном отделении грузового газозлектрохода мощностью 375 л. с.

Машинное отделение расположено в кормовой части судна. В качестве главного двигателя установлен неререверсивный, четырехтактный, шестицилиндровый газовый двигатель простого действия.

Основная характеристика двигателя нижеследующая:

Мощность	375 л. с.
Диаметр цилиндра	320 мм
Ход поршня	450 "
Число оборотов в минуту	375

Система зажигания — одноточечная, от магнето высокого напряжения.

Запуск двигателя производится сжатым воздухом, для чего у кормовой переборки машинного отделения расположены два пусковых баллона емкостью по 250 л каждый.

Воздух в баллоны подается навешенным на двигатель компрессором или вспомогательным компрессором, приводимым в действие от электромотора. Рабочее давление воздуха — 25—30 кг/см².

Двигатель расположен поперек судна и спарен с электрогенератором постоянного тока (мощностью 240 квт, при напряжении 440 вольт), предназначенным для питания электромоторов гребных валов.

Передача мощности на гребные винты производится с помощью двух электромоторов мощностью по 125—145 квт каждый при $n = 1200/1550$ об/мин.

Между электромоторами и гребными валами установлены редукторы, имеющие передаточное число 6:1, в силу чего гребные валы вращаются со скоростью $n = 250$ об/мин.

Управление двигателем и электрической частью привода гребных валов — из штурвальной рубки.

Расположенный у кормовой переборки машинного отделения газогенератор предназначен для газификации антрацита или кокса; крупность кусков 10—30 мм.

Очистительная аппаратура состоит из двух скрубберов и фильтра тонкой очистки.

Подача топлива в генератор и шлакоудаление автоматизированы.

Подъем топлива к питателю генератора производится ковшевой норией из бункера, расположенного в корме судна.

Приводы обслуживающих газогенератор механизмов состоят из электромоторов постоянного тока и автоматических приборов выключения и пуска.

Питание электромоторов газогенераторной установки во время хода судна производится навешенным на главный двигатель вспомогательным электрогенератором мощностью 29 квт, напряжением 225 вольт.

Для питания силовой и осветительной сети при остановке главного двигателя у носовой переборки машинного отделения уста-

новлен вспомогательный шестицилиндровый газовый двигатель мощностью 90 л. с. при 1250 об/мин.

Двигатель приводит в действие два электрогенератора постоянного тока (60 квт при напряжении 225 вольт и 11,5 квт при напряжении 107 вольт).

Первый электрогенератор обеспечивает питание электромоторов вспомогательных механизмов и осветительной сети, а второй предназначен для подзарядки аккумуляторной батареи.

Питание вспомогательного двигателя газом производится от главного газогенератора.

Осушительная система судна оборудована поршневым насосом, навешенным на двигатель, и центробежным электронасосом, расположенным у правого борта в машинном отделении.

Результаты натуральных испытаний газоходов и удельные расходы топлива, полученные при натуральных испытаниях, приведены в приложениях 14 и 15.

Глава XIV

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

§ 40. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ПРЯМОГО ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ

Бесперебойная работа газохода во многом зависит от нормальной работы газогенератора, которая характеризуется стабильностью температуры и составом выходящего газа, отсутствием шлаковых настилов и несгоревшего топлива в зольниковой чаше.

Подготовка генератора к розжигу. Небрежно проведенные подготовительные работы по пуску и розжигу генератора, а также горячий или холодный ход его приводят к ухудшению работы двигателя, а в некоторых случаях и к остановке последнего.

Подготовительные работы к пуску генератора заключаются в осмотре и приведении в надлежащее состояние всех его механизмов и контрольно-измерительных приборов.

Особое внимание должно быть уделено уплотнению загрузочного устройства, пробок шуровочных отверстий, а также переключателей клапанов и задвижек. Воздушные прозоры колосниковой решетки должны быть тщательно очищены от золы и шлака. Необходимо проверить поступление воды в гидравлический затвор зольниковой чаши и отвод из нее. Сальниковый затвор проверяется на плотность прилегания к уплотнительному кольцу зольниковой чаши.

После проверки всех механизмов и приборов приступают к розжигу генератора.

Розжиг генератора. Розжиг газогенератора начинается с укладки шлаковой подушки.

Пространство от днища зольниковой чаши до уровня воздушных прозоров (дутьевых щелей) колосниковой решетки заполняется несортированным котельным шлаком.

Шлак, предназначенный для укладки в качестве верхнего слоя, отсеивается от мелочи, и крупные куски (величиной с кулак) загружаются в шахту генератора.

Шлаковая подушка не только предохраняет колосниковую решетку от высоких температур, но и равномерно распределяет воздух по всему сечению шахты, поэтому укладывать слой шлака следует особенно тщательно.

Высота слоя шлака над чепцом колосниковой решетки должна быть 150—200 мм.

После укладки верхнего слоя шлака зольниковую чашу необходимо повернуть на 1,5—2 оборота для равномерного распределения шлака по всему сечению шахты.

На поверхность шлаковой подушки укладываются дрова длиной 300 мм с поперечным сечением от 50 до 70 мм.

Высота слоя дров должна составлять 400—500 мм. Дрова поджигаются в нескольких местах.

Необходимо следить за тем, чтобы дрова горели равномерно по всему сечению генератора.

После того как дрова разгорятся и зеркало горения будет расположено по всему сечению шахты, приступают к загрузке угля в генератор.

Перед загрузкой рабочего топлива зольниковая чаша заполняется водой до нормального уровня.

Рабочее топливо следует загружать мелкими порциями, постепенно поднимая слой.

После того как слой топлива достигнет высоты, обусловленной конструкцией генератора, проверяется готовность генератора к действию.

Наиболее простой способ определения готовности генератора — замер высоты активной зоны газификации. Для этой цели через шуровочное отверстие в шахту генератора опускают металлическую штангу таким образом, чтобы нижний конец ее попал на чепец колосниковой решетки.

Вынутая через некоторое время из генератора штанга будет иметь по длине различные цвета накала. Нижний конец, непосредственно расположенный на чепце колосниковой решетки, будет темным. Выше расположенная часть будет окрашена в яркокрасный цвет.

Если длина раскаленной части штанги равна 400—450 мм, то генератор считается готовым к действию.

Эксплуатация газогенератора. После того как генератор начал подавать газ на питание двигателя, необходимо обеспечить непрерывную подачу топлива и удаление шлака.

Если известны расход топлива в час и содержание в нем золы, проведение подобного мероприятия не вызывает особых затруднений. Высота слоя шлаковой подушки должна быть неизменной и составлять 150—200 мм, а скорость вращения зольниковой чаши не превышать 1,5—2 об/час.

Подавать топливо или удалять шлак периодически не рекомендуется, так как изменение высоты слоя топлива сильно влияет на устойчивость работы генератора, а понижение высоты слоя шлаковой подушки обычно ведет к прогарам колосников и ухудшению качества газа.

Во время работы генератора необходимо следить за составом и величиной кусков загружаемого в шахту топлива.

При применении топлива разных сортов или различной крупности происходит прогар топлива, что приводит к шлакованию генератора, а в некоторых случаях к остановке и разгрузке.

Вторым условием нормальной эксплуатации генератора является подвод под колосниковую решетку необходимого количества паровоздушной смеси.

Недостаток или избыток пара, подводимого под колосники генератора, ухудшает качество газа, поэтому его количество регулируется температурой смеси.

При работе генератора на антраците температура паровоздушной смеси должна быть $55-57^{\circ}\text{C}$.

Если при понижении указанной температуры смеси будет происходить сильное шлакование, то ее необходимо несколько повысить (на $2-3^{\circ}\text{C}$).

Шлакование генератора. Шлакование генератора происходит вследствие применения топлива с низкой температурой плавления золы, недостаточной температуры паровоздушной смеси, плохого распределения ее колосниковой решеткой. Нередко шлакование вызывается застыбленностью и неоднородностью топлива.

Крупные комья шлака дробят с помощью шуровочной штанги и колосниковой решетки.

Если требуется только раздробить шлак, то «нож», установленный в зольниковой чаше, необходимо поднять вверх. Шлак в этом случае дробится колосниковой решеткой, но из золотниковой чаши на слань не выбрасывается.

Если комья шлака разбивать шуровочной штангой и одновременно дробить их вращающейся решеткой, то можно ликвидировать прогары и добиться равномерного движения паровоздушной смеси и газа по всему сечению шахты генератора.

В тех случаях, когда применение шуровки не дает надлежащего эффекта, генератор останавливают и разгружают от топлива.

Горячий ход генератора. Горячий ход генератора может быть вследствие загрузки шахты кусками топлива различной величины, низкого слоя топлива и одностороннего горения.

Куски топлива различной величины распределяются в шахте неравномерно: крупные куски располагаются у стенки шахты, мелкие — в середине. В результате образуется кольцевой прогар, расположенный по периметру шахты, его устраняют при загрузке топлива, свободного от мелочи и крупных кусков.

С прекращением или несвоевременной подачей топлива в генератор слой топлива уменьшается.

Значительное снижение слоя сокращает высоту активной зоны, вследствие чего процесс газификации резко ухудшается, а температура газа в генераторе сильно возрастает.

Для устранения указанной ненормальности необходимо: а) уменьшить количество воздуха, поступающего в смеситель, и увеличить подачу пара; б) прошуровать слой топлива; в) увеличить подачу топлива и довести слой его до нормальной высоты; г) отрегулировать температуру паровоздушной смеси.

Холодный ход газогенератора. Причинами, вызывающими холодный ход газогенератора, могут быть: а) зашлакование колосниковой решетки, вследствие чего доступ паровоздушной смеси в генератор будет затруднен; б) высокая температура паровоздушной смеси; в) сползание активной зоны на колосниковую решетку и днище зольниковой чаши, в силу чего раскаленный слой топлива, соприкасаясь с водой в зольниковой чаше, вызывает большое выделение пара, охлаждающего активную зону генератора.

Холодный ход газогенератора устраняют: а) шуровкой генератора, при которой разрушается шлаковый настил; б) поддержанием определенной температуры паровоздушной смеси ($55-57^{\circ}\text{C}$); в) увеличением слоя шлака на поверхности колосниковой решетки.

Остановка генератора. Остановки генератора могут быть кратковременные и длительные.

Если генератор остановлен на короткий промежуток времени, то горение в нем поддерживается следующим способом: а) трехходовой клапан переключается на атмосферу; б) вентилятор отсоса газа выключается.

При остановках генератора на длительное время, когда топливо из него должно быть выгружено, необходимо: а) переключить трехходовой клапан на атмосферу; б) закрыть заслонку подвода воздуха в смеситель паровоздушной смеси и полностью открыть доступ в него пара.

Выполнив указанные операции, на чепец колосниковой решетки через 2—3 часа после остановки генератора опускают шуровочную штангу.

Если вынутая из генератора шуровочная штанга не имеет накала красного цвета в какой-либо части, можно открывать люки и производить выгрузку топлива. При этом необходимо соблюдать осторожность, так как возможны хлопки и выброс горящего генераторного газа через отверстия люков.

§ 41. НЕМЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ПРЯМОГО ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ

Розжиг газогенератора. При первоначальном розжиге газогенератора камера горения заполняется сухим просеянным древесным углем.

В газогенераторе МССЗ-1 слой древесного угля должен доходить до конуса, направляющего топливо, в газогенераторе ДКУРПа — 700 мм от поверхности колосниковой решетки.

На загруженный в газогенератор слой древесного угля засыпают рабочее топливо (антрацит), после чего под колосниковую решетку укладывают мелко наколотые чурки, поджигают их и включают электровентилятор.

Готовность газогенератора к эксплуатации определяется высотой слоя раскаленного угля, который должен быть не менее 200—250 мм, что проверяется опусканием шуровочной штанги на колосниковую решетку.

§ 42. ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ОПРОКИНУТОГО ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ

При первоначальном розжиге газогенератора топливник заполняется сухим просеянным древесным углем.

В газогенераторах МСВ-84 и ЦНИИРФ-7 высота слоя древесного угля должна быть на 100—150 мм выше фурменного пояса.

В установках типа ГАЗ-42 и ЗИС-21 через боковой люк газогенератора заполняется одновременно древесным углем кольцевого пространство между фурменным поясом камеры горения и стенками корпуса газогенератора.

Слой древесного угля засыпают рабочим топливом (древесные чурки).

Розжиг газогенератора может быть произведен самотягой или при помощи электровентилятора.

При появлении в фурменном поясе камеры горения слоя раскаленного угля бункер газогенератора догружают рабочим топливом и приступают к пуску двигателя.

Обслуживание газогенератора. Обслуживание газогенератора, работающего на древесном топливе, заключается в регулярной загрузке топлива, наблюдении за нормальным его поступлением в камеру газификации (топливник) и чистке зольника.

Топливо загружают в бункер газогенератора через каждые 30—40 минут работы двигателя.

Нельзя допускать, чтобы слой топлива выгорал до плоскости фурм, так как это приводит к перегреву корпуса газогенератора и при открытии загрузочного люка может вызвать взрыв газа.

Последнюю загрузку топлива нельзя делать перед самым концом работы, так как при этом из свежезагруженного топлива будет выделяться влага, которая увлажнит уголь в камере горения и затруднит последующий розжиг.

Зольник газогенератора следует очищать ежедневно.

В бесколосниковых газогенераторах ГАЗ-42 и ЗИС-21 зольник необходимо очищать осторожно, чтобы вместе с золой не выгрести уголь из камеры горения.

§ 43. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Нормальная эксплуатация газогенераторной установки во многом зависит от своевременного выявления и устранения ненормальностей в работе установки.

Поэтому теплотехнический контроль за работой отдельных агрегатов и всей установки в целом имеет исключительно важное значение.

В судовых газогенераторных установках необходимо контролировать: а) количество и влажность газифицируемого топлива; б) температуру газа за генератором, скрубберами и перед двигателем; в) температуру паровоздушной смеси в генераторах прямого процесса; г) температуру поступающей и отработавшей воды в скрубберах; д) давления (отрицательные и положительные) под колосниковой решеткой, за генератором, скрубберами, фильтром тонкой очистки и перед двигателем.

Учет топлива. Количество топлива, израсходованного за вахту, учитывается по весу или мерными ящиками.

Качество топлива определяется анализами средних проб каждой партии, поступающей на площадку топливной базы (топливная база вместе с оформительными документами на отпущенное топливо должна выдавать также сертификат с указанием качества топлива).

Измерение температуры газа, паровоздушной смеси и воды. Наблюдение за температурой выходящего из генератора газа дает возможность анализировать процесс газификации и предупреждать возможные его изменения.

Так, например, повышение температуры газа указывает на прогар слоя топлива или на частичное сгорание газа вследствие подсоса атмосферного воздуха. Понижение температуры выходящего газа указывает на большое количество пара, подводимого под колосниковую решетку.

Измерение температуры паровоздушной смеси позволяет регулировать количество пара, поступающего совместно с воздухом в газогенератор.

Измерение температуры поступающей и отработавшей в скрубберах воды дает возможность судить о степени охлаждения газа.

Измерение давлений. По давлению воздуха под колосниковой решеткой (в генераторах прямого процесса) и газа в выходном патрубке генератора можно судить о высоте слоя топлива, наличии прогаров и о шлаковании генератора.

Замеряя давление (положительное или отрицательное) в остальных точках установки, как-то: за скрубберами, фильтрами тонкой очистки и перед двигателем, можно определить, как велико сопротивление перечисленных звеньев, и принять надлежащие меры к устранению замеченных дефектов.

Глава XV

УХОД ЗА МЕХАНИЗМАМИ МАШИННЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ГАЗОХОДОВ

Нормальная работа газохода зависит от правильного ухода и своевременного проведения профилактических осмотров и ремонта.

Чтобы обеспечить бесперебойную эксплуатацию газохода, надо хорошо знать устройство всех механизмов, взаимодействие отдельных деталей, способы управления и регулировки и соблюдать правила ухода.

§ 44. УХОД ЗА ОБОРУДОВАНИЕМ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

При обслуживании газогенераторной установки необходимо:

- 1) следить, чтобы через питатель (дозатор), пробки шуровочных отверстий, а также через гидравлический или сальниковый затворы зольной чаши не подсасывался воздух в газогенератор;
 - 2) наблюдать, чтобы конус, направляющий топливо, обеспечивал равномерное распределение его по всему сечению шахты;
 - 3) контролировать и регулировать работу автомата уровня воды в охлаждающем кожухе газогенератора;
 - 4) следить за работой электромоторов, скиперного подъемника или нории, питателя и зольной чаши, центробежного насоса, эксгаустера и т. п.
- В газогенераторах с приводом от главного двигателя кроме указанного вести наблюдение за работой всех узлов трансмиссии;
- 5) поддерживать давление воды в сети газогенераторной установки в пределах 1,5—2,5 кг/см²;
 - 6) регулировать число оборотов зольной чаши и высоту подъема «шлакового ножа» в зависимости от высоты слоя шлака на чепце колосниковой решетки;
 - 7) не допускать попадания посторонних предметов под бегунки или шаровую опору зольной чаши;
 - 8) контролировать и регулировать работу автомата уровня топлива в шахте газогенератора;
 - 9) ежедневно производить набивку тавотниц консистентной смазкой и заливать масленки смазочным маслом;
 - 10) регулярно проверять уровень воды в гидравлическом затворе зольной чаши и трехходовом клапане генератора;
 - 11) при автоматическом регулировании температуры паровоздушной смеси следить за работой клапана, переключающего пар;
 - 12) следить за показаниями контрольно-измерительных приборов;
 - 13) регулярно производить очистку распылителей скрубберов;
 - 14) осматривать эксгаустер и насадки скрубберов и фильтров тонкой очистки в сроки, обусловленные инструкцией;
 - 15) следить за плотностью прилегания тарелок предохранительных клапанов.

Уход за системой распределения. Уход за системой распределения состоит, в основном, в обеспечении на работающем двигателе подлежащих зазоров между коромыслами и стержнями клапанов.

Клапаны регулируются на прогретом двигателе.

Величина зазоров у всасывающих и выхлопных клапанов у двигателей 6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$ составляет 0,5—0,8 мм.

В газовых двигателях 6ГСЧ $\frac{22}{28}$ величина зазора у всасывающих клапанов 0,3 мм, а у выхлопных — 0,5 мм. Для двигателей 6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$, работающих по газо-жидкостному процессу, зазоры у всасывающих клапанов составляют 0,6 мм, у выхлопных — 0,8 мм.

Уход за системой питания. Уход за системой питания газового двигателя с электрическим зажиганием смеси заключается в регулярной очистке смесителя, смазке его трущихся деталей и регулировке механизмов привода и управления.

В газо-жидкостных двигателях, кроме ухода за смесительной аппаратурой, необходимо регулировать топливные насосы, форсунки, а также механизмы автоматического управления заслонками газовой смеси.

Уход за системой охлаждения. Нормальная работа двигателя в значительной степени зависит от состояния системы охлаждения. При неисправной системе охлаждения или отсутствии надлежащего ухода за ней возможны перегрев или чрезмерное охлаждение двигателя.

При перегреве двигателя образуется большой нагар на поршнях, кольцах и клапанах. Являясь плохим проводником тепла, он способствует дальнейшему перегреву двигателя и усиленному износу деталей.

Для нормальной работы системы охлаждения максимальная температура выходящей из двигателей 6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$ воды не должна превышать 70° Ц, из двигателей 6 ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$ — 60° Ц.

Во время работы двигателя необходимо периодически контролировать, равномерно ли охлаждается выхлопной коллектор, так как неравномерное охлаждение его вызывает образование трещин в двойных стенках труб. Необходимо также вести наблюдение за работой насоса охлаждающей воды и своевременно регулировать редукционный клапан и плотность набивки сальников.

Уход за системой смазки. Смазке трущихся деталей двигателя должно уделяться исключительное внимание.

Необходимо тщательно следить за тем, чтобы применяемое масло было чистым и установленного качества.

Смазку двигателей и замену масла в картере необходимо выполнять в сроки, указанные ниже:

1) ежедневно заполнять систему циркуляционной смазки и смазки цилиндров;

2) не реже одного раза за вахту смазывать штоки всасывающих, выхлопных и пусковых клапанов смесью дизельного топлива с керосином в пропорции: для двигателей 6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$ 1 : 1,

6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$ 1 : 4;

3) ежедневно смазывать детали регулятора, упорного подшипника (если он не обслуживается системой циркуляционной смазки) и очищать масляные фильтры;

4) не реже одного раза за вахту пополнять масленки;

5) заменять масло в картере у двигателя 6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$ через каждые 150 часов его работы, у двигателя 6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$ через 800—1000 часов; в случае разжижения масла и потери им смазочных свойств его следует сменять ранее указанных сроков;

6) температура смазочного масла во время работы двигателя перед масляным холодильником не должна превышать 65° Ц;

7) давление масла в циркуляционной системе смазки при прогревом двигателя должно быть в пределах 1,5—2,5 кг/см².

Уход за системой зажигания. Нормальная и безотказная работа двигателя требует безукоризненного состояния системы зажигания.

Неполадки в работе системы зажигания происходят больше всего из-за недостаточного и несвоевременного ухода за свечами, проводами и зажимами.

Батарейное зажигание. Уход за батарейной системой зажигания состоит в правильном обслуживании аккумуляторной батареи, индукционной катушки, распределителя зажигания и свечей.

При наличии щелочных аккумуляторов необходимо:

1) содержать в чистоте аккумуляторную батарею и ее зажимы;

2) регулярно каждые сутки проверять уровень электролита;

3) поддерживать уровень электролита во всех элементах батареи и не допускать оголения пластин.

При испарении электролита в него доливают дистиллированную воду. Если электролит был пролит или расплескался, то в элементы должен быть долит электролит той же плотности, причем пополнение элементов электролитом или дистиллированной водой допускается только перед зарядкой аккумуляторов;

4) регулярно не реже одного раза в сутки проверять температуру электролита в банках элементов и не допускать ее повышения более 45° Ц.

При температуре электролита 45° Ц батарея должна быть немедленно отключена (величина разрядного тока допускается любая, при условии, чтобы температура электролита в элементах аккумуляторов не превышала 45° Ц, а напряжение отдельного элемента было не менее одного вольта);

5) не допускать при работе аккумуляторной батареи частичного или полного разряда элементов во избежание переплюсовки;

6) плотно закрывать пробки в отдельных элементах аккумуляторной батареи и следить за чистотой отверстий их для выхода газа;

7) не применять открытого огня вблизи аккумуляторных батарей, так как последние в период зарядки выделяют гремучую смесь.

При кислотных аккумуляторах стартерного типа необходимо:

1) соблюдать пп. 1, 2, 3, 5, 6 и 7 раздела по уходу за щелочными аккумуляторными батареями;

2) не допускать чрезмерной величины разрядного и зарядного тока;

3) при наличии стартера не пользоваться последним более пяти секунд, соблюдая интервалы между его включениями;

4) не закорачивать клеммы аккумуляторов проводами и не пробовать их «на искру».

Во избежание перегрева индукционной катушки ее нельзя оставлять включенной после остановки двигателя.

Температура обмотки индукционной катушки, если ее не выключать из цепи, может достигнуть большой величины, что приведет к порче изоляции.

Необходимо предохранять распределитель зажигания от попадания в него грязи и воды, регулярно следить за тем, чтобы на крышку распределителя не попадало масло, так как оно нарушает контакты, что приводит к перебоям системы зажигания. Обтирать распределитель снаружи и внутри тряпкой, смоченной в бензине, а затем чистой тряпкой насухо. Через каждые 250 часов работы надо очищать кулачок от пыли и смазывать его вазелином; после каждых 300 часов работы смазывать ось рычажка прерывателя, пуская 2—3 капли чистого машинного масла, и заливать 10—15 капель в масленку распределителя.

Регулярно осматривать контакты прерывателя и в случае их загрязнения очищать специальным надфилем.

Через каждые 250 часов работы проверять максимальное раскрытие контактов и регулировать их зазор в пределах от 0,4—0,5 мм.

Зажигание от магнето. При уходе за системой зажигания от магнето необходимо:

1) содержать магнето в чистоте, обтирая его чистой тряпкой, слегка смоченной в бензине;

2) проверять, чтобы колодки распределителя были правильно установлены и плотно садились на свои места;

3) очищать наконечники проводов от масла и грязи и следить за тем, чтобы они плотно прижимались к контактам свечей;

4) следить за величиной зазора между контактами прерывателя, проверяя его щупом. Зазор между контактами в момент разрыва должен быть в пределах 0,4—0,5 мм. Если поверхности контактов обгорели, их необходимо зачистить надфилем;

5) через каждые 100—150 часов работы смазывать магнето, пуская 10—20 капель в масленку чистого костяного или вазелинового масла, а также оси молоточка, прерывателя и т. п. Кулачковые шайбы покрывать тонким слоем вазелина.

Запальные свечи. Бесперебойная работа газовых двигателей, имеющих электрическое зажигание рабочей смеси, во многом зависит от исправного действия свечей.

Наиболее частой причиной неисправности свечей является их за-масливание вследствие чрезмерной смазки цилиндров или износа поршневых колец. В случае замасливания свечу необходимо промыть щеткой с бензином или керосином и насухо протереть.

Нагар с изолятора следует очищать стальной щеткой, избегая применения каких-либо острых инструментов. Необходимо помнить, что свечи требуют внимательного ухода, поэтому их надо периодически осматривать, устранять загрязнения и дефекты и регулировать зазоры между электродами, которые должны быть равны 0,4—0,5 мм.

Для получения нормального зазора следует подгибать только боковые электроды.

§ 45. УХОД ЗА ЭЛЕКТРОМОТОРАМИ И ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРАМИ

Бесперебойная работа электрогенераторов и моторов во многом зависит от технического состояния коллектора и правильного подбора щеток.

Коллектор должен иметь полированную поверхность, без выбоин или неровностей.

Технически допустимая эллиптичность коллектора не должна превышать 0,05—0,1 мм. При эллиптичности коллектора от 0,1—0,2 мм последний должен быть отполирован, при биении 0,2—0,5 мм отшлифован и при биении более 0,5 мм отправлен на проточку.

Коллекторные пластины должны быть расположены над изоляцией не менее чем на 1—2 мм.

Для электромашин с хорошей коммутацией должны применяться щетки с небольшим удельным сопротивлением. В электромашинках с напряжением до 500 вольт ставятся щетки с большим удельным сопротивлением.

При подборе щеток необходимо учитывать коэффициент трения, который должен быть тем меньше, чем больше оборотов имеет электромашинка.

Характеристики выпускаемых отечественными заводами щеток и их марки (согласно ГОСТ 2332—43) приведены в табл. 28.

Щетки должны быть равномерно расположены по окружности коллектора.

Во избежание неравномерного износа коллектора щетки необходимо располагать в шахматном порядке таким образом, чтобы щетки последующего ряда перекрывали расстояние между щетками предыдущего ряда.

Перед эксплуатацией электромашинки щетки должны быть пришлифованы с помощью стеклянной бумаги.

Пришлифовка щеток ведется только в направлении вращения якоря, под нажимом пружин щеткодержателя.

Группа щеток	Марка	Номинальная плотность тока в а/см ²	Максимальная окружная скорость в м/сек.	Удельное нажатие в г/см ²	Удельное электро-сопротивление в Ω мм ² /м	Твердость				
						по Шору Нв	по Бринеллю Нв	Коэф. трения при v = 15 м/сек не более	Износ за 50 часов работы при v = 15 м/сек не более	Удельное нажатие при изменении износа в г/см ² не более
Угольно-графитные	T2, T6	6	10	200—250	40—60	45—58	—	0,30	0,10	220
	УГ2	8	15	200—250	18—30	40—60	—	0,25	0,30	220
	УГ4	7	12	200—250	26—38	45—65	—	0,25	0,30	220
Графитные	Г1	7	12	200—250	30—46	35—50	—	0,30	0,20	220
	Г2	8	15	200—250	25—37	40—50	—	0,25	0,15	220
	Г3	10—11	25	200—250	10—20	30—40	—	0,25	0,20	220
	Г6	9	18	200—250	26—42	35—50	—	0,25	0,20	220
	Г8	11	25	200—300	10—20	20—40	—	0,25	0,15	220
	Г58	9	25	175—200	20—30	35—50	—	0,25	—	—
Электрографитированные	ЭГ2	10	25	200—250	20—30	46—60	—	0,20	0,10	220
	ЭГ4	12	40	150—200	10—16	20—30	—	0,20	0,25	220
	ЭГ6	9	—	200—250	30—46	47—63	—	0,25	0,15	220
	ЭГ8	10	40	200—400	40—50	42—55	—	0,25	0,15	220
	ЭГ10	9	—	200—250	40—56	50—70	—	0,25	0,15	220
	ЭГ14	10—11	40	200—400	26—38	40—60	—	0,25	0,15	220
Медно-графитные	ЭГ83	9	45	175—220	35—65	15—32	—	0,25	—	—
	M1	15	25	150—200	2—6	26—38	—	0,25	0,18	200
	M3	12	20	150—200	7—12	30—40	—	0,25	0,15	200
	M6	15	25	150—200	2—6	26—35	—	0,20	0,15	200
	M16	12—14	25	150—200	0,5—1,5	20—30	—	0,25	0,20	200
	M20	12	20	150—200	5—13	24—36	—	0,26	0,20	200
	M22	11—14	25	150—200	1—4	20—30	—	0,20	0,20	200
	M24	20	15	175—200	0,1—0,3	—	6—12	0,25	0,70	175
	MГ	20	20	180—230	0,05—0,15	—	6—12	0,20	0,80	175
	MГ2	20	20	180—230	0,15—0,35	—	6—14	0,20	0,40	175
Бронзо-графитные	MГ4	15	20	200—250	0,3—1,3	22—32	—	0,20	0,30	200
	MГ6	18	20	200—250	0,3—1,3	18—30	—	0,20	0,50	200
	БГ	20	20	175—220	0,5—0,9	—	8—16	0,25	0,25	175

§ 46. УХОД ЗА РЕВЕРСИВНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Уход за реверс-редукторами. Уход за реверс-редукторами состоит в своевременной и надлежащей смазке трущихся деталей, охлаждении смазочного масла и соблюдении режимов работы на «стоп» и «задний ход».

При работе реверс-редуктора необходимо:

1) постоянно поддерживать максимальный уровень масла в картере согласно отметке на указателе;

2) применять масло для смазки и гидравлической системы переключений муфты с вязкостью — $6,5^\circ$ Энглера при 50°C ;

3) поддерживать давление масла в гидравлической системе муфты около 10 кг/см^2 путем регулирования редукционного клапана на корпусе масляного насоса;

4) следить за надлежащей циркуляцией охлаждающей воды через трубчатый холодильник масла, установленный в картере редуктора;

5) не допускать работу реверс-редуктора на «стоп» более чем на 30 мин., а на «задний ход» — более 15 мин.

Уход за реверсивными муфтами ГМЗ. При уходе за реверсивными муфтами необходимо выполнять следующие требования:

1) ежедневно проверять наличие масла в картере муфты и в случае необходимости доливать его до $\frac{1}{3}$ высоты картера;

2) применять для смазки муфты масло автол марки «10» или «18».

В муфтах, вышедших из ремонта или прибывших с завода-изготовителя, первую смену масла производить через 20 час. работы, затем через 40—50 час., а в дальнейшем через каждые 400 час. работы двигателя;

3) не допускать повышения температуры масла в муфте при работе на «передний ход» свыше 70°C , а на «задний ход» — 90°C ;

4) следить за уплотнением крышек и сальников;

5) не допускать переключение муфты с переднего хода на задний и наоборот рывками, выполнять данную операцию последовательно с интервалами 8—10 сек;

6) не допускать работу муфты на задний ход более 10—15 мин.

§ 47. УХОД ЗА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Периодический уход за вспомогательными двигателями заключается в следующем:

а) регулярно перед пуском двигателя проверяют клапанные зазоры и устанавливают их в пределах 0,3—0,5 мм;

2) ежедневно проверяют уровень масла в картере и в случае необходимости пополняют его до соответствующего деления на масляной линейке;

3) заменяют масло в картере через каждые 150—200 час. работы двигателя. У двигателей, вышедших из ремонта, первую смену масла производят через 20—30 час., вторую — через 50—80 час. и в дальнейшем — через 150—200 час.;

4) промывают масляный фильтр через каждые 50 час. работы двигателя;

5) поддерживают температуру охлаждающей двигатель воды в пределах $70\text{—}75^\circ \text{C}$;

6) через каждые 500—1000 час. работы двигателя производят очистку поршня от нагара топлива.

НЕИСПРАВНОСТИ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ, ГЛАВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ ГАЗОХОДА

При эксплуатации газохода в работе механизмов генераторной установки, главных двигателей и вспомогательного оборудования могут быть различного рода неисправности.

Неисправности механизмов газоходов мощностью 22—150 л. с. достаточно широко описаны в различных инструкциях и руководствах.

Ниже приводятся наиболее часто встречающиеся неисправности в работе механизмов мощных газоходов, их причины и способы устранения этих неисправностей.

§ 48. НЕИСПРАВНОСТИ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Неисправности в работе газогенератора

В питатель не поступает топливо. Это может произойти, если в расходном бункере нет топлива или вследствие неравномерности его кусков оно заклинилось в приемном отверстии питателя.

Вал питателя не вращается. Причиной этой неисправности может быть срез шпонки на валу питателя, заедание «собачки» приводного механизма или попадание постороннего предмета между барабаном и корпусом питателя.

В первом случае необходимо остановить генератор, снять барабан питателя и сменить шпонку.

Если вал питателя не вращается вследствие заедания «собачки», следует разобрать его приводной механизм, зачистить места заеданий и смазать валик «собачки».

В случае попадания постороннего предмета между барабаном и корпусом питателя необходимо тщательно отшлифовать поврежденные поверхности.

Топливо из питателя не поступает в шахту генератора. Это происходит вследствие заклинивания топлива в питателе или переполнения шахты генератора из-за плохой регулировки или заедания автомата уровня топлива.

При наличии первой из указанных неисправностей необходимо через смотровой лючок в питателе прошуровать топливо.

Если регулятор уровня топлива допускает переполнение шахты генератора, то в первую очередь необходимо проверить, не «заело» ли его ось.

Для устранения данной неисправности необходимо прекратить подачу топлива в генератор, и как только слой топлива опустится ниже кромки листа, регулирующего уровень топлива, следует «расходиться» и смазать места заеданий. Одновременно с данной операцией производится проверка и регулирование работы автомата.

Зольная чаша не вращается. Данная неисправность может произойти по следующим причинам:

- а) под бегунки или шары попал посторонний предмет;
- б) сломана планка нажимной колодки привода зольной чаши;
- в) в червячную передачу попал посторонний предмет.

Первая неисправность устраняется путем удаления постороннего предмета с рельсовой или шаровой опоры зольной чаши.

Сломанная планка нажимной колодки заменяется новой.

Так как планка нажимной колодки помимо прямого своего назначения служит предохранителем для остальных механизмов привода зольной чаши, то ни в коем случае не рекомендуется при замене планки менять ее размеры и сечение.

Во избежание попадания посторонних предметов в червячную передачу последняя должна быть всегда закрыта защитным кожухом.

Если отремонтировать на судне приводной механизм зольной чаши невозможно, предотвращение роста шлаковой подушки производится круговым выгребом шлака из чаши вручную.

Не работает автомат уровня воды. Причиной этой неисправности является засорение клапана. Для устранения ее надо переключить питание охлаждающего кожуха на резервную магистраль, снять крышку автомата, очистить клапан и по окончании ремонта включить автомат в сеть водопровода.

Неисправности в работе скруббера

Основной неисправностью в работе скруббера является *засорение устройств*, орошающих газ и насадки.

Данная неисправность сопровождается повышением температуры газа, выходящего из скруббера, и давления воды в трубопроводе.

Для устранения этой неисправности необходимо разобрать и очистить засоренный механизм.

Скрубберы со щелевыми распылителями снабжены специальными приспособлениями для очистки распыливающих воду механизмов, поэтому нет необходимости разбирать их.

Наиболее действенным способом предотвращения засорения устройств, орошающих газ и насадки, является содержание в надлежащем состоянии фильтров забортной воды, так как плохая их работа или отсутствие в них предохранительных сеток обычно ведет к указанной выше неисправности.

Неисправности в работе фильтра тонкой очистки

Засорение материала, очищающего газ, обычно является одной из причин, вызывающих неисправную работу фильтра тонкой очистки.

Повышенное сопротивление фильтра, фиксируемое показаниями пьезометров, указывает на степень засоренности очищающего материала.

В фильтрах тонкой очистки, в которых в качестве очищающего материала применяются кокс или металлические или керамические кольца, для удаления механических примесей насадки промывают водой из специальных промывочных устройств.

Насадки очищающего материала из древесной стружки или кефа выгружают из фильтра и тщательно отряхивают от осевшей угольной пыли и различных примесей.

§ 49. НЕИСПРАВНОСТИ ГЛАВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

При эксплуатации газовых двигателей, имеющих воздушный пуск, и двигателей, переоборудованных на газ, возможны следующие основные неполадки и неисправности.

Двигатель не заводится. Причиной данной неисправности может быть: недостаточное давление пускового воздуха, заедание пускового, всасывающего или выхлопного клапанов, пригорание или износ поршневых колец.

При отсутствии необходимого для пуска двигателя давления воздуха в пусковых баллонах последние надо зарядить от вспомогательного компрессора или постороннего источника.

Заедание клапанов происходит вследствие недостаточной или несвоевременной их смазки. Для устранения этой неисправности клапаны следует смазать и «расходить», а в случае необходимости — разобрать крышку, зачистить места заеданий клапанов, отрегулировать их ход и проверить пружины.

Если двигатель не заводится вследствие пригорания колец или их износа, надо вынуть поршень, «расходить» пригоревшие кольца, а изношенные заменить новыми.

Двигатель стучит. Стуки в двигателе происходят вследствие заедания поршня или подшипника, слабины в шатунах, подшипниках или поршневых пальцах, заедания поршневых колец.

Слабина в шатунных подшипниках устраняется путем снятия соответствующего количества прокладок с последующим регулированием зазора, который должен быть от 0,07 до 0,014 м.

При наличии стука в поршневом пальце необходимо сменить бронзовую втулку в головке шатуна. Нормальный зазор между поршневым пальцем и втулкой 0,05—0,06 мм.

При заедании поршневых колец последние в большинстве случаев заменяют новыми. При незначительных повреждениях поршневые кольца должны быть отшлифованы наждачной бумагой.

Перегрев охлаждающей воды в одном из цилиндров. Перегрев охлаждающей воды в одном из цилиндров двигателя происходит вследствие недостаточного открытия крана, регулирующего поступление воды в цилиндр.

Устранение перегрева достигается постепенным увеличением подачи воды путем открытия крана.

Недостаточная производительность поршневой помпы охлаждающей двигатель воды. Эта неисправность может произойти при засорении фильтра забортной воды, неплотностях во всасывающем

и нагнетательном клапанах, неправильном открытии регулировочного клапана.

При засорении фильтра забортной воды необходимо всасывающую магистраль помпы переключить на работу через запасной фильтр. Загрязненную сетку и корпус фильтра надо тщательно очистить, после чего фильтр можно снова включить в работу.

Неплотности во всасывающих и нагнетательных клапанах устраняются путем притирки клапанов к их седлам. Во время проведения этого ремонта охлаждение двигателя производится помпой трюмной воды, путем переключения трехходового клапана или соответствующих вентилях.

Недостаточная производительность помпы, вызванная малым сечением проходного отверстия регулировочного клапана, устраняется путем открытия клапана на соответствующую величину.

Попадание масла в воду, охлаждающую двигатель. Данная неисправность вызывается неплотностью прокладок в масляном холодильнике. При наличии в отработавшей воде масла необходимо немедленно сменить прокладки и опрессовать маслоохладитель.

Уменьшение давления смазки. Причины уменьшения давления смазки: засорение фильтра, недостаточный уровень масла в картере, загрязнение регулировочного клапана.

При засорении фильтра подачу масла в двигатель надо перевести через второй фильтр, а загрязненный тщательно промыть и очистить.

Если причиной уменьшения давления масла является недостаточное его количество в картере, то необходимо долить масло в картер до верхнего уровня мерительной линейки.

Устранение загрязненности регулировочного клапана достигается его очисткой и промывкой.

§ 50. НЕИСПРАВНОСТИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Двигатель не заводится. Эта неисправность может быть вызвана:

- а) наличием воздуха в топливном насосе или системе топливоподачи;
- б) неплотным прилеганием клапанов топливного насоса;
- в) отсутствием компрессии;
- г) пригоранием поршневых колец.

Способы удаления воздуха из топливного насоса и системы топливоподачи общеизвестны.

При неплотном прилегании клапанов топливного насоса их необходимо притереть и промыть топливом. Отсутствие компрессии в большинстве случаев происходит вследствие плохого прилегания всасывающего и выхлопного клапанов двигателя.

Устранение неисправности двигателя производится путем притирки клапанов на наждаке или пасте ГОИ. Пригоревшие поршневые кольца необходимо «расходить» и очистить. Изношенные кольца подлежат замене.

Двигатель работает, но не принимает нагрузку. Указанная не-

исправность происходит вследствие пропуска топлива форсункой или загрязненности воздухоочистителя. В первом случае форсунку необходимо промыть и притереть иглу и направляющую. Во втором случае необходимо тщательно очистить и промыть воздухоочиститель топливом.

Двигатель работает с перебоями. Эта неисправность вызывается:

- а) наличием воздуха в топливном насосе;
- б) односторонней работой форсунки;
- в) сильной затяжкой пружины форсунки;
- г) слишком ранней или поздней подачей топлива.

При односторонней работе форсунки необходимо последнюю разобрать и прочистить распыливающее отверстие.

Если натяжение пружины велико, надо несколько ослабить регулирующий винт, после чего надежно затянуть его контргайкой.

Для правильной подачи топлива надо установить топливный насос в соответствии с положением эксцентрикового валика.

Двигатель дымит. Причиной данной неисправности могут быть пропуск топлива форсункой или засорение воздухоочистителя.

Способы устранения обеих неисправностей описаны выше.

Большой расход масла вызывается заеданием клапана сапуна и излишне высоким уровнем масла в картере. В первом случае необходимо разобрать и очистить клапан. Во втором — остановить двигатель и слить излишек масла.

§ 51. НЕИСПРАВНОСТИ ПРИБОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАЖИГАНИЯ

Различают неисправности, устранимые на газоходу или в ремонтных мастерских.

Неисправности какого-либо прибора определяют осмотром его деталей или проверкой контрольно-измерительным прибором.

Ниже приводятся наиболее часто встречающиеся неисправности различных приборов зажигания, их причины и способы устранения.

Неисправности магнето и распределителя тока

Магнето не дает искры или работает с перебоями. Причины данной неисправности: замаслился уголек распределителя тока высокого напряжения, пробит конденсатор, повреждена изоляция между контактами распределителя тока высокого напряжения, ослабла или сломана пружина молоточка прерывателя.

В первом случае необходимо вынуть уголек, протереть его тряпкой, смоченной в бензине. Контактная пластина, с которой соприкасается уголек, также должна быть тщательно очищена от образовавшегося на ней налета.

При неисправности конденсатора в магнето типа «Норис», его можно отсоединить и заменить другим. В магнето типа «СС» вынуть конденсатор невозможно и при его неисправности магнето отправляют в ремонтную мастерскую.

Причиной повреждения изоляции между контактами распределителя тока магнето «СС» является загрязнение рабочих поверхно-

стей контактов или образование трещин в колодках, вследствие чего ток высокого напряжения уходит на массу.

Во всех перечисленных случаях неисправностей изоляции между контактами распределителя корпус или ротор распределителя заменяют новым.

Если ослабла или сломалась пружина молоточка прерывателя, то ее не исправляют, а заменяют новой.

Магнето дает искру с перебоями или внезапно перестает работать. Указанная неисправность может произойти вследствие неправильного зазора между контактами прерывателя, плохого состояния контактов в местах присоединения проводов, заедания молоточка прерывателя, замасливания контактов прерывателя.

Неправильный зазор между контактами прерывателя необходимо отрегулировать щупом и специальным ключом.

Если при осмотре окажется, что провода в контактной колодке имеют плохое соединение, их необходимо тщательно зачистить и надлежащим образом закрепить.

Причиной заедания молоточка прерывателя может быть неправильная его установка на оси или отсутствие смазки. В обоих случаях молоточек необходимо снять, зачистить места соединений, смазать ось молоточка, после чего установить его на место.

При замасливании контактов прерывателя последние должны быть зачищены от нагара специальным надфилем.

Неисправности индукционной катушки

Нет напряжения на выходной клемме вторичной обмотки. Это может произойти по следующим причинам:

- а) обрыв в первичной обмотке или отпайка ее концов;
- б) пробита изоляция первичной обмотки, вследствие чего произошло соединение с корпусом;
- г) пробита изоляция во вторичной обмотке, что вызвало замыкание ее витков.

Так как для ремонта индукционной катушки требуются специальное оборудование и квалифицированные рабочие — неисправную катушку необходимо отправить в ремонтную мастерскую.

Неисправности электрических свечей

Перебои в работе электрических свечей или их преждевременный износ происходят вследствие:

- а) образования нагара на электродах или повреждения изолятора свечи;
- б) большого зазора между электродами свечей;
- в) повреждения изоляции проводов;
- г) повреждения изолятора центрального электрода;
- д) чрезмерного накала электродов.

Нагар на электродах свечей образуется вследствие изношенности поршневых колец. Его необходимо удалять стальной щеткой; применение каких-либо других инструментов не допускается.

При наличии между электродами свечи большого зазора его необходимо уменьшить до 0,4—0,5 мм. Провода с поврежденной изоляцией не ремонтируют, а заменяют новыми.

Повреждение изоляторов свечей, разрушение их поверхности происходит при очистке нагара с электродов острыми инструментами. Кроме того, причиной повреждения изолятора является подгибание центрального электрода для получения необходимого зазора.

Свеча с поврежденным изолятором для работы непригодна и подлежит замене.

В газовых двигателях с высокими степенями сжатия при работе их на полной мощности появляются выхлопы горящего газа в смеситель, что ведет к уменьшению числа оборотов двигателя, а в некоторых случаях и к его остановке.

Данная неисправность появляется вследствие чрезмерного накала электродов, вызываемого плохим охлаждением изолятора свечи. Для устранения ее свечи должны быть заменены свечами «холодного типа», отвечающими приведенным выше техническим условиям.

Неисправности кислотных аккумуляторов

Саморазряд в отдельных элементах или во всей аккумуляторной батарее. Данная неисправность аккумулятора вызывается загрязнением элементов недоброкачественным электролитом. Чтобы устранить саморазряд аккумуляторной батареи, необходимо разрядить батарею током, равным $1/20$ — $1/10$ ее номинальной емкости. После того как плотность электролита и напряжение достигнут минимально допустимых для данного типа аккумулятора значений (по данным завода-изготовителя), разрядку необходимо прекратить.

По окончании данной операции электролит удаляют из банок аккумуляторной батареи и последние на 2—3 часа заливают дистиллированной водой. Затем элементы промывают до тех пор, пока сливаемая вода не будет абсолютно чистой.

Промытую батарею заливают новым электролитом, плотность которого соответствует требуемой для данного типа аккумулятора, после чего батарею заряжают.

Короткое замыкание в отдельных элементах. Эта неисправность аккумуляторной батареи происходит вследствие замыкания пластин опадающей активной массой.

Для устранения короткого замыкания необходимо слить электролит из поврежденного элемента и промыть его дистиллированной водой.

Если замыкание после промывки элемента не будет устранено, то аккумуляторную батарею необходимо разрядить, промыть дистиллированной водой и отправить в ремонтную мастерскую.

Систематическое снижение уровня электролита в одном из элементов или во всей батарее. Указанная неисправность может произойти

зойти вследствие течи в одном из элементов батареи или длительной перезарядки ее.

При наличии течи в каком-либо элементе батареи последняя должна быть демонтирована и отправлена в ремонтную мастерскую.

В случае снижения уровня электролита в элементах батареи, вызванного длительной перезарядкой, необходимо проверить его плотность во всех сосудах аккумулятора.

При одинаковых показаниях ареометра надо долить в сосуды дистиллированной воды до нормального уровня и отрегулировать зарядный ток согласно инструкции завода-изготовителя.

Чрезмерная разница в плотности электролита отдельных элементов. Данная неисправность в большинстве случаев вызывается неправильной заливкой электролита, различным состоянием пластин или загрязнением и саморазрядом отдельных элементов.

Для устранения этой неисправности аккумулятора требуются специальное оборудование и приборы. Поэтому аккумуляторная батарея при всех перечисленных случаях данной неисправности должна быть отправлена в ремонтную мастерскую.

Неисправности щелочных аккумуляторов

Понижение емкости аккумуляторной батареи может вызваться:

- а) засорением электролита различными примесями;
- б) продолжительностью пользования электролитом;
- в) систематической недозарядкой,
- г) утечкой электролита;
- д) коротким замыканием пластин.

В случае загрязненности электролита или продолжительной его работы без смены электролит необходимо слить и заменить новым.

Если пониженная емкость аккумуляторной батареи вызвана систематической недозарядкой, то батарею необходимо зарядить током, величина которого обусловлена заводской инструкцией. При утечке электролита и коротком замыкании пластин аккумуляторную батарею необходимо отправить в ремонтную мастерскую.

Низкое напряжение на клеммах аккумулятора при разомкнутой цепи характеризуется утечкой электролита или коротким замыканием пластин. В обоих случаях аккумуляторную батарею необходимо отправить в ремонтную мастерскую.

Слишком высокое напряжение на клеммах аккумулятора при заряде и низкое при разряде. Эта неисправность может произойти из-за плохого соединения контактов. Необходимо тщательно зачистить поверхности контактов и плотно затянуть гайки на зажимах.

Слишком низкое напряжение на клеммах аккумулятора как при заряде, так и при разряде. Эта неисправность вызывается замыканием нижней части пластин вследствие выпадения осадков электролита. Для устранения ее надо сменить электролит.

Сильное выделение газов при разряде аккумулятора. Данная неисправность происходит вследствие загрязненности электролита,

для устранения ее необходимо загрязненный электролит заменить новым.

Чрезмерный нагрев электролита происходит при наличии плохих контактов, при большой величине зарядного тока или коротком замыкании пластин.

При плохом состоянии контактов последние следует тщательно зачистить и плотно затянуть гайки зажимов. Если нагрев электролита произошел вследствие большой величины зарядного тока, то его необходимо понизить до размера, обусловленного заводской инструкцией.

При коротком замыкании пластин аккумуляторная батарея должна быть отправлена в ремонтную мастерскую.

§ 52. НЕИСПРАВНОСТИ ДИНАМОМАШИН И ЭЛЕКТРОМОТОРОВ

Обрыв в цепи обмотки возбуждения в динамомашине. При данной неисправности динамомашинка не возбуждается. Если при тщательном осмотре установить место обрыва не удалось, то динамомашинку необходимо отправить в ремонтную мастерскую.

Короткое замыкание обмотки возбуждения может произойти частично или полностью. При частичном замыкании обмотки динамомашинка не развивает полностью своей мощности; при полном замыкании обмотки в динамомашине не будет возбуждаться ток.

Так как для выявления частичного или полного замыкания обмотки возбуждения требуются специальные приборы и инструмент, то динамомашинку при наличии данной неисправности следует отправить в ремонтную мастерскую.

Обрыв в обмотке якоря характеризуется искрением щеток и обгоранием коллектора в определенном месте.

Устранить указанную неисправность на месте весьма сложно, поврежденный якорь необходимо отправить в ремонтную мастерскую.

Короткое замыкание в обмотке якоря. Обычно закорачивание отдельных секций вызывает нагрев коллектора. Данная неисправность требует отправки якоря в ремонтную мастерскую.

Плохой контакт щеток с коллектором может вызываться загрязнением коллектора или ослаблением пружин щеткодержателей.

Если причиной плохого контакта является загрязнение коллектора, то его нужно протереть чистой обтиркой, смоченной в первосортном бензине, и зашлифовать стеклянной бумагой № 00.

Ослабление пружин щеткодержателей устраняется путем их натяжения. Нормы нажатия пружин щеткодержателей приведены в табл. 29.

Если щетки плохо прилегают к коллектору вследствие изношенности, их надо заменить.

Изношенность подшипников якоря обычно вызывает шум в работе динамомашинки. При данной неисправности необходимо заменить или перезалить подшипники. Нормальный зазор в подшипниках динамомашин мощностью до 50 квт должен составлять 1,5—3,0 мм.

Таблица 29

Группа щеток	Нажатие в г/см ²	Группа щеток	Нажатие в г/см ²	Группа щеток	Нажатие в г/см ²	Группа щеток	Нажатие в г/см ²	Группа щеток	Нажатие в г/см ²
Угольно-графитные	200—250	Графитные	175—300	Электрографитные	150—400	Меднографитные	150—250	Бронзографитные	170—220

Однотипность электрических схем моторов и динамомашин постоянного тока позволяет обобщить неисправности данного типа электромашин. Поэтому перечисленные выше неисправности динамомашин относятся и к электродвигателям постоянного тока.

Ниже приводятся наиболее часто встречающиеся неисправности электродвигателей, их причины и способы устранения.

Вал электромотора не вращается. Данная неисправность может произойти вследствие обрыва проводов электросети, нарушения контакта коллектора и электрощеток и повреждения обмоток.

Обрыв проводов электросети может быть обнаружен следующим образом. Необходимо разобщить щетки от коллектора, включить ток и с помощью контрольной лампы проверить напряжение на клеммах электромотора. Если напряжения на клеммах нет, необходимо проверить линию электропроводки и в местах обрыва восстановить ее.

Нарушение контакта щеток и коллектора происходит из-за замасливания последнего или недостаточного нажима пружины щеткодержателя.

При замасливании коллектора его необходимо протереть обтиркой, смоченной в бензине.

Сильное искрение коллектора электромотора с выгоранием изоляции между отдельными пластинами происходит вследствие обрыва в одной из секций обмоток якоря. При такой неисправности электромотор должен быть отправлен в ремонтную мастерскую.

При загрязнении щеткодержателей или ослаблении их пружин надо тщательно очистить подвижные детали щеткодержателей и увеличить нажим пружин.

Повреждения обмоток не могут быть устранены на судне. При наличии данной неисправности электромотор необходимо отправить в ремонтную мастерскую.

Вал электромотора вращается тяжело, греется реостат или пускатель, выключается реле, перегорают предохранители. Эта неисправность может быть вызвана замыканием обмотки, обрывом в обмотке электромагнитов. В обоих случаях электромотор следует отправить в ремонтную мастерскую.

Искрение коллектора при работе электромотора под нагрузкой происходит из-за чрезмерной величины слюдяных пластинок, овальности коллектора или несоответствия типа и материала щеток.

Выступающие поверхности слюдяных пластин снимают специальным шабером, после чего коллектор шлифуют стеклянной бумагой и протирают.

Продороживание изоляции производится весьма тщательно и осторожно.

Форма и размер продороженной изоляции показаны на рис. 98.

Если искрение коллектора появилось из-за неправильно подобранных щеток, последние необходимо заменить, руководствуясь табл. 28.

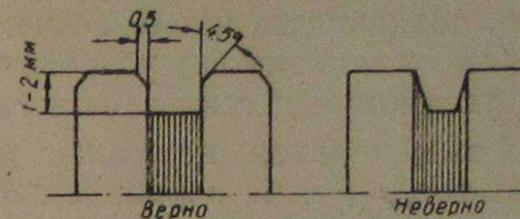


Рис. 98. Форма и размеры продороженной изоляции коллектора

§ 53. НЕИСПРАВНОСТИ В СИСТЕМЕ ТОПЛИВОПОДАЧИ

Двигатель не заводится. Причиной данной неисправности могут быть:

- 1) засоренность топливопровода;
- 2) заедание иглы распылителя форсунки;
- 3) неправильная установка топливного насоса;
- 4) наличие воздуха в топливном насосе или фильтре.

Воздух из топливного насоса или фильтра удаляют общеизвестными методами.

В случае засорения топливопровода по окончании очистки его необходимо заполнить топливом и удалить воздух.

В случае заедания иглы распылителя форсунки выполнять ее ремонт на судне не рекомендуется, форсунку следует сменить.

При неудовлетворительной подаче топлива насосом необходимо последний проверить и установить по заводским меткам.

Двигатель не развивает полной мощности. Нередо данная неисправность вызывается загрязнением форсунки или заеданием иглы распылителя ее. В обоих случаях форсунка должна быть заменена.

Внезапная остановка двигателя. Эта неисправность происходит из-за отсутствия топлива в расходной цистерне или засорения фильтра.

Если в расходной цистерне нет топлива, ее необходимо заполнить и удалить воздух из системы топливоподачи.

Топливный фильтр очищают путем промывания фильтрованным топливом.

ГЛАВА XVII

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Генераторный газ представляет собой газовую смесь с высоким содержанием окиси углерода, вследствие чего он обладает ядовитыми и горючими свойствами. Даже небольшое количество окиси

углерода вызывает слабость, головную боль, головокружение, тошноту и рвоту.

Машинные и газогенераторные отделения должны иметь постоянно действующую искусственную приточно-вытяжную вентиляцию, создающую не менее чем 25-кратный обмен воздуха в час.

Отключающие газ устройства, клапаны, газовая сеть и механизмы установки должны быть герметичны и в полной исправности.

Газогенератор не может быть допущен к эксплуатации, если имеются дефекты в работе загрузочного устройства (питателя), колосниковой решетки, зольной чаши, механизмов шлакоудаления, переключающего клапана и насоса, подающего воду.

При работе газогенераторной установки и двигателя необходимо, чтобы:

- 1) все движущиеся детали механизмов газогенераторной установки и двигателя были ограждены;
- 2) не производилось каких-либо ремонтных работ;
- 3) на слани и трапах не было посторонних предметов или инструмента;
- 4) в машинном отделении не производились работы с применением открытого огня.

Запрещается оставлять без присмотра пущенные в ход вспомогательные механизмы.

Категорически запрещается курение в машинном отделении, а также подсушка топлива у стенок газогенератора или выхлопных труб глушителя.

Ремонтные работы по двигателю на стоянках разрешается производить только при открытых индикаторных или пробных кранах.

Для удаления накипи из зарубашечного пространства применяется раствор соляной кислоты с водой в пропорции 1 : 3. Так как при действии соляной кислоты на металл выделяется водород, то во избежание взрыва гремучей смеси во время выполнения данной операции категорически запрещается применение открытого огня в машинном отделении газохода.

На газоходах с двигателями газо-жидкостного процесса помимо вышеуказанного запрещается:

- 1) при перекачке топлива на судно на расстоянии 15 м от наливного шланга производить какие-либо работы с применением открытого огня;
- 2) производить какие-либо работы в топливных цистернах до того, как из них будут удалены газы;
- 3) держать открытыми клапаны и краны топливоуказательных стекол;

Места стекания топлива и смазочных масел должны быть оборудованы противнями.

Промытые керосином фильтры должны быть тщательно просушены и затем промыты фильтрованным топливом.

Согласно «Правилам технической эксплуатации» не разрешается эксплуатация двигателя, если имеются следующие дефекты:

- 1) не устранены трещины и изгибы в основных движущихся частях;
- 2) не устранены трещины или свищи в нагнетательных трубках форсунок, масло- и воздухопроводах;
- 3) повреждения и неисправности регулятора и его частей;
- 4) повреждения пускового и реверсивного устройств;
- 5) неплотности и пропуски в пусковых клапанах и форсунках;
- 6) неисправность системы смазки;
- 7) неисправность системы охлаждения.

Широкое применение на газоходах различного рода электрических установок, работающих под напряжением 110—440 вольт, требуют выполнения необходимых мер предосторожности при их работе и ремонте.

К выполнению электроремонтных работ должны допускаться только лица, имеющие соответствующие удостоверения.

Не разрешается производить под напряжением какие-либо ремонтные работы электрической сети и электромашин.

Аккумуляторные батареи должны содержаться в чистоте и исправности.

При подтягивании соединительных креплений проводов к аккумуляторам необходимо соблюдать осторожность, так как при коротком замыкании может произойти несчастный случай и повреждение аккумуляторной батареи.

Вблизи аккумуляторных батарей нельзя устанавливать электрические выключатели и штепсели, курить и зажигать спички.

Аккумуляторные батареи следует устанавливать в специальном шкафу, оборудованном вытяжной вентиляцией.

ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА ПРИ НАСЫЩЕНИИ ЕГО ВОДЯНЫМИ ПАРАМИ

Температура в °Ц	Влагосодержание в г на 1 нормальный м³ сухого газа	
	Температура в °Ц	Влагосодержание в г на 1 нормальный м³ сухого газа
0	4,9	51
1	5,2	52
2	5,6	53
3	6,1	54
4	6,5	55
5	7,0	56
6	7,5	57
7	8,0	58
8	8,6	59
9	9,2	60
10	9,9	61
11	10,5	62
12	11,3	63
13	12,1	64
14	12,9	65
15	13,8	66
16	14,7	67
17	15,7	68
18	16,7	69
19	17,8	70
20	19,0	71
21	20,2	72
22	21,5	73
23	22,9	74
24	24,4	75
25	26,0	76
26	27,6	77
27	29,3	78
28	31,1	79
29	33,1	80
30	35,1	81
31	37,3	82
32	39,6	83
33	42,0	84
34	44,5	85
35	47,3	86
36	50,1	87
37	53,1	88
38	56,2	89
39	59,6	90
40	63,1	91
41	66,8	92
42	70,8	93
43	74,9	94
44	79,3	95
45	84,0	96
46	88,8	97
47	94,0	98
48	99,5	99
49	105	100
50	111	

ВОДЯНОЙ ПАР

Температура в °Ц	Теплосодержание, кал/1°		Средняя теплоемкость C_v кал/1°		Средняя теплоемкость C_p кал/1°	
	нм³	кг	нм³	кг	нм³	кг
0	0	0	0,276	0,342	0,365	0,453
100	36,9	45,9	0,280	0,348	0,369	0,450
200	77,4	92,6	0,283	0,352	0,372	0,463
300	113	140	0,287	0,357	0,376	0,468
400	152	188	0,290	0,360	0,379	0,471
500	191	238	0,294	0,366	0,383	0,476
600	232	288	0,298	0,370	0,387	0,480
700	273	339	0,301	0,374	0,390	0,489
800	315	391	0,305	0,377	0,394	0,493
900	357	445	0,308	0,383	0,397	0,495
1000	401	499	0,312	0,388	0,401	0,499

УГЛЕКИСЛОТА

Температура в °Ц	Теплосодержание, кал		Средняя теплоемкость C_v кал/1°		Средняя теплоемкость C_p кал/1°	
	нм³	кг	нм³	кг	нм³	кг
0	0	0	0,298	0,152	0,387	0,197
100	41,0	20,9	0,322	0,164	0,410	0,209
200	86,0	43,8	0,342	0,174	0,430	0,219
300	134	68,1	0,357	0,182	0,447	0,227
400	185	93,6	0,372	0,189	0,472	0,234
500	236	120	0,384	0,195	0,477	0,240
600	289	147	0,393	0,200	0,482	0,245
700	342	175	0,401	0,204	0,489	0,249
800	396	202	0,406	0,207	0,495	0,252
900	453	231	0,414	0,211	0,503	0,256
1000	511	260	0,422	0,215	0,511	0,263

ВОЗДУХ, КИСЛОРОД, ОКИСЬ УГЛЕРОДА, АЗОТ

Теплосодержание, кал			Средняя теплоемкость, C_v кал/1°		Средняя теплоемкость C_p кал/1°	
°C	нм ³	кг	нм ³	кг	нм ³	кг
0	0	0	0,223	0,172	0,312	0,240
100	31,3	24,1	0,224	0,173	0,313	0,241
200	62,8	48,4	0,226	0,174	0,314	0,242
300	94,5	72,9	0,227	0,175	0,315	0,243
400	126	97,6	0,228	0,176	0,316	0,244
500	158	122	0,229	0,177	0,317	0,245
600	191	148	0,230	0,178	0,319	0,246
700	224	173	0,232	0,179	0,321	0,247
800	257	199	0,233	0,180	0,322	0,248
900	293	227	0,236	0,183	0,325	0,251
1000	329	255	0,239	0,185	0,328	0,253

ТАБЛИЦА
УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ МАРОК ДВИГАТЕЛЕЙ

Марка двигателя	Условное обозначение
4-тактный, шестицилиндровый, переоборудованный на газ дизель с диаметром цилиндра 150 мм и ходом поршня 180 мм производства заводов Минтрансаш	6ГСЧ $\frac{15,0}{18,0}$ (ЗД-6ГД)
4-тактный, шестицилиндровый газовый двигатель с диаметром цилиндра 220 мм и ходом поршня 280 мм фирмы «Дейтц»	6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$
4-тактный, шестицилиндровый, переоборудованный на газ дизель с диаметром цилиндра 220 мм и ходом поршня 360 мм фирмы «Дейтц»	6ГСЧ $\frac{22,0}{36,0}$
4-тактный, шестицилиндровый, переоборудованный на газ дизель с диаметром 240 мм и ходом поршня 360 мм фирмы «Дейтц»	6ГСЧ $\frac{24,0}{36,0}$
4-тактный, шестицилиндровый, переоборудованный на газ дизель с диаметром цилиндра 280 мм и ходом поршня 450 мм фирмы «Дейтц»	6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$
4-тактный, шестицилиндровый, переоборудованный на газ дизель с диаметром цилиндра 285 мм и ходом поршня 420 мм фирмы «МВМ»	6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$
4-тактный, шестицилиндровый газовый двигатель с диаметром цилиндра 320 мм и ходом поршня 450 мм фирмы «Дейтц»	6ГСЧ $\frac{32,0}{45,0}$
4-тактный, шестицилиндровый газовый двигатель с диаметром цилиндра 95 мм и ходом поршня 110 мм фирмы «Майбах»	6ГСЧ $\frac{9,5}{11,0}$

ПАЛЕЦ ПОРШНЕВОЙ

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Марка двигателя	Тип пальца	Способ закрепления	Основные размеры в мм		
			наружный диаметр	внутренний диаметр	длина
ЗИС-21у	Закреплен в шатуне	Стяжным боковым болтом в верхней головке шатуна	28,565 28,556	91,0	
6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$	Плавающий		$80^{+0,03}$	40	$193^{+0,1}_{-0,2}$
6ГСЧ $\frac{22,0}{36,0}$	Плавающий		$85^{+0,03}$	50	$188^{-0,2}$
6ГСЧ $\frac{24,0}{36,0}$	Плавающий		$95^{+0,03}$	56	$205^{-0,2}$
6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$	Плавающий		$110^{+0,003}_{+0,026}$	65	$242^{+0,1}_{-0,4}$
6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$	Плавающий		$110^{+0,003}_{+0,026}$	70	$247^{+0,1}_{-0,4}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ШАТУН

Марка двигателя	Основные размеры в мм					
	расстояние между осями поршневого пальца и коленчатого вала	диаметр отверстия нижней головки шатуна без вкладыша или заливки	диаметр отверстия нижней головки шатуна с вкладышем	диаметр отверстия верхней головки под палец	ширина нижней головки	ширина верхней головки
ЗИС-21у	231,83 231,73	60,7 59,9	57,10 57,12	28,50 28,57	37,95 37,90	22,2
6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$	$510^{-0,1}$	184,0	$130^{+0,10}_{+0,13}$	$80^{+0,12}_{+0,08}$	$107^{+0,3}_{-0,4}$	75,0
6ГСЧ $\frac{22,0}{36,0}$			$130^{+0,12}_{+0,09}$	$85^{+0,12}_{+0,04}$	124Л ₄	104 ^{-0,5}
6ГСЧ $\frac{24,0}{36,0}$	$810^{-1,5}$	175 ^{+0,040}		$95^{+0,040}_{+0,080}$	105С ₃	105 ⁻¹
6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$	$941,0^{-0,3}$	200 ^{+0,045}	$170^{+0,14}_{+0,12}$	$110^{+0,095}_{+0,045}$	$162^{+0,3}_{-0,5}$	134
6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$	891,5		$170^{+0,150}_{+0,100}$	$110^{+0,10}_{+0,06}$	150Л ₄	110

КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ

Марка двигателя	Число коренных подшипников	Основные размеры в мм			
		Коренные шейки		Шатунные шейки	
		диаметр	длина	диаметр	длина
ЗИС-21у	7	66,625	8	57,075	38,15
		66,600	—	57,050	
6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$	7	150 ^{-0,027}	86 ^{+0,26}	130 ^{-0,07} -0,09	110 ^{+0,23}
6ГСЧ $\frac{22,0}{36,0}$	7	140 ^{-0,027}	124 ^{+0,26}	130 ^{-0,027}	124 ^{+0,26}
6ГСЧ $\frac{24,0}{36,0}$	7	150 ^{-0,027}	156,5 ^{+0,26}	145 ^{-0,027}	128 ^{+0,26}
6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$	7	190 ^{-0,030}		170 ^{-0,027}	164 ^{+0,26}

КОРЕННЫЕ ПОДШИПНИКИ

Марка двигателя	Количество подшипников	Конструкция	Толщина вкладыша (баббита) в мм	Внутренний диаметр в мм
ЗИС-21у	7	В верхней половине бронзовые и стальные вкладыши с баббитовой заливкой. В нижней половине баббит залит по крышкам	Баббит 1,5	66,665
				66,690
6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$	7	Обе половины вкладышей стальные с баббитовой заливкой	Баббит 5,0	150 ^{+0,10} ^{+0,12}
6ГСЧ $\frac{22,0}{36,0}$	7	"	Баббит 5,0	140 ^{+0,11} ^{+0,15}
6ГСЧ $\frac{24,0}{36,0}$	7	"	Баббит 2,0	150 ^{+0,10} ^{+0,13}
6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$	7	"	Баббит 4,0	190 ^{+0,12} ^{+0,14}

П О Р

Размеры

Марка двигателя	Размеры			
	диаметр поршня	диаметр отверстия под палец	диаметр отверстия под втулку	высота поршня
ЗИС-21у	101 ^{+0,54} _{+0,48}	28 ^{+0,580} _{+0,565}	31 ^{+0,750} _{+0,725}	116,0
6ГСЧ 22,0 28,0	Верхний 218 ^{-0,1}	80 ^{+0,030}		360
	Нижний 219 ^{-0,05}			
6ГСЧ 22,0 36,0	Верхний 218,5	85 ^{+0,030}		380 ^{+0,5}
	Нижний 219,85 ^{-0,05} _{-0,02}			
6ГСЧ 24,0 36,0	Верхний 238,5 ^{-0,09}	95 ^{+0,03}		400 ^{-0,05}
	Нижний 239,83 ^{-0,05} _{-0,02}			
6ГСЧ 28,0 45,0	Верхний 278 ^{-0,34}	110 ^{+0,12} _{+0,08}		464
	Нижний 279,85 ^{-0,05} _{-0,02}			
6ГСЧ 28,5 42,0	Верхний 263,5 ^{-0,15} _{-0,35}	110 ^{+0,12} _{+0,08}		500 ^{-0,5}
	Нижний 284,82 ^{-0,05} _{-0,02}			

Ш Н И

в мм

высота канавки компрессионного кольца	высота канавки маслосъемного кольца	Отверстия в канавке маслосъемного кольца	
		количество	диаметр
4 ^{+0,775} _{+0,8}	4 ^{+0,775} _{+0,8}	-	-
I-6 ^{+0,125} _{+0,105}	9 ^{+0,06} _{+0,04}	16	5
II-6 ^{+0,105} _{+0,085}			
III-6 ^{+0,08} _{+0,06}			
IV-6 ^{+0,06} _{+0,04}			
I-7 ^{+0,18} _{+0,15}	7 ^{+0,09} _{+0,06}		
II и III-7 ^{+0,16} _{+0,13}			
IV-7 ^{+0,09} _{+0,06}			
I-7 ^{+0,18} _{+0,15}	Верхнее 7 ^{+0,09} _{+0,06}	Верхнее 14	Верхнее 6
II и III-7 ^{+0,16} _{+0,13}	Нижнее 7 ^{+0,09} _{+0,06}	Нижнее 16	Нижнее 6
IV-7 ^{+0,09} _{+0,06}			
I-8 ^{+0,180} _{+0,150}	Верхнее 8 ^{+0,09} _{+0,06}	Верхнее 14	Верхнее 5
II и III-8 ^{+0,16} _{+0,13}	Нижнее 8 ^{+0,09} _{+0,06}	Нижнее 16	Нижнее 6
IV-8 ^{+0,09} _{+0,06}			
I-8 ^{+0,18} _{+0,15}	Верхнее 8 ^{+0,09} _{+0,06}	4 пояса по 22 отверстия в каждом	6
II и III-8 ^{+0,16} _{+0,13}	Нижнее 8 ^{+0,09} _{+0,06}		
IV-V-8 ^{+0,09} _{+0,06}			

К Л А

Марка двигателя	Расположение клапанов	Наименование клапанов	Основные	
			наружный диаметр тарелки клапана	нижний диаметр фаски клапана
ЗИС-21у	В блоке с правой стороны нижние	Всасывающий	47,6	40,0
		Выхлопной	44,5	38,0
6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$	В крышке цилиндра верхние	Всасывающий	$80^{+0,2}$	73,0
		Выхлопной	$80^{+0,2}$	71,0
6ГСЧ $\frac{22,0}{36,0}$	В крышке цилиндра верхние	Всасывающий	88,0	80,0
		Выхлопной	88,0	80,0
6ГСЧ $\frac{24,0}{36,0}$	В крышке цилиндра верхние	Всасывающий	98,0	90,0
		Выхлопной	98,0	90,0
6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$	В крышке цилиндра верхние	Всасывающий	108,0	—
		Выхлопной	104,0	—
6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$	В крышке цилиндра верхние	Всасывающий	$92^{+0,2}$	—
		Выхлопной	$92^{+0,2}$	—

П А Н Ы

размеры клапанов в мм				Угол конуса фаски в градусах
высота тарелки клапана	высота цилиндрической части тарелки клапана	диаметр стержня клапана	длина клапана	
5,0	1,5	$9,5^{+0,025}_{-0,050}$	147,0	45
5,0	1,5	$9,5^{+0,025}_{-0,050}$	147,0	45
5,5	2,0	$14^{+0,045}_{-0,075}$	$257^{-0,5}$	45
6,5	2,0	$14^{+0,13}_{-0,10}$	$257^{-0,5}$	45
6,0	2,0	$16^{+0,045}_{-0,075}$	$324^{-0,25}$	45
6,0	2,0	$16^{+0,13}_{-0,100}$	$324^{-0,25}$	45
7,0	3,0	$16^{+0,045}_{-0,075}$	$324^{-0,25}$	45
7,0	3,0	$16^{+0,13}_{-0,10}$	$324^{-0,25}$	45
9,0	5,0	$20^{+0,020}_{-0,020}$	$352^{-0,5}$	45
9,0	4,0	$20^{+0,040}_{-0,020}$	$352^{-0,5}$	45
10,0	8,5	$20^{+0,095}_{-0,060}$	$395^{-0,5}$	30
10,0	8,5	$20^{+0,10}_{-0,13}$	$395^{-0,5}$	30

КОЛЬЦА

ПОРШНЕВЫЕ

Марка двигателя	Компресссионные кольца						Тип замка
	Количество	основные размеры в мм				в свободном положении	
		толщина кольца	высота кольца	рабочий диаметр кольца	величина замка в рабочем положении		
ЗИС-21у	3	3,8	4,755 4,730	101,6	0,15—0,45	13,8	Косой
6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$	4	8,0	6 ^{-0,025}	220 ^{-0,03}	1,2—1,3	22,0	Ступенчатый
6ГСЧ $\frac{22,0}{36,0}$	4	7,0	7 ^{-0,030}	220 ^{-0,30}	1,3 ^{+0,2}	30,0	Ступенчатый
6ГСЧ $\frac{24,0}{36,0}$	4	8,0	7 ^{-0,030}	240 ^{-0,30}	1,45 ^{+0,02}	35,0	Ступенчатый
6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$	4	8,5	8 ^{-0,030}	280 ^{-0,10}	1,4—1,5	28,0	Ступенчатый
6ГСЧ $\frac{28,5}{42,0}$	9	8 ^{-0,030}	285 ^{-0,10}	1,4	38,0	Ступенчатый	

Количество	Маслосъемные кольца							Тип замка
	основные размеры в мм					высота прорезей	количество прорези	
	толщина кольца	высота кольца	рабочий диаметр кольца	величина замка в рабочем положении	в свободном положении			
3	4,0	4,755 4,730	101,6	0,15—0,45	В нижнем кольце 1,2	8	Косой	
1	8,0	9,0	220 ^{-0,09}	1,2—1,3	30,0	2,5	16	Прямой
1	7,0	7 ^{-0,030}	220 ^{-0,30}	1,3 ^{+0,2}	30,0	—	—	Ступенчатый
2	8,0	7 ^{-0,030}	240 ^{-0,30}	1,45 ^{-0,2}	35,0	—	—	Ступенчатый
2	8,5	8 ^{-0,30}	280 ^{-0,10}	1,4—1,5	Верхнего 28,0 Нижнего 38,0	4,0	18	Ступенчатый Прямой
9,0	8 ^{-0,030}	285 ^{-0,10}	1,2—1,3	35	5	18	Косой	

ТЕРМОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МОНТАЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ГОРЯЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

№ п/п	Наименование материалов	Показатели		Область применения														
		объемный вес в кг/м ³	коэффициент теплопроводности, в ккал/час. м ² градус	изоляция трубопроводов и горячих поверхностей при температуре в°Ц														
				150	250	300	400	450	600	650	700	900						
1	Асбестозурит	350—800	0,15—0,20	×														
2	Асбестослюда	400—650	0,12—0,14		×													
3	Асбестотермит	430—600	0,11—0,13			×												
4	Совелит	250—400	0,08—0,09				×											
5	Ньювель	200—430	0,07—0,09					×										
6	Асбестокартон	1000—1250	0,18—0,21						×									
7	Асбестовойлок	200—300	0,04—0,06							×								
8	Диатомовые изделия	400	0,08								×							
9	Зонолит	150—250	0,08—0,085									×						

РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ГАЗОХОДОВ

Элементы измерений Тип газохода	Швартовые		Буксировка ввоза			Порожий пробег	
	тяга в кг	число оборотов гребного вала в минуту	скорость в м/сек	тяга в кг	число оборотов гребного винта или колеса в минуту	скорость в м/сек	число оборотов гребного винта или колеса в минуту
Буксирный винтовой газоход мощностью 22 л. с. (двигатель ГАЗ-42), корпус деревянный	260	1360	1,02	205	1320	2,83	1360
Буксирный винтовой газоход мощностью 65 л. с. (двигатель МГ-17), корпус металлический	1160	475	3,5	1000	490	3,75	498
Буксирный газоход с бортовыми колесами мощностью 65 л. с. (двигатель МГ-17), корпус металлический			2,22	600		3,61	42
Грузовой винтовой газоход мощностью 300 л. с. (двигатель 6ГСЧ $\frac{28,0}{45,0}$), корпус металлический			3,5	груз 350 г	340	4,16	350
Буксирный винтовой газоход мощностью 250 л. с. (двигатель 6ГСЧ $\frac{22,0}{36,0}$), корпус металлический			1,2	4350		3,9	170
Буксирный винтовой газоход мощностью 300 л. с. (с двумя двигателями 6ГСЧ $\frac{22,0}{28,0}$), корпус металлический	6000	140	2,55	2600	142	4,1	155
Грузовой газозлектроход мощностью 375 л. с. (двигатель 6ГСЧ $\frac{32,0}{45,0}$) корпус металлический						4,02	240

УДЕЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА НА 1 л. с./час., ПОЛУЧЕННЫЕ ПРИ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Марка двигателя	Мощность на газе в л. с.	Род твердого топлива	Расход натурального твердого топлива в кг/л. с./час	Примечание
ГАЗ-42	22	Древесная чурка	0,96	Относительная влажность 22%
ЗИС-21	35	"	0,98	
МГ-17	65	"	1,03	Относительная влажность 25%
МГ-17	65	Антрацит	0,489	
ЗД-6ГД	150	Дрова	1,10	
ЗД-6ГД	150	Антрацит	0,45	
6ГСЧ $\frac{22}{28}$	150	Полукокс	0,57	
6ГСЧ $\frac{22}{36}$	250	Антрацит	0,40	
6ГСЧ $\frac{28}{45}$	300	Полукокс	0,42	
6ГСЧ $\frac{32}{45}$	375	Антрацит	0,49	

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алферов Н. Б., Бункеры, заторы, питатели. Машгиз, 1946 г.
2. Артамонов М. Д., Автотракторные газогенераторы. Сельхозгиз, 1937 г.
3. Богородский В. И. и Сергеев В. И., Судовые реверсивные муфты ГМЗ. Речиздат, 1945 г.
4. Гинзбург Д. Б., Газогенераторные установки. Гизлегпром 1936 г.
5. Грибанов И. И., Газогенераторное топливо. Свердловск, 1942 г.
6. Гурфинкель М. М., Газовое дело. ОГИЗ Украины, 1934 г.
7. Иванов В. В., Техминимум моториста катера. Речиздат, 1942 г.
8. Клейнерман Ю. А., Газогенераторные автомобильные установки. Изд. Наркомхоза, 1938 г.
9. Костылев Н. А., Газогенераторы для металлургических печей. Металлургиздат, 1932 г.
10. Осипов Л. Л., Руководство мотористу газохода. Речиздат, 1949 г.
11. Осипов Л. Л., Судовые стартерные установки. Из-во «Водный транспорт», 1939 г.
12. Осипов Л. Л. и Лаврентьев В. И., Судовые газогенераторные установки. Изд-во «Водный транспорт», 1938 г.
13. Осипов Л. Л. и Лаврентьев В. И., Уход за газогенераторными установками типа МСВ-84. Изд-во «Водный транспорт», 1936 г.
14. Притула В. А., Транспорт нефти и газа. Гостоптехиздат, 1948 г.
15. Рамбуш Э., Газогенераторы, Энергоиздат, 1938 г.
16. Тренклер Г. Р., Газогенераторы, Энергоиздат, 1933 г.
17. Членов А. Г., Современные газогенераторы. ОНТИ, Энергоиздат, 1934 г.
18. Флоров С. Ф., Газогенераторы и газификация топлива. ОГИЗ, 1927 г.
19. Фролов С. П., Судовые газогенераторные установки, Речиздат, 1941 г.
20. Справочник. Газогенераторные тракторы и автомобили. Сельхозгиз, 1943 г.
21. ЦНИИРФ. Информационные бюллетени.
22. Фуфрянский Н. А., Газификация теплосилового хозяйства железных дорог. Трансжелдориздат, 1947 г.
23. Материалы НТО, МРФ СССР.
24. Журнал «Речной транспорт» за 1941—1948 гг.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Глава I	
Топливо, применяемое для газификации	
§ 1. Виды топлива	5
§ 2. Пересчет состава топлива одной массы на другую	10
Глава II	
Жидкое топливо и смазочные материалы	
§ 3. Жидкое топливо	12
§ 4. Смазочные материалы	13
Глава III	
Принципиальные схемы процессов газификации и элементарные расчеты газогенераторов	
§ 5. Принципиальные схемы процессов газификации	16
§ 6. Составление материального и теплового балансов газогенераторов	18
§ 7. Конструктивные расчеты газогенераторов	25
Глава IV	
Конструкции судовых газогенераторов	
§ 8. Газогенераторы прямого и горизонтального процессов газификации	33
§ 9. Газогенераторы опрокинутого процесса газификации	43
Глава V	
Конструктивные узлы и детали газогенераторов	
§ 10. Загрузочные устройства	46
§ 11. Механизмы для передвижения топлива	52
Глава VI	
Охлаждение и очистка газа	
§ 12. Охлаждение газа	60
§ 13. Промывка газа	69
§ 14. Фильтрация газа	69
Глава VII	
Вспомогательное оборудование и контрольно-измерительные приборы газогенераторных установок	
§ 15. Вентилятор розжига	73
§ 16. Переключающие клапаны	73

§ 17. Насосы	75
§ 18. Регуляторы температуры паровоздушной смеси и давления газа	77
§ 19. Ресиверы газа	79
§ 20. Контрольно-измерительная аппаратура	08

Глава VIII

Судовые газогенераторные установки

§ 21. Газогенераторные установки прямого процесса газификации	83
§ 22. Газогенераторные установки опрокинутого процесса газификации	88
§ 23. Газогенераторные установки горизонтального процесса газификации	89

Глава IX

Газовые двигатели

§ 24. Газовые двигатели с электрическим зажиганием рабочей смеси	90
§ 25. Двигатели, работающие по газо-жидкостному циклу	99
§ 26. Конструкции смесителей	107

Глава X

Вспомогательные двигатели и механизмы машинных отделений газоходов

§ 27. Вспомогательные двигатели	114
§ 28. Вспомогательные компрессоры и пусковые баллоны	115
§ 29. Вспомогательные насосы	116
§ 30. Вспомогательные механизмы для смазки цилиндров	116
§ 31. Отопительные котлы и нагревательные приборы	117

Глава XI

Реверсивные устройства

§ 32. Реверсивно-разобщительные муфты	118
§ 33. Реверс-редукторы	121
§ 34. Реверсивные механизмы переоборудованных на газ двигателей	127
§ 35. Дистанционное управление двигателями и реверсивными механизмами	131

Глава XII

Электрооборудование газовых двигателей и машинных отделений газоходов

§ 36. Приборы зажигания	134
§ 37. Пусковые устройства (электростартеры)	140
§ 38. Динамомашинны и потребители электроэнергии	141
§ 39. Пусковая аппаратура	143

Глава XIII

Компоновка машинных отделений газоходов

144

Глава XIV

Эксплуатация газогенераторных установок

§ 40. Механизированные газогенераторные установки прямого процесса газификации	162
§ 41. Немеханизированные газогенераторные установки прямого процесса газификации	165
§ 42. Газогенераторные установки опрокинутого процесса газификации	166
§ 43. Теплотехнический контроль за работой газогенераторной установки	166

207

Глава XV

Уход за механизмами машинных отделений газоходов

§ 44. Уход за оборудованием газогенераторной установки	168
§ 45. Уход за электромоторами и электрогенераторами	172
§ 46. Уход за реверсивными механизмами	173
§ 47. Уход за вспомогательными двигателями	174

Глава XVI

Неисправности газогенераторной установки, главных двигателей и вспомогательного оборудования машинного отделения газохода

§ 48. Неисправности газогенераторной установки	175
§ 49. Неисправности главных двигателей	177
§ 50. Неисправности вспомогательных двигателей	178
§ 51. Неисправности приборов электрического зажигания	179
§ 52. Неисправности динамомашин и электромоторов	183
§ 53. Неисправности в системе топливоподачи	185

Глава XVII

Основные правила техники безопасности

Приложения	
1. Влагосодержание генераторного газа при насыщении его водяными парами	188
2. Характеристика водяного пара	188
3. Характеристика углекислоты	189
4. Характеристика воздуха, кислорода, окиси углерода, азота	190
5. Таблица условных обозначений марок двигателей	191
6. Палец поршневой	192
7. Шатун	193
8. Коленчатый вал	194
9. Коренные подшипники	195
10. Поршни	196
11. Клапаны	197
12. Кольца поршневые	199
13. Термоизоляционные монтажные материалы для изоляции трубопроводов и горячих поверхностей	201
14. Результаты натурных испытаний газоходов	203
15. Удельные расходы твердого топлива на 1 л. с./час, полученные при натурных испытаниях	204
Перечень использованной литературы	205
	206

Редактор Фуфрянский Н. А.

Техред Бегичева М. I

Сдано в произв. 12/VII 1951 г. Изд. № ТП-117. Подп. к печати 9/XI 1950 г.
Т-08564 Бумага 60×92 1/16—6 1/2 б. л. —13 п. л. Уч-изд. л. 16,9

Тираж 2000

Заказ 2266

1-ая тип. Речиздата. Москва. Кожевническая ул., 1-6.