

~~В 30~~  
~~1751~~      В 30  
1751

ПОСОБИЕ ПО ПЕРЕВОДУ  
НЕФТЯНЫХ ЧЕТЫРЕХТАКТНЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ  
НА ГЕНЕРАТОРНЫЙ ГАЗ  
ИЗ АНТРАЦИТА

СОЛЗАТЪЛЬНЫЙ  
КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

ИЗДАНИЕ ОБЛПЛАНА

Ростов на Дону  
1939 г.

~~В 30~~  
~~1751~~      В 30  
1751

# ПОСОБИЕ

ПО ПЕРЕВОДУ НЕФТЯНЫХ ЧЕТЫРЕХТАКТНЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ  
НА ГЕНЕРАТОРНЫЙ ГАЗ  
ИЗ АНТРАЦИТА

41-4113



**СВЯЗАТЕЛЬНЫЙ  
КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР**

ИЗДАНИЕ ОБЛПЛАНА

Ростов на Дону  
1939 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
Вступление . . . . .	3
Газогенераторный процесс . . . . .	5
Уход за газогенератором . . . . .	12
Топливо для генератора . . . . .	14
Типовой газогенератор, описание его конструкции и работы . . . . .	15
Элементы установки и их значение . . . . .	19
Организация массового перевода 4-тактных двигателей жидкого топлива на генераторный газ . . . . .	23
Практические советы к конструированию новых деталей . . . . .	27
Факторы, влияющие на повышение мощности и экономичности эксплуатации газовых двигателей . . . . .	30
Уход и пуск газогенераторной установки с двигателем . . . . .	30
Инструкция по учету эксплуатации силовых установок и по определению стоимости вырабатываемой установкой энергии . . . . .	34
Приложения . . . . .	37



476/8

Отв. редактор И. Р. Терновой.  
 Тех. редактор М. В. Соболев.

Сдано в набор 21 июля 1939 г. Подписано в печать 23 августа 1939 г. Формат 1/16 (62 x 90). Объем 2,75 печ. листа (1,375 бум. листа) в 1 печ. листе 43000 знаков. Тираж 850 экз. Уполоблит

Гостипография им. Коминтерна Ростовполиграфтреста НКМП РСФСР, Ростов на Дону, Морская, 96. Заказ № 1981.

## Вступление

Союз Советских Социалистических Республик вступил в новую полосу развития — полосу завершения строительства бесклассового социалистического общества и постепенного перехода от социализма к коммунизму. На историческом XVIII съезде ВКП(б) товарищ Сталин в своем гениальном докладе выдвинул следующую основную экономическую задачу:

„Развернуть дальше подъем нашей промышленности, рост производительности труда, усовершенствование техники производства с тем, чтобы после того, как уже перегнали главные капиталистические страны в области техники производства и темпов роста промышленности, — перегнать их также экономически в течение ближайших 10—15 лет.“

Решение основной экономической задачи требует дальнейшего огромного роста технического вооружения народного хозяйства, сохранения и усиления ведущей роли машиностроения и отраслей тяжелой промышленности. XVIII съезд партии наметил и дальнейшее вооружение сельскохозяйственными машинами нашего социалистического земледелия. За годы третьей пятилетки будет построено 1500 МТС. Колхозно-совхозный сектор получит огромное пополнение парка машин: тракторов, комбайнов, локомотивов, пикперов, автомобилей и др.

В III-м пятилетии в СССР получит значительное развитие автомобильный транспорт. На протяжении 3-ей пятилетки должно быть организовано „регулярное движение автомобильного транспорта на автомагистралях, трактах и грузонапряженных подъездах к городам, железнодорожным станциям и водным путям“. (Из резолюции XVIII съезда ВКП(б) по докладу тов. Молотова о 3-ем пятилетнем плане развития народного хозяйства СССР). Выпуск автомобилей на конец 3-ей пятилетки возрастет в два раза по сравнению с 1937 г. и достигнет 400 тыс. штук.

Все это потребует огромного количества топлива. При росте добычи нефти в 1942 г. на 77%, XVIII съезд партии определил рост переработки нефти и выработки светлых нефтепродуктов, главным образом бензина, в два с лишним раза. Значительное

опережение переработки нефти требует коренного пересмотра расходного баланса темных нефтепродуктов и резкого сокращения последнего путем замены их другими видами топлива, в первую очередь твердым топливом.

В условиях увеличивающегося потребления жидкого топлива в Советском Союзе, в связи с бурно растущей моторизацией страны, становится совершенно необходимым полное осуществление указания XVIII съезда партии о максимальной экономии жидкого топлива и замене его другими видами топлива.

Исходя из этого, Ростовский Облплан обратился с предложением к тепловой лаборатории Новочеркасского индустриального института изучить вопрос о переводе нефтяных двигателей малой мощности на генераторный газ из твердого местного топлива, т. е. антрацита, что даст возможность освободить в одной только Ростовской области несколько тысяч тонн жидкого топлива в год.

Задача введения газообразного топлива, вместо жидкого, сама по себе не является новой. Двигатели, работающие на генераторном газе, не новы, газосасывающие установки насчитывают продолжительность своего существования не менее 100 слишком лет и процесс их работы достаточно изучен. Вопрос поэтому сводился не к изобретению новых процессов и конструкций, а к установлению наиболее простого и эффективного приспособления существующих нефтяных двигателей к работе на газе и к выработке типовых конструкций малых газогенераторов и их вспомогательных устройств для газосасывающей установки в целом. При этом должны были быть приняты во внимание те „местные“ условия, которые определяли собой конечные цели и направление всей исследовательской работы, а именно:

1) Установка должна быть проста и надежна, имея ввиду разбросанность двигателей по области и удаленность от ремонтных пунктов, слабую еще квалификацию обслуживающего персонала и необходимость, следовательно, максимального упрощения ухода за установкой.

2) Установка должна быть конструктивно простой, чтобы по возможности весь монтаж мог быть произведен на месте, без особых больших затрат.

Ряд произведенных в СССР научно-исследовательских работ по газогенераторным двигателям, особенно на железнодорожном и водном транспорте, в автомобильной и тракторной промышленности, указывают на один существенный и крупный недостаток этого перевода, а именно: значительную потерю мощности, определяемую большинством авторов в 30—40% мощности того же самого двигателя при работе его на жидком топливе. Это обстоятельство заставило работников лаборатории при производстве опытов с нефтяными двигателями особенно внимательно отнестись к этому вопросу.

Произведенные лабораторией тепловых двигателей опыты дали возможность констатировать, что потеря мощности нефтяных двигателей, переведенных на газ, составляет около 10—12%, что находится в пределах допустимых отклонений.

Результатом произведенной работы явилась типовая установка газогенератора и его вспомогательных частей по переводу нефтяных двигателей на генераторный газ из антрацита. Работа проведена Новочеркасским индустриальным институтом, в лице проф. В. И. Федоровского, доцента П. М. Власова и ст. научного сотрудника лаборатории А. П. Петрова, в качестве основных руководителей работы, и доцента В. М. Квчугуренко, ассистента В. Д. Митулинского, ст. лаборанта А. В. Михайловой и механиков С. В. Савичева, Л. М. Темченко и В. Ф. Митченко.

Издавая настоящую брошюру, Ростовский Облплан ставит целью оказать помощь конструкторам и техническому персоналу при переводе двигателей с жидкого топлива на генераторный газ из твердого местного топлива — антрацита с тем, чтобы обеспечить более эффективную работу двигателей в условиях нового режима, и надеется, что руководители хозяйственных организаций незамедлительно примут меры к скорейшему переводу двигателей внутреннего сгорания на генераторный газ из антрацита.

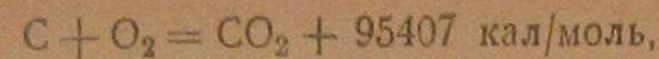
В составлении настоящей брошюры принимали непосредственное участие доцент Новочеркасского индустриального института Власов П. и инженеры Петров А. П. и Терновой И. Р.

При многообразности конструкций имеющихся в Ростовской области двигателей, что потребует индивидуальной установки для каждого из них на основе типовой, при переводе двигателей с нефти на газ неизбежно будут встречаться некоторые затруднения. Ростовский Облплан просит о всех таких затруднениях сообщать лаборатории тепловых двигателей, обязавшейся оказывать помощь советом и консультацией при осуществлении этого мероприятия на практике. Запросы следует адресовать в Новочеркасск, в лабораторию тепловых двигателей Новочеркасского индустриального института.

## Газогенераторный процесс

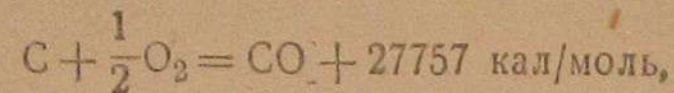
Процесс газификации топлива есть процесс сжигания топлива при недостатке воздуха. Поэтому каждое топливо может дать горючий газ, если создать для этого соответствующие условия. Простейшее представление о реакциях горения и газификации топлива получится, если составить уравнения полного и неполного горения углерода.

При полном горении, т. е. при обеспеченном подводе воздуха к горящему углероду и притом с соответствующим избытком, реакция соединения углерода топлива с кислородом воздуха будет проходить следующим образом:



т. е. в результате горения мы получим продукты горения в виде углекислоты, т. е. газа, неспособного в дальнейшем гореть; при этом, при сгорании освобождается 95407 калорий на 1 молекулу углерода\*, т. е. на 12 кг С.

В случае неполного горения, при недостатке кислорода, при горении топлива реакция горения углерода будет:



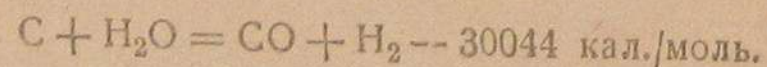
т. е. в результате неполного горения образуется окись углерода, способная гореть в дальнейшем при дополнительном подводе кислорода воздуха. Как видно из цифры, стоящей в правой части уравнения, количество тепла, освобождающегося в результате неполного горения углерода в окись, значительно меньше и в газе (СО — окись углерода) еще заключается значительное количество тепла в виде химической энергии, способной при горении выделить количество тепла, составляющего разницу между реакциями полного и неполного горения, т. е.

$$95407 - 27757 = 67650 \text{ кал/моль углерода.}$$

Таким образом, процесс газификации топлива есть перевод твердого горючего, главным образом, углерода, в газообразное горючее, более удобное для использования во многих нагревательных процессах и основное топливо для газовых двигателей внутреннего сгорания.

Однако, реакция перевода углерода топлива в газообразное горючее путем воздушного дутья, т. е. подвода воздуха к нижним слоям топлива, является далеко не экономичной сама по себе. Это станет вполне понятным, если посмотреть на тепловой баланс генератора. Разница между теплотой реакции сжигания углерода и количеством химического тепла в полученном газе, составляющая около 2800 кал. на моль (12 кг С), уносится в виде физического тепла в газе и тратится на внешние потери нагретого генератора. Поэтому, так называемый, сименсовский процесс, т. е. получение газа из твердого топлива путем сухого воздушного дутья в настоящее время не применяется в его чистом виде.

Физическое тепло газа может быть использовано в газогенераторе с помощью второй реакции, при которой в генератор вводится некоторое количество пара (H<sub>2</sub>O). Этот пар в присутствии накаливаемого углерода используется согласно реакции:



\*) Модем или килограмм-молекулой называется весовое количество вещества, соответственно его молекулярному весу. Например: молекулярный вес С равен 12, следовательно, килограмм-молекула углерода весит 12 кг.

При этой реакции проводившееся в нижнюю часть генератора некоторое количество пара разлагается (см. уравнение) с отнятием тепла, т. е. эндотермически. Таким образом охлаждается нижний слой топлива генератора и снижается температура газа. Это обстоятельство, как мы увидим дальше, благоприятствует работе газогенератора и повышает теплотворную способность газа.

Приведенные три реакции являются основными в работе газогенераторной установки при газификации антрацита. Объем и назначение этой брошюры не позволяют дать полное освещение вторичных реакций, имеющих место в процессе газификации топлива. Интересующихся более глубоким разбором физико-химических явлений в газогенераторной установке отсылаем к хорошим руководствам: проф. Гинзбург — „Газификация топлива и газогенераторные установки“, Хаслам и Руссель — „Топливо и его сжигание“ и Тренклер — „Газогенераторы“.

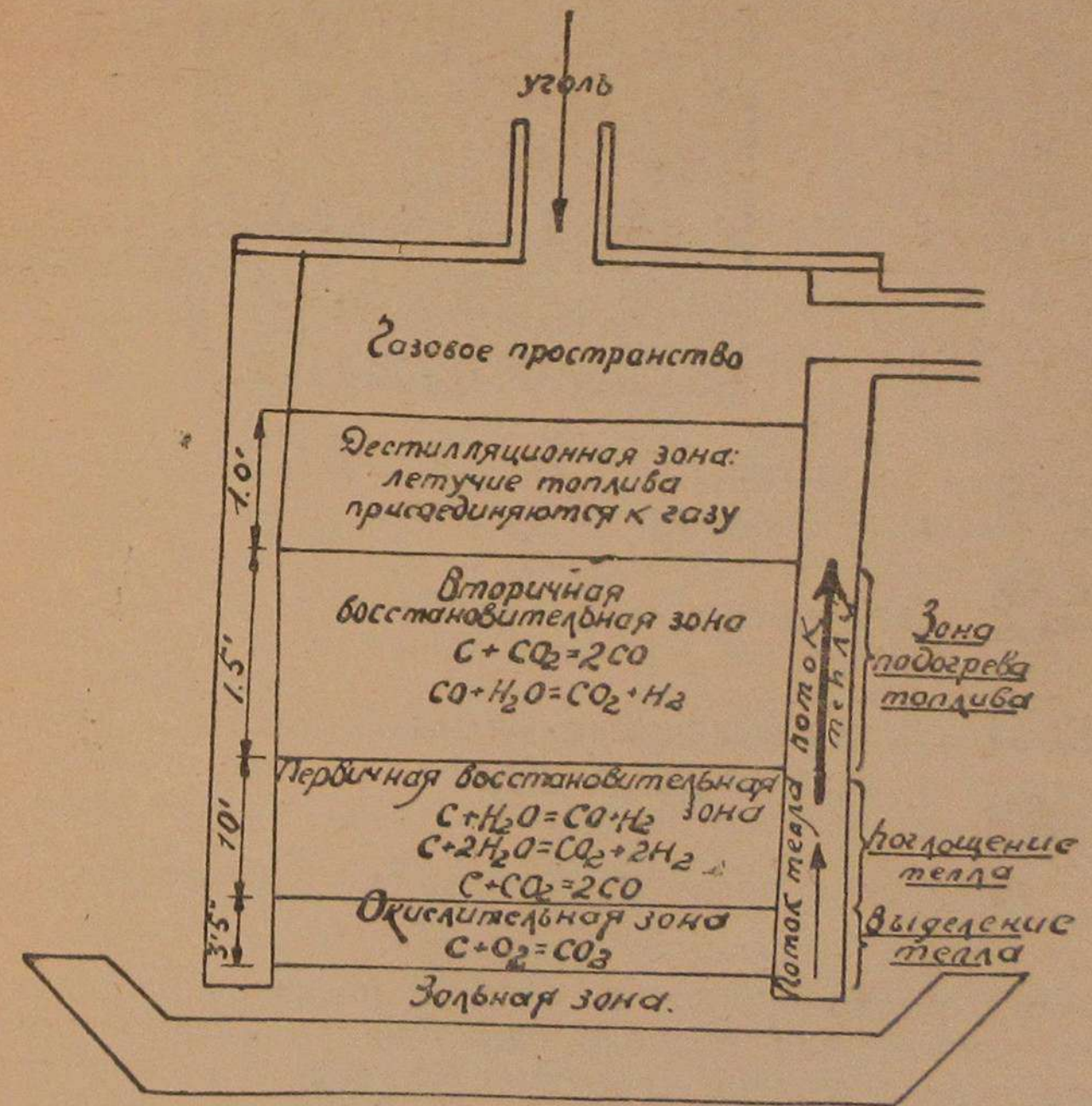
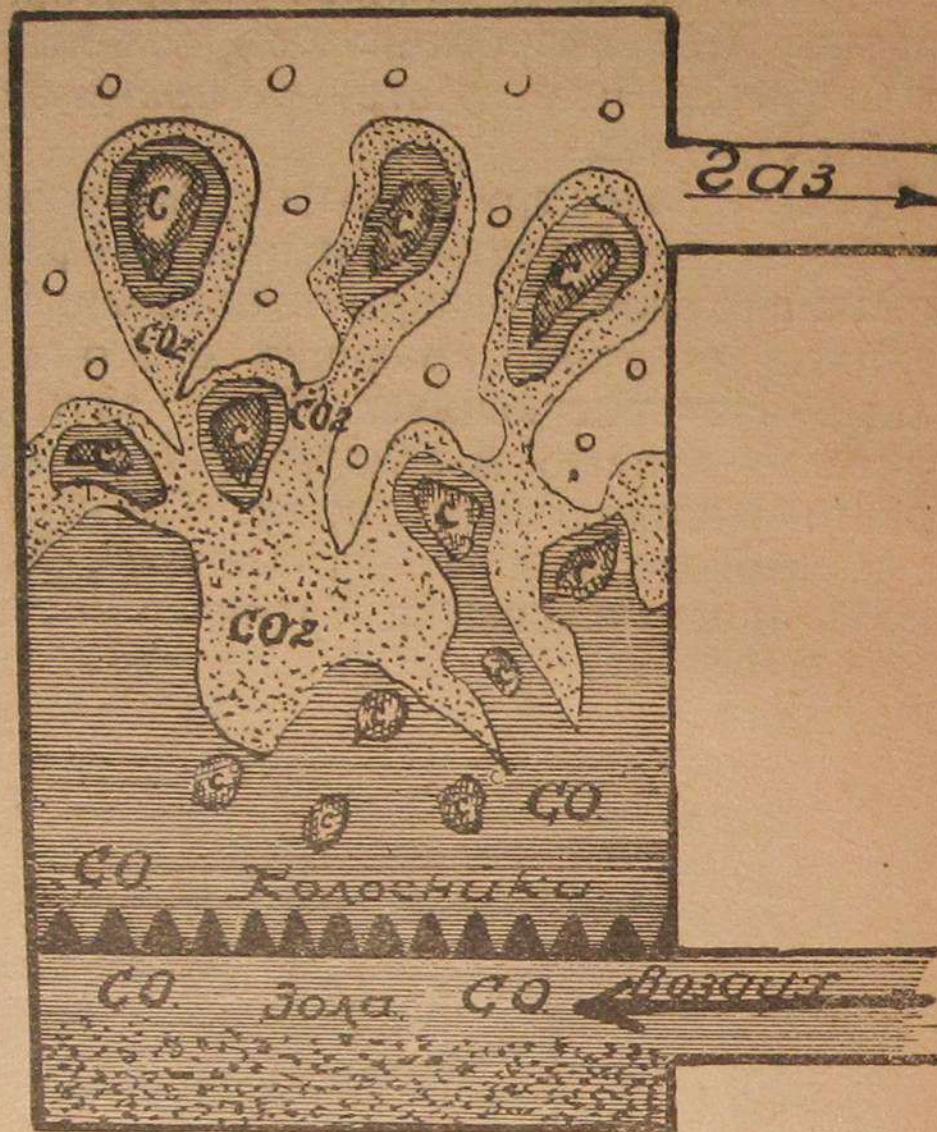


Рис. 1. Зоны реакции в слое топлива газогенератора.

Процесс получения силового газа из антрацита происходит следующим образом (см. рис. 1 и 2): в вертикальной шахте генератора на колосниковой решетке лежит антрацит, распо-

ложенный толстым слоем (от 600 до 1000 мм) и заполняющий шахту генератора; снизу под колосниковую решетку подводится воздух, служащий для горения нижних слоев антрацита.\*



- Условные знаки:
- o o o o o Кислород-воздуха
  - C Углерод топлива
  - CO<sub>2</sub> Углекислый газ. (Негорючий)
  - CO

Рис. 2. Схема получения горючего газа в топливнике газогенератора.

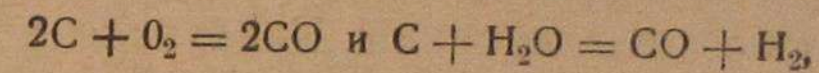
Воздух, подводящийся к нижним раскаленным слоям антрацита, служит для полного сжигания топлива. Таким образом, происходит полное сгорание углерода и прочих горючих

\* В настоящее время, благодаря ряду блестящих работ русских и иностранных ученых — Риди и Уиллера, Лангмюра, Мейера, Гроздовского и Чуханова и др., представление о физико-химических процессах, происходящих в различных частях генератора, и, главным образом, в основной окислительной зоне, значительно изменилось, что, однако, не изменяет основных представлений, хотя и упрощенных, как это изложено выше, о сущности процесса газификации в обычных генераторах.

элементов топлива, причем получают продукты полного сгорания, т. е.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  (водяные пары из влаги воздуха и топлива) и инертные газы в виде № 2 (т. е. азот воздуха). Температура в слое раскаленного топлива достигает при этом  $1200\text{--}1600^\circ\text{C}$ , в зависимости от интенсивности горения топлива, обуславливаемого количеством проходящего воздуха в единицу времени.

Эта область полного сгорания топлива носит название окислительной зоны или зоны горения.

Продукты полного горения топлива, полученные в окислительной зоне, проходя далее по высоте шахты через накаленный, хотя и до меньших температур, слой антрацита, вступают с ним во взаимодействие по реакциям:



т. е. восстанавливаются в  $\text{CO}$  (окись углерода) и  $\text{H}_2$  (водород) и превращаются, таким образом, в горючий газ. Обе эти реакции происходят эндотермически, т. е. с отнятием тепла, в силу чего и температура топлива и газов в этой зоне значительно ниже (в пределах  $1000\text{--}700^\circ$  и менее). Поэтому эта зона носит название зоны восстановления и является главной газифицирующей зоной в газогенераторе.

Прореагировавшие в этой зоне углекислота ( $\text{CO}_2$ ) и водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ), превратившись в окись углерода ( $\text{CO}$ ) и водород ( $\text{H}_2$ ) с некоторой долей оставшейся углекислоты ( $\text{CO}_2$ ), водяного пара ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и инертных газов ( $\text{N}_2$ ), поднимаясь выше по шахте, уже почти не вступают в реакцию с верхними слоями топлива, а лишь отдают им свое тепло, подсушивая топливо и подготавливая его таким образом к газификации. В генераторах, работающих на дровах и каменных углях с достаточным содержанием летучих, в этой зоне происходит при нагревании топлива также и сухая перегонка топлива, т. е. выделение летучих горючих вместе с парами влаги, содержащейся в топливе. Эта зона носит название зоны сухой перегонки топлива. В генераторах, работающих на нормальных донецких антрацитах, такого процесса почти не происходит, так как количество летучих в антрацитах ничтожно (до  $3\frac{1}{2}\%$ ). В этом случае происходит простая подсушка топлива, т. е. выпаривание влаги, содержащейся в топливе.

При опытах, произведенных в тепловой лаборатории Ново-черкасского индустриального института на сухом воздушном всасывании, без добавки пара, состав газа на антраците марки «АМ», т. е. угля крупностью от  $13\text{--}25$  мм грохоченом колебался в пределах:

$\text{CO}_2$	5,0—4,2%
$\text{O}_2$	0,3—0,7%
$\text{CO}$	22,7—19,0%
$\text{H}_2$	8,1—11,6%
$\text{CH}_4$	1,0—0,7%
$\text{N}_2$	62,9—63,8%



Теплотворная способность (рабочая) колебалась в пределах 986—940 кал/куб. м (нормальный).

Как уже было указано, газ в этом случае получается достаточно бедный и горячий, что неблагоприятно отзывается на скруббере, заставляя значительно повышать расход воды в нем, не говоря уже о влиянии горючего газа на конструктивные его размеры, и понижает мощность двигателя, обладающего постоянным объемом цилиндра: количество газовой смеси в двигателе уменьшается (по весу) и тем самым уменьшается мощность двигателя. При отсутствии подвода пара температура, развивающаяся в нижних слоях горящего топлива в генераторе, достигает своих предельных значений — 1450—1550°, особенно при полных нагрузках установки, распределяет шлаки, заливающие затем колосниковую решетку, и нарушает таким образом нормальный ход горения. Требуется очень частая шуровка и подрезка шлаков на колосниковой решетке, что понижает производительность установки и, следовательно, уменьшает мощность самого двигателя.

Поэтому в газосасывающих установках под колосниковую решетку подается некоторое количество пара, обычно смешиваемое с подсасываемым воздухом. Как мы уже указывали, это:

- 1) повышает теплотворную способность газа;
- 2) уменьшает температуру газа и тем самым, в конечном результате, повышает мощность двигателя;
- 3) понижает температуру нижних слоев топлива в газогенераторе, препятствует интенсивному плавлению золы топлива и делает шлаки пористыми, пропускающими воздух, что, в свою очередь, увеличивает промежуток времени между шуровками и обуславливает более равномерный состав газа по времени.

Опыты, произведенные в лаборатории тепловых двигателей Новочеркасского индустриального института при подаче пара под колосниковую решетку, дали повышение теплотворной способности газа на 70—120 кал/куб. м (нормальный). Температура пара, выходящего из генератора, понижалась с 250—300° С до 120—90° С. Паровоздушная смесь давала возможность работать при отдельных испытаниях в течение 8—10 часов совершенно без выгреба шлаков и подрезки колосниковой решетки. При этом шлаки представляли собой не большие коржи, как это наблюдалось при подаче одного воздуха, а отдельные слипшиеся, но пористые куски, размером максимум до 60—100 мм, видимо, совершенно не мешавшие ходу газификации.

Таким образом, под колосниковую решетку генератора необходимо подводить вместе с воздухом также и некоторое количество водяного пара.

Количество пара, необходимое для подвода к генератору, для антрацитовых генераторов колеблется в пределах от 0,45 до 0,60 кг пара на килограмм газифицируемого топлива. В

предлагаемом типовом газогенераторе это количество пара регулируется уровнем воды в водяном кармане и, в конечном счете, температурой паровоздушной смеси, подводимой к колосниковой решетке.

Рекомендуется установить термометр на трубе, подводимой паровоздушную смесь, и опытным путем определить количество пара по температуре смеси, чтобы затем дать указания обслуживающему персоналу о поддержании в определенных пределах температуры смеси в трубе. Это и будет определять нормальное количество подаваемого пара. Так, например, при температуре воздуха в 15°С и температуре смеси в 58°С количество подаваемого пара под колосниковую решетку составит 0,6 кг на килограмм газифицируемого топлива.

Подаваемое под колосниковую решетку нормальное количество пара, колеблющееся в зависимости от интенсивности работы газогенератора, соответствует температуре смеси в паровоздушной трубе от 47°С до 53,5°. Большое количество пара, соответствующее большей температуре смеси, является уже вредным, так как количество неразложившегося пара растет, равно, как растет и содержание углекислоты (СО<sub>2</sub>) в газе, что ведет к ухудшению качества газа, т. е. к уменьшению его теплотворной способности.

Таким образом, температура смеси, измеряемая в паровоздушной трубе, является основным показателем правильности ведения парового режима в газогенераторе, дающим уверенность в качественных показателях газа — его составе и теплотворной способности.

Количество испаряемой воды из водяного кармана, над которым проходит засасываемый воздух, будет находиться в зависимости от: 1) уровня воды в водяном кармане; 2) интенсивности работы газогенератора, т. е. в конечном счете от температуры газа, выходящего из газогенератора, и 3) высоты слоя топлива над колосниковой решеткой.

Высота слоя топлива при загруженном генераторе составит 900—1000 мм. В процессе работы генератора эта высота слоя понижается до начала следующей периодической загрузки генератора. В связи с понижением слоя, несколько возрастает температура газа, выходящего из газогенератора, и повышается количество испаряемой воды при одном и том же уровне воды в водяном кармане. Необходимо, поэтому, следить за уровнем воды, постепенно понижая его до начала новой загрузки генератора. Этим самым будет регулироваться и температура смеси.

Вообще говоря, промежуток времени между загрузками должен быть при данных размерах типового газогенератора около 4—5 часов. Понижения уровня топлива даже до половины полезной высоты генератора опасаться не следует, как это показали опыты в тепловой лаборатории. Однако, при значитель-

ных снижениях уровня топлива состав газа начинает ухудшаться, особенно при небольших нагрузках газогенератора. В последнем случае наблюдались прорывы воздуха около стенок газогенератора, т. е. неравномерное распределение воздуха по сечению шахты, и значительное ухудшение качества газа.

### Уход за газогенератором

Растопка генератора не представляет особых затруднений.

Газогенератор разжигается дровами. После того, как дрова дали вполне развитое горение, начинают загружать через верхнюю воронку топливо. Загрузку лучше всего вести до половины уровня шахты, пользуясь для разжига ручным вентилятором, пока в контрольном отверстии трубы, ведущей в скруббер, не появится газ, что будет видно по длинному синевато-красноватому языку пламени из отверстия при непрерывном дутье. При разжиге без вентилятора процесс значительно затягивается и нужно 3—4 часа времени для того, чтобы процесс горения установился.

По появлении газа генератор догружают доверху и переключают трехходовой кран с выхода газа в атмосферу на подвод его к скрубберу. Вентилятор при этом останавливают немедленно после того, как убедятся, что газ у двигателя есть, что будет видно, если зажечь газ у краника на трубе, подводящей газ к двигателю. После этого двигатель может быть пущен в работу.

Уход за газогенератором во время работы минимальный. Обслуживающий персонал через контрольное очко в зольниковом пространстве смотрит за равномерным освещением колошниковой решетки. Неравномерное освещение — признак местного зашлаковывания. В этом случае требуется открытие зольниковой дверцы и подрезка колосников снизу.

Одновременно обслуживающий персонал следит за температурой смеси пара и воздуха в паровоздушной трубе по ртутному термометру, держа ее в пределах, указанных техническим персоналом.

Ртутный термометр применяется со шкалой деления  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Установка его в целях правильности показаний должна быть произведена в соответствии с рис. 3. Термометр обычно устанавливается в колене паровоздушной трубы в приваренном специально для этого штуцере с сальником. Примерно, на 350—400 мм до термометра (по ходу смеси) и столько же после места установки термометра труба изолируется или асбестовым шнуром, или каким-либо другим более эффективным изоляционным материалом (вулканит, асбослюдовая масса и др.). При невыполнении этого правила температура, показываемая термометром, будет значительно отличаться от действительной температуры смеси.

Новая загрузка производится через 4—5 часов и никаких затруднений не представляет.

Полная чистка газогенератора производится в зависимости от шлакования стенок обмуровки, что, в свою очередь, зависит от свойств и температуры плавления золы топлива.

Работа на АМ и АС в лаборатории тепловых двигателей при испытаниях в течение 10—12 часов не показала сколько-нибудь ощутительного шлакования генератора.

Условия работы в лаборатории не позволили удлинить периоды работы двигателя и газогенератора, поэтому периоды чистки генератора следует установить опытным путем.

Обмуровку газогенератора можно делать из лекальных огнеупорных кирпичей, толщиной 100 мм или лучше всего делать ее из огнеупорного бетона состава 1:4:8 (глина, шамот, щебенка) по объему. Для его изготовления берется бывший в употреблении шамотный кирпич, тщательно очищенный от шлаков и глазури. Для щебенки кирпич измельчается на кусочки 10—15 мм. Для шамота он же перемалывается в мельнице или на бегунах до крупности 0,5—1 мм. Глина огнеупорная размалывается в муку.

Первоначально смешивается шамот и глина в сухом виде. Затем на деревянном помосте эта смесь с приливанием воды смешивается и перелопачивается со щебенкой до тех пор, пока взятая в руку и сжатая в ней масса не будет сохранять форму пальцев. После этого можно набивать обмуровку, заготовив предварительно опалубку (деревянный цилиндр) диаметром на 100—150 мм меньше диаметра генератора и установив его центрально.

Примерно, через сутки можно начинать просушивать обмуровку на легком огне (на дровах). Через 6—10 часов, в зависимости от толщины обмуровки, можно загружать генератор.

Само собой разумеется, что ремонт такой обмуровки необычайно прост. Надо иметь только под рукой заготовленные материалы. Разрушенное место подбивается простым накладыванием массы и утрамбовыванием ее.

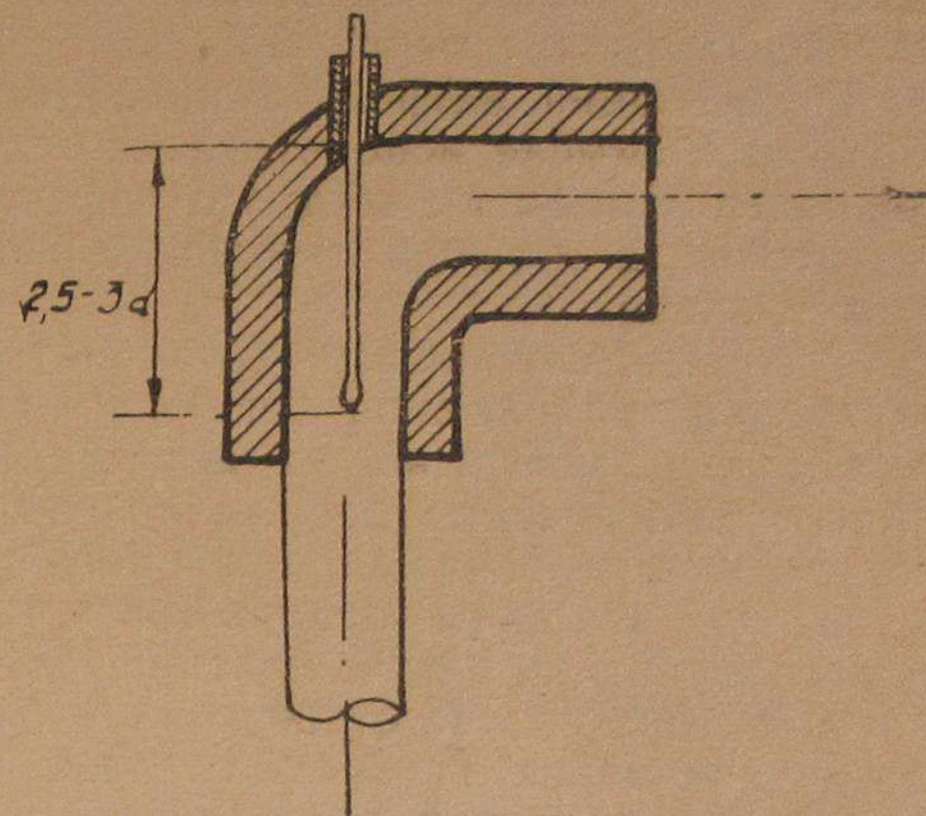


Рис. 3.



## Топливо для генератора

В качестве топлива для газогенераторов силовых установок употребляются антрациты марок АК, АМ и АС. Наиболее подходящим топливом для типовой газогенераторной установки является антрацит марки АМ.

Газификация антрацита имеет большое значение, главным образом, в смысле использования мелкосортного топлива и возможности замены им жидкого нефтетоплива в силовых нефтедвигателях, а также в отношении использования его, как местного топлива.

Антрациты являются благоприятным топливом в отношении перевозки и хранения. Антрацит имеет высокое содержание углерода и малый выход летучих. Мелкие сорта антрацитов имеют пониженное содержание углерода, водорода и сравнительно низкую теплотворную способность.

Почти все виды топлива могут быть рационально применены для газификации в том, конечно, случае, если конструкция газогенератора соответственным образом приспособлена к работе на данной марке или виде топлива.

В результате произведенных испытаний в лаборатории тепловых двигателей Новочеркасского индустриального института, для газогенераторов силовых (стационарных) установок необходимо считать рациональной и наиболее эффективной использование антрацита марки „АМ“.

По номенклатуре технических условий Союзугля приняты следующие калибровки (размеры) марок антрацита:

	Размеры кусков
АП — плита . . . . .	выше 125 мм.
АК — крупный кулак . . . . .	от 125—25 мм.
АМ — мелкий орех . . . . .	от 25—13 мм.
АС — семячко . . . . .	от 13—6 мм.
АСШ — штыб со смесью семячко . . . . .	от 6—0 мм.
АШ — штыб . . . . .	от 3—0 мм.
АРШ — рядовой . . . . .	от 100—0 мм.

Каждая марка в той или иной мере представляет собой смесь, состоящую из кусков, относящихся к данной марке, и кусков предыдущей и последующих марок.

Для газификации же имеет особенное значение размер кусков топлива, так как мелкие куски антрацита, имеющие большую поверхность соприкосновения с газами, газифицируются быстро, а крупные — медленно.

Большое значение имеет однородность размера кусков антрацита. При этих условиях антрацит довольно успешно газифицируется, в особенности, если он не заштыблен. В случае заштыбленности марки необходимо такое топливо перед употреблением хорошо мыть.

Использование антрацита марки „АМ“ в газогенераторных

установках является весьма благоприятным, так как эта марка содержит сравнительно мало влаги, серы и золы.

При газификации очень важно иметь также антрацит, дающий тугоплавкую золу, так как в противном случае зола плавится, заликает куски антрацита, препятствуя их газификации, и образует крупные комья шлака. К антрацитам с легкоплавкими шлаками относятся месторождения Краснодонецких шахт.

Тугоплавкая зола даже при высоком ее содержании в топливе не препятствует газификации и позволяет получать хорошие показатели при высокой производительности генератора.

При газификации антрацита необходимо вести процесс при высоком температурном режиме, благодаря сравнительно малой его реакционной способности.

Серьезным недостатком антрацита является сера, вредно влияющая на детали двигателя.

Колебание состава и рабочей теплотворной способности антрацитов марок „АС“ и „АМ“ для различных районов добычи дано в приводимой ниже таблице (см. стр. 16).

Влажность антрацита может быть в среднем принята от 4 до 6%. Зольность антрацита колеблется в пределах от 12 до 22%. Температура плавления золы равна для Шахтинского района 1300—1320°С и для Краснодонецкого района — 950—985°С. Серы в антраците содержится в количестве 1,5—3,5%. Вес 1 куб. м антрацита (насыпью) составляет для марки „АМ“ — 800—850 кг, для марки „АС“ — 900—950 кг. Удельный вес антрацита равен 1,4—1,8.

Антрацит марки „АМ“ для газогенераторов силовых установок должен удовлетворять следующим основным требованиям: быть однообразным по составу, содержать не более 5—6% влаги, не более 12—14% золы, не более 1,6—1,8% серы, температура плавления золы должна быть наибольшей и не ниже 1240°С.

## Типовой газогенератор, описание его конструкции и работы

Одной из основных задач испытания конструкции газогенератора на антрацитах марок „АМ“ и „АС“ было выявление такой конструкции газогенератора, которая отличалась бы простотой и легкостью управления газогенератором в эксплуатации.

Газогенератор (принципиальная схема) представляет из себя шахту, в которой топливо лежит толстым слоем на колосниковой решетке. Сверху загружается топливо, снизу подводятся воздух и пар и удаляются очаговые остатки — зола и шлак.

Образовавшийся в процессе газификации газ отводится к двигателю путем отсасывания.

Марка и район месторождения	Состав рабочего топлива (в проц.)							Легучих в горючей массе топлива	Низшая рабочая теплотворная способность топлива	Характер шлака	Температура плавления шлака
	зола	сера	угле-род	водо-род	кисло-род	азот	Q <sub>H</sub> P				
	W проц.	Sp	Ср	Hр	Op	Nр					
Шахтинский—марки „АС“ . . .	22,21	2,56	65,99	0,98	0,52	0,83	4,44	5448	Шлак удаляется легко, средней пористости в виде коржей	1312	
Шахтинский—марки „АМ“ . . .	15,64	1,74	74,02	1,19	0,74	0,93	2,67	6288	Шлак удаляется легко, средней пористости в виде коржей	1320	
Краснодонецкий—марки „АС“	22,11	3,03	62,11	1,01	2,41	0,82	6,72	5423	Слабо пористый стекловидный, плотный; шлаки удаляются затруднительно	970	
Красн донецкий—марки „АМ“	17,97	3,58	71,05	1,19	0,32	0,88	4,12	6110		985	

Шахта газогенератора изготавливается обычной сваркой из листовой стали. Форма шахты — по сечению круглая. Эта форма наиболее проста и удобна в изготовлении и обладает наибольшей прочностью. Подводимый для горения топлива воздух при круглой форме шахты наиболее равномерно будет распределяться по всему сечению зоны горения.

Загрузка топлива производится через загрузочный люк бункера сверху и по мере сгорания оно опускается книзу.

Колосниковая решетка предназначена для распределения дутья по сечению генератора для поддержания слоя топлива и для удаления очаговых остатков.

Для образования паро-воздушной смеси в полую часть генератора (рубашку) (см, чер. № 1 на стр. 18) подается вода. Так как под влиянием тепла раскаленного топлива стенки генератора нагреваются, то вода в полую часть генератора испаряется и воздух, омывающий поверхность воды, насыщается ее парами. Создающаяся паро-воздушная смесь используется для дутья в генератор.

Типовой генератор для силовых установок, предлагаемый в настоящей брошюре, приспособлен для сжигания антрацита марки „АМ“. Это — генератор высасывающего типа, работающий под разрежением.

Он состоит из:

загрузочного устройства (бункера) (2)

шахты генератора (3)

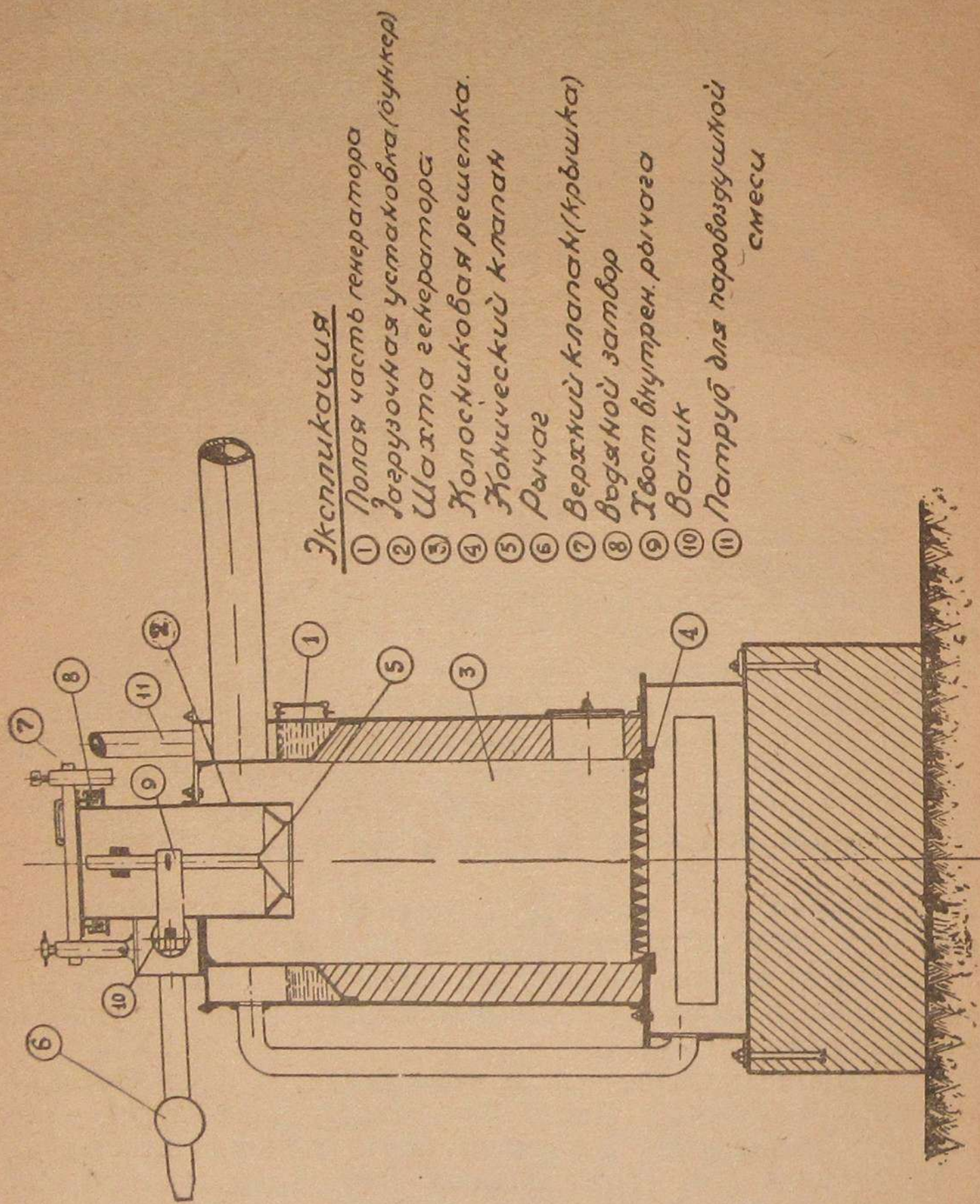
колосниковой решетки (4).

Загрузочный бункер должен распределять поступающее в него топливо равномерно по сечению шахты и вполне герметически обеспечивать разобщение генератора от внешнего воздуха. На чертеже № 1 показан круглый загрузочный бункер (2), который применяется при газификации антрацита марки „АМ“.

Нижний конический клапан (5) бункера отделяет шахту газогенератора от наружного воздуха; он приводится в движение вручную, при помощи специального рычага (6) с противовесом; верхний клапан (крышка) (7), примыкающий к корпусу бункера, снабжен водяным затвором.

Рычаг выполнен разрезным, в виде вилки из двух частей — внутренней и наружной. Хвост внутреннего рычага (9) обнимает квадрат, запиленный в средней части цилиндрического валика. Этот валик (10) своей цилиндрической частью лежит в сальниковом приспособлении, смонтированном на стенках коробки, приваренной к загрузочному бункеру.

Таким путем достигается вполне надежное уплотнение этого опасного, в отношении подсоса к генераторному газу воздуха, места. Валик вращается при помощи наружного рычага, составленного из двух частей, надетых на квадраты, запиленные на концах валика; следовательно, движение наружного ры-



Черт. 1. Общий вид генератора.

чага вверх или вниз открывает или закрывает нижний конический клапан.

Шахта газогенератора представляет собой цилиндр простейшей формы, который внутри обмурован огнеупором. Верхняя наружная часть цилиндра генератора снабжена рубашкой, к которой подводится вода для целей образования пара.

В нижней части шахты газогенератора установлена плоская колосниковая решетка (4), представляющая собой чугунное кольцо со вложенными в него отдельными колосниками.

Воздух для газификации подается через специальный патрубок (11) в паровое пространство рубашки и насыщается паром при движении над поверхностью зеркала испарения; образующаяся паро-воздушная смесь поступает под колосники.

Расчет и выбор производительности газогенератора может быть произведен по отдаче определенного количества газа двигателю в единицу времени или по количеству засасываемой двигателем смеси.

Исходя из производительности газогенератора и определяются его конструктивные размеры.

В приводимой ниже таблице перечислены размеры газогенераторов, в зависимости от мощности двигателей:

Мощность двигателей в HP	Необходимое количество в куб. м./час. при $Q_H = 1100$ кал. куб. м.	Часовой расход антрацита марки АМ для газификации в кг./час.	Площадь решетки газогенератора R в кв. м.	Габариты (в мм.)					
				шахты	газогенератора		загрузка бункера		газового от-верстия генератора
					Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Н <sub>1</sub>	Д <sub>3</sub>	
15—30	60—120	24	0,314	410	200	600	100	—	85
30—45	120—180	36	0,397	435	225	700	100	—	100
45—60	180—240	48	0,593	485	275	800	175	350	125
60—80	240—320	64	0,706	510	300	900	200	375	150
80—100	320—400	80	0,829	535	325	950	225	400	175

### Элементы установки и их значение

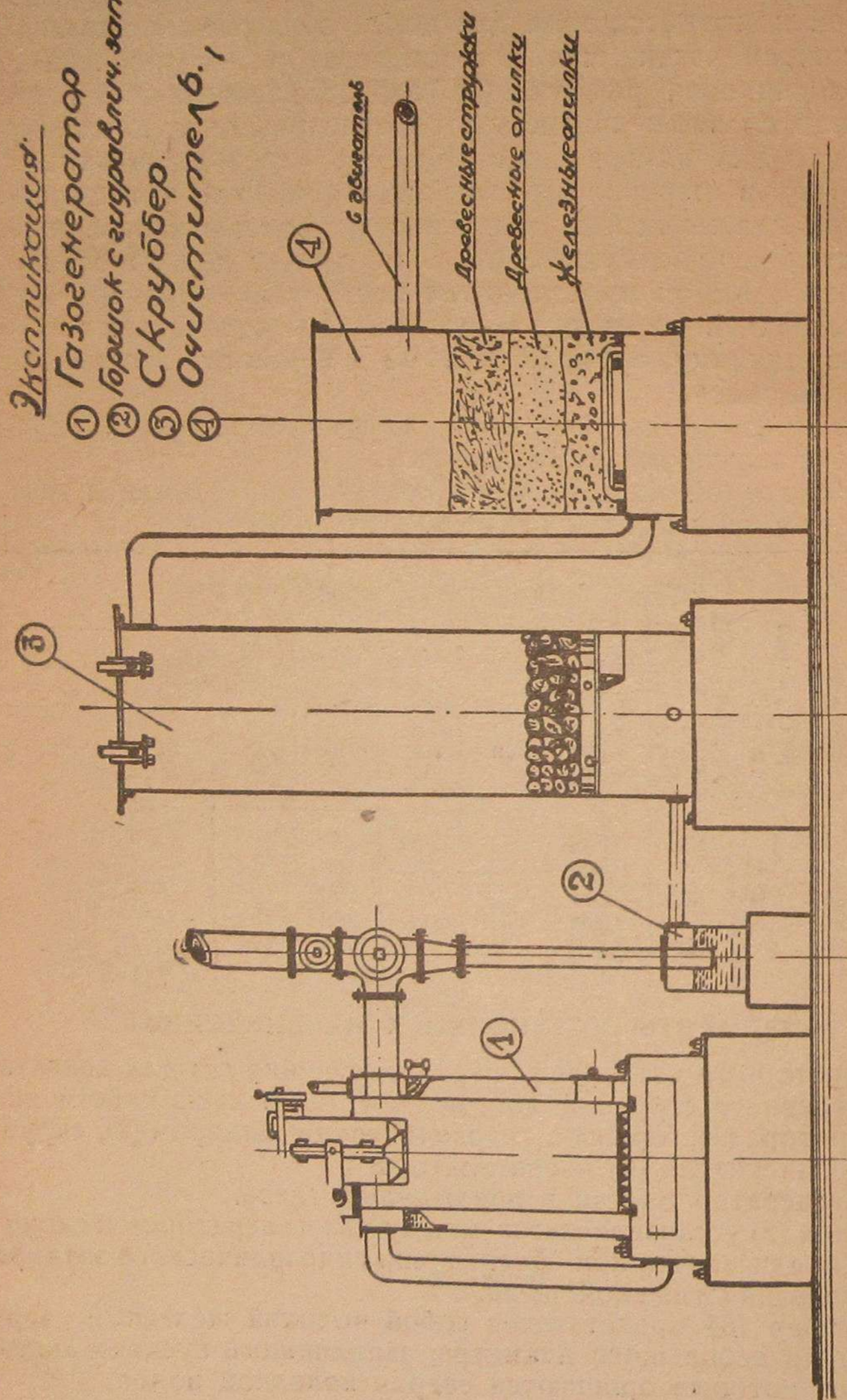
Генераторные установки, вырабатывающие газ для двигателей внутреннего сгорания, состоят (см. черт. 2) из собственно газогенератора (1), горшка с гидравлическим затвором (2), скруббера (3), очистителя (4) и вентилятора.

Газогенератор описан в предыдущей главе.

Горшок (2) устанавливается между газогенератором и скруббером и предназначен при обеспечении гидравлического затвора для улавливания тяжелой пыли.

Скруббер (3) представляет собой высокий железный сварной цилиндр небольшого диаметра, заполненный кусками кокса или камня, которые орошаются сверху холодной водой.

Экспликация:  
 1 Газогенератор  
 2 Боршок с гидравлич. затвором  
 3 Скруббер  
 4 Очиститель в.



Черт. 2. Схема установки газогенератора для двигателя внутреннего сгорания.

Газы поступают по вводной трубе под решетку, проходят через нее и поднимаются навстречу стекающей воде. Охлаждение совершается в скруббере путем непосредственного соприкосновения воды и газа. Этим достигается интенсивная теплопередача, происходящая быстрее, чем теплопередача через стенку. Поэтому скруббер может быть меньших размеров, чем другие типы холодильников.

Промыванием газа водой, помимо охлаждения газа, одновременно достигаются и другие цели:

- 1) растворяются поглощаемые водой некоторые нежелательные в горючих газах вредные компоненты:  $CO_2$ ,  $SO_2$ ;
- 2) облегчается выделение из газа пыли, концентрирующейся в нем, вследствие уменьшения объема охлаждаемого газа.

Количество расходуемой воды зависит от прибора, распыляющего воду и от температуры воды. Расход воды колеблется от 20 до 25 литров на 1 куб. м пропускаемого газа.

Основные требования, предъявляемые к скрубберу, таковы:

- 1) конструкция скруббера должна обеспечивать продолжительную и непрерывную работу при минимальных расходах на эксплуатацию;
- 2) газ должен проходить по всей площади сечения скруббера и возможно лучше орошаться водой;
- 3) количество воды, расходуемой на скруббер, должно быть минимальным, т. е. не превышать 20—25 литров на 1 куб. м газа;
- 4) количество остающейся в газе пыли должно быть также минимальным, т. е. не более 5%.

В газах, получаемых путем газификации угля, всегда содержится сера, либо в виде  $SO_2$  и  $H_2S$ , либо в виде органических соединений. Очистка газа от  $SO_2$  и  $H_2S$  может производиться также в скруббере путем мокрой очистки известковым молоком. Такой метод мокрой очистки газа от  $SO_2$  и  $H_2S$  может быть рекомендован для газогенераторов двигателей внутреннего сгорания (в маломощных установках) путем пропускания известкового раствора через брызгалки навстречу идущему снизу газу.

Расход извести для раствора — 21 грамм на 1 куб. м газа.

Для генераторного газа после очистки его в скруббере содержание серы в нем не должно превышать 0,13 г/куб. м.

Габариты скруббера

Двигатели мощностью в HP	Количество необходимого газа в 1 час (в куб. м.)	Размеры скруббера (в мм.)		
		диаметр $D_1$	высота $H_1$	толщина стенки
15—30	60—120	700	2100	5
30—45	120—180	750	2300	5
45—60	180—240	800	2500	5
60—80	240—320	850	2700	5
80—100	320—400	900	2900	5

Очиститель (4) представляет из себя сухой фильтр в виде сосуда круглой формы с поставленными в нем колосниками, на которые насыпаны опилки или древесные стружки.

Очиститель запроектирован в типовом генераторе более высокий, чем обычные. Это обусловлено тем, что при конструировании очистителя была поставлена задача использовать его в качестве буфера для смягчения толчков при возвратно-поступательном движении поршня двигателя.

По выходе из скруббера газ содержит в себе различные механические примеси — влагу, частицы угля, золу и сажу. При попадании в двигатель эти примеси могут вызвать различные неисправности его. Влага, оставшаяся в газе после охлаждения, может быть удалена при помощи специального приспособления, отводящего воду из очистителя.

Таким образом очиститель служит окончательным осадителем остатков воды и взвешанной в газе пыли.

Габариты очистителя

Двигатели мощностью в HP	Количество необходимого газа в час (в куб. м.)	Размеры очистителя (в мм.)		
		диаметр D <sub>1</sub>	высота H <sub>1</sub>	толщина стенок
15—30	60—120	700	1500	5
30—45	120—180	750	1600	5
45—60	180—240	800	1700	5
60—80	240—320	850	1800	5
80—100	320—400	900	1900	5

Для обеспечения начальной растопки генератора предусмотрен вентилятор среднего давления, до 200 мм вод. ст.

На основе произведенных экспериментальных работ лабораторией тепловых двигателей Новочеркасского индустриального института, ниже помещаются ориентировочные расчеты на необходимые материалы (металл) для переоборудования двигателей внутреннего сгорания на генераторный газ.

Двигатели мощностью в HP	Генератор						Итого	Скруббер		Очиститель		Всего металла в кг.
	генератор		загрузочное приспособление		топка			листовое железо 5—10 мм.	литье	листовое железо 5—10 мм.	литье	
	листовое железо	литье	листовое железо	литье	листовое железо	литье						
15—30	325	30	100	30	150	100	735	400	20	400	—	1555
30—45	350	30	125	40	160	130	835	425	20	425	—	1705
45—60	375	50	125	40	160	130	880	450	20	450	—	1800
60—80	400	50	150	60	170	150	980	475	20	475	—	1950
80—100	400	50	150	60	170	150	980	500	20	500	—	2000

Примечание. Листовое железо при изготовлении генераторной установки в основном употребляется в 5 мм. и 10 мм.

## Организация массового перевода 4-тактных двигателей жидкого топлива на генераторный газ

Вопрос о переводе двухтактных двигателей малой мощности на газ, после его проработки, было решено выделить в самостоятельную проблему, так как этот двигатель требует значительного переоборудования.

Для двухтактного газового двигателя нужно иметь два отдельных насоса — воздушный (для продувки и зарядки цилиндра воздухом) и газовый (для подачи газа в цилиндр). Это очень усложняет и удорожает установку и делает ее неэкономичной из-за значительного расхода энергии для привода насосов. Продувка двухтактного газового двигателя производится смесью и около трети общего расхода газа теряется при продувке. Смесеобразование происходит в самом цилиндре двигателя недостаточно совершенно и поэтому горение получается менее полное. В двухтактном двигателе имеется опасность вспышки готового газа в картере, что может повести к аварии. Все эти обстоятельства привели лабораторию тепловых двигателей Новочеркасского индустриального института к решению о необходимости проводить работу с нефтяными двухтактными двигателями и дизелями самостоятельно.

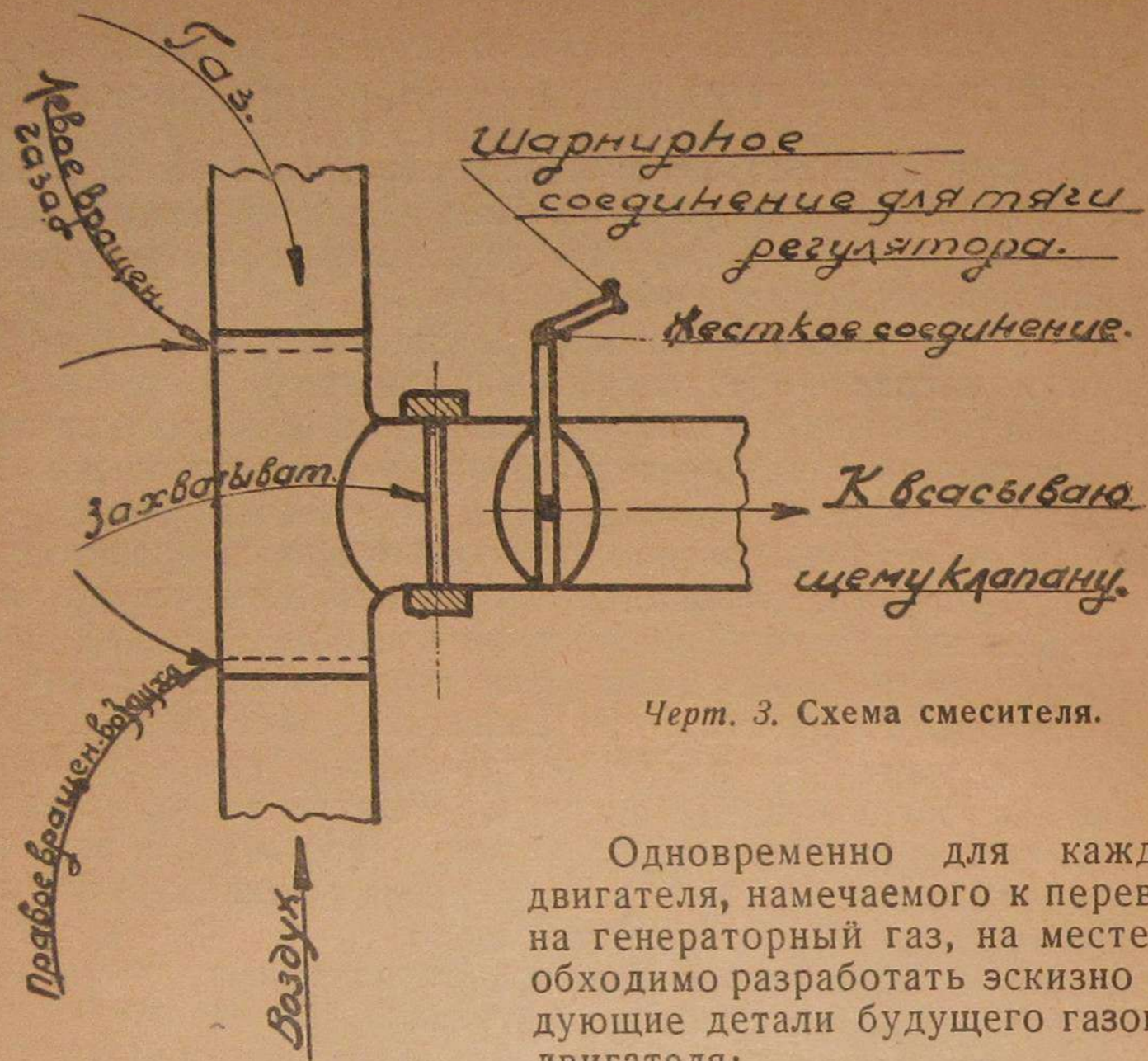
Массовый перевод 4-тактных двигателей жидкого топлива на генераторный газ требует тщательной подготовки и высокой организованности. В этом весьма важном мероприятии не должна быть допущена затяжка сроков перестройки двигателей, необходимо избежать удорожания работ, обеспечить нормальную работу двигателя и, самое главное, не допустить вывода двигателей из строя из-за непроизводительных износов или аварий со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Каждый двигатель, переводимый с жидкого топлива на генераторный газ, должен быть тщательным образом обследован инженером с целью установления:

а) точных размеров всех ответственных деталей, чтобы можно было затем произвести тепловой динамический расчет, а также поверочный расчет на прочность деталей при различных степенях сжатия и аналитически определить допустимую степень сжатия при работе двигателя на генераторном газе без снижения степени надежности их при полной нагрузке;

б) величины и характера износов и овализации цилиндра, поршня, колец, клапанов, поршневого пальца, коренных и кривошипной шеек коленчатого вала и др., чтобы, пользуясь временем, необходимым для перевода двигателя на генераторный газ, произвести, по мере необходимости, капитальный или текущий ремонт деталей;

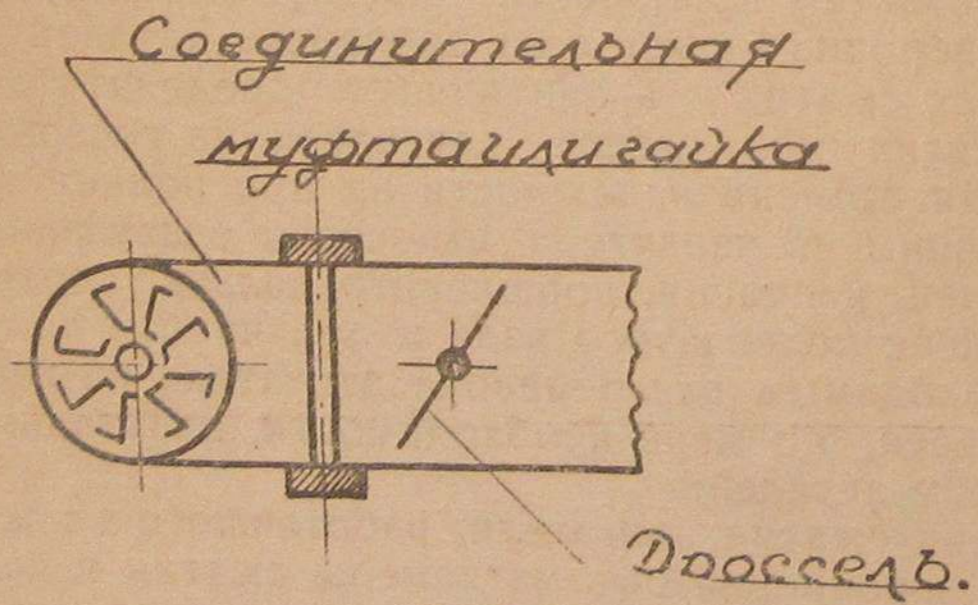
в) степени сжатия двигателя, работавшего на жидком топливе, путем заполнения объема камеры сжатия и калоризатора чистым маслом при закрытых клапанах и их полной герметичности.



Черт. 3. Схема смесителя.

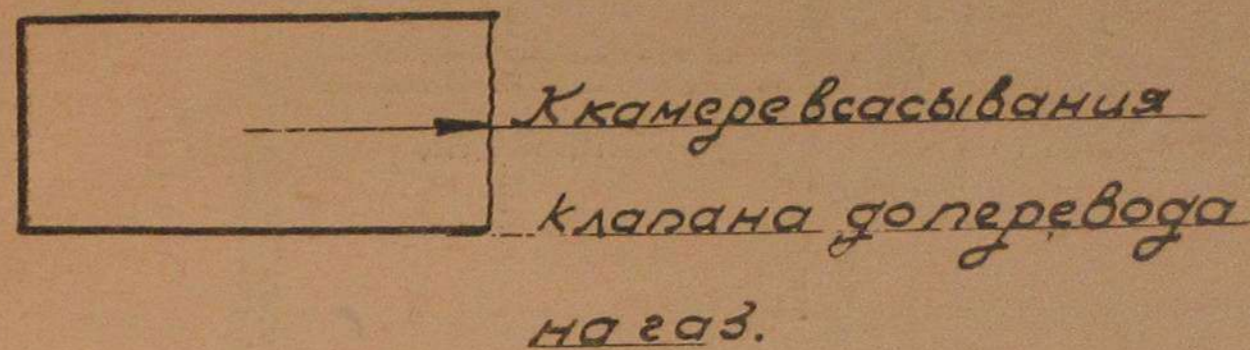
Одновременно для каждого двигателя, намечаемого к переводу на генераторный газ, на месте необходимо разработать эскизно следующие детали будущего газового двигателя:

- 1) запальник с приводом и магнето низкого напряжения,
- 2) отсечная шайба, приводящая в движение якорь магнето и привод запальника, а также приспособление для установление запаздывания воспламенения при запусках двигателя,
- 3) установочная рама для магнето,
- 4) смесительная камера для газа и воздуха,
- 5) привод регулятора к всасывающему или дроссельному клапану, дроссельный клапан.
- 6) приспособление для изменения степени сжатия двигателя.

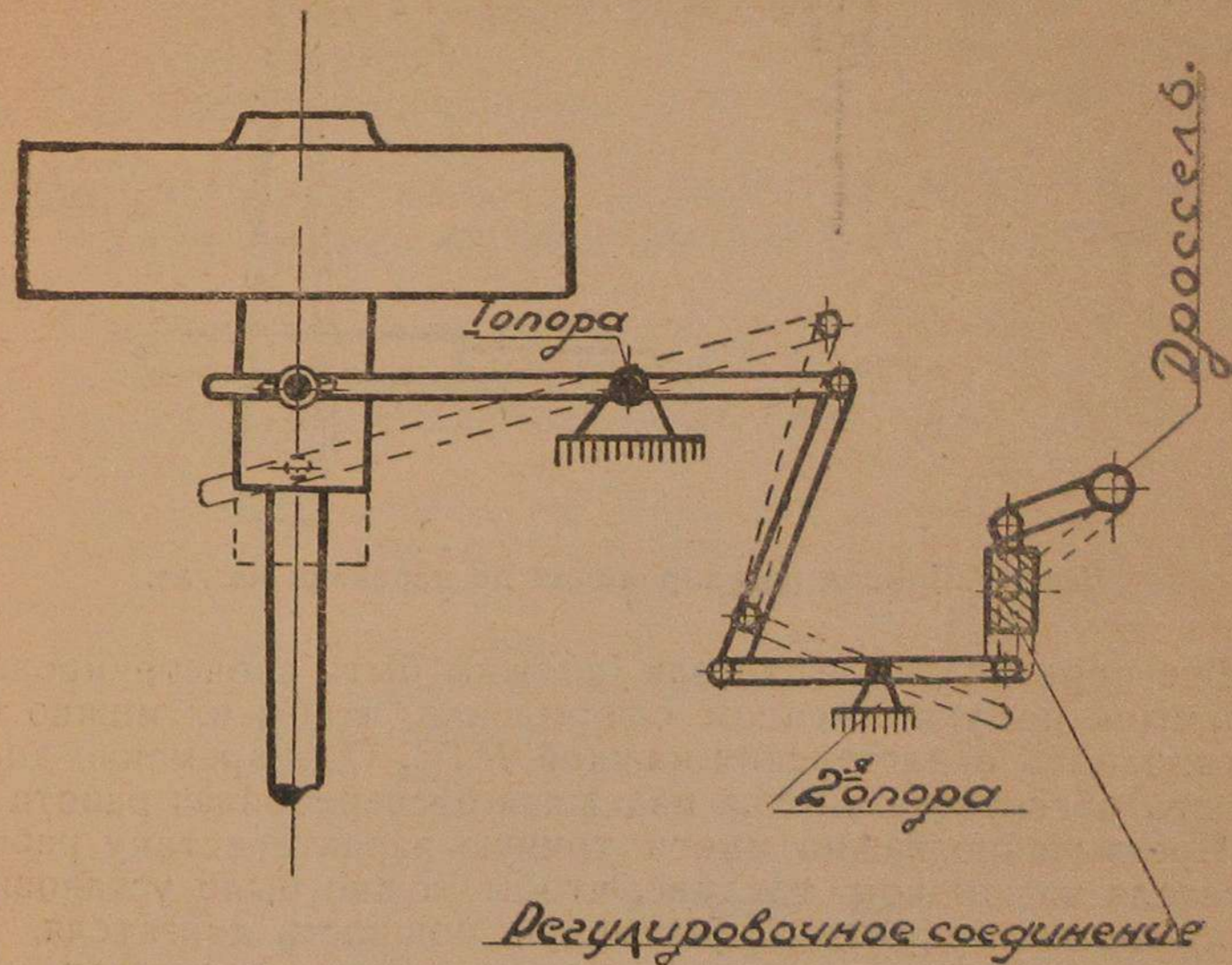


Черт. 4.

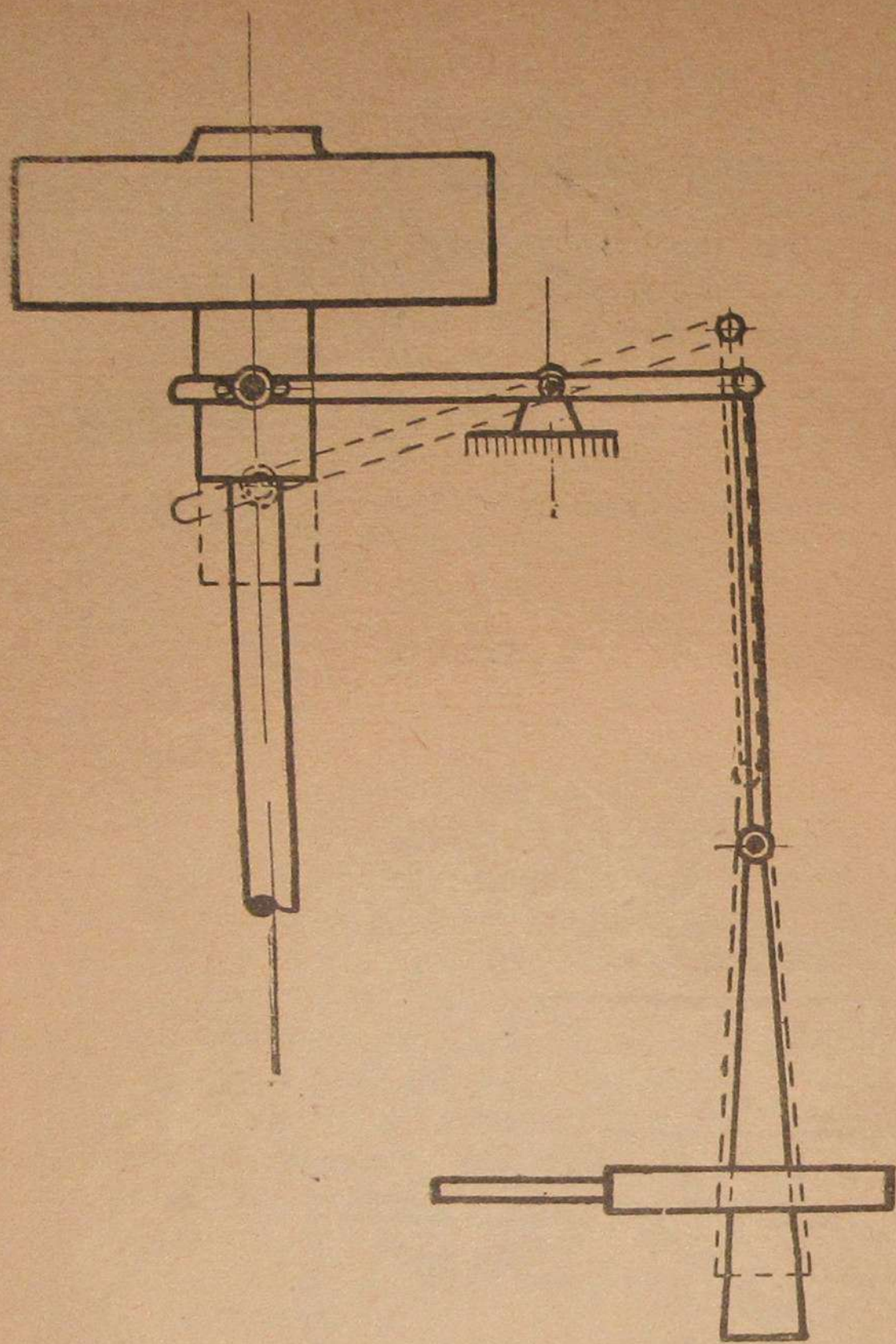
Всасывающий патрубок  
нефтяного двигателя.



Черт. 5.



Черт. 6. Привод регулирования с переводом на газ.



Черт. 7. Привод регулирования до перевода на газ.

Все перечисленные детали должны быть сконструированы в простом, не усложненном оформлении, чтобы их можно было выполнить в мастерских каждой МТС. Одновременно должна быть обеспечена вполне надежная бесперебойная работа их.

Чрезвычайно важно иметь точную характеристику работы двигателя на жидком топливе, чтобы можно было установить:

- а) индикаторную и эффективную мощность двигателя,
- б) удельный расход топлива на различных нагрузках,
- в) удельный расход воды на охлаждение при различных нагрузках в пределах определенного допустимого перепада температур,

г) точное цифровое выражение для механического индикатора

торного и эффективного коэффициента полезного действия на всех режимах,

д) основные элементы теплового баланса двигателя.

Испытание двигателя на жидком топливе должно проходить под руководством квалифицированных специалистов—инженеров, овладевших методикой работы в этом направлении.

Результаты испытания двигателя в виде таблиц эксперимента, таблиц аналитической разработки и кривых изменения основных параметров будут представлять из себя сравнительные данные при осуществлении перевода двигателя на генераторный газ. Данные испытаний—важнейший материал для паспортизации установки.

### Практические советы к конструированию новых деталей

Конструктору новых деталей будущего газового двигателя должны быть предъявлены следующие требования:

1) иметь четкое представление о конструкциях газовых двигателей различных отработанных типов в целом и особенно тех деталей, какие ему необходимо конструировать;

2) все конструируемые детали должны быть в максимальной степени просты, надежны в работе, элементарны в изготовлении.

Об отдельных деталях, подлежащих конструированию, а затем изготовлению, необходимо сделать ряд общих замечаний:

а) запальник—это чрезвычайно простая деталь\*; он должен быть сконструирован по возможности с использованием отверстия в головке двигателя, где вставлялась горловина калоризатора.

Если диаметр отверстия будет менее 50 мм, то корпус запальника будет слишком мал; необходимо в таком случае обследовать днище головки, чтобы определить возможность некоторого увеличения диаметра отверстия (хотя бы до 50—60 мм). Однако, нельзя упускать из виду, что стенки головки не должны быть ослаблены.

При установке магнето низкого напряжения на отрыв во всех случаях необходимо рекомендовать простую конструкцию запального приспособления Бош с приводом и отсечной шайбой.

б) Рама для установки магнето низкого напряжения должна быть портативной, но одновременно исключающей всякие вибрации и прогибы. Эта рама изготавливается из любых сортов железа и устанавливается жестко к раме двигателя, с учетом очень близкого расположения к хвостовой части распределителя

\* См. Дуббель „Двигатели внутреннего горения“, изд. ОНТИ, 1932 г., стр. 143—145.

тельного вала горизонтального двигателя, так как отсечная шайба связана с перемещением якоря магнето.

Смесительная камера может быть сконструирована в виде специальной чугунной отливки, применительно к той или иной конструкции газового двигателя.

Как правило, у двигателей жидкого тяжелого топлива клапанное хозяйство устроено просто и представляет иногда большие конструктивные трудности совместить смеситель газовых двигателей и полость всасывающего клапана 4-тактного нефтяного двигателя.

Задача эта должна быть конкретно разрешена на месте у самой установки, но с сохранением следующих отправных принципов:

1) перемешивание газа и воздуха перед входом в цилиндр двигателя должно быть хорошее;

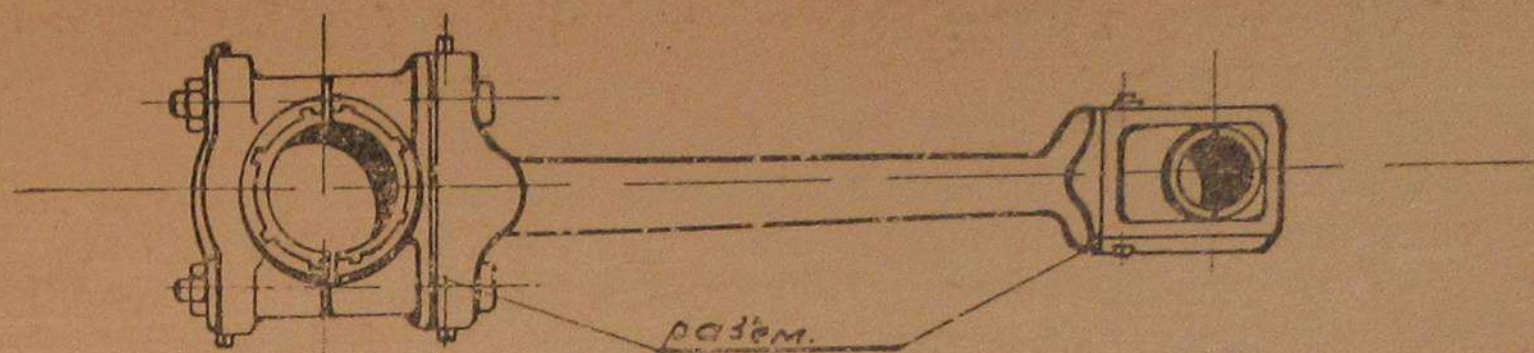
2) смесительная камера должна быть по возможности минимального объема, так как в случае обеднения генераторного газа происходят выстрелы, т. е. горение газозвушной смеси в смесителе. Большие размеры смесителя вызывают взрывы, что разрушает его и небезопасно для обслуживающего персонала.

При конструировании смесителя необходимо особо обратить внимание на возможность переустройства съемного корпуса всасывающего клапана так, чтобы использовать его общие габаритные размеры с устройством камеры смешения газа с воздухом у самого клапана. Одновременно необходимо не упускать из виду, что при отсутствии возможности регулировать двигатель за счет всасывающего клапана (как это имеет место у газовых двигателей), в смесительной камере в том месте, где уже подготовлена рабочая газозвушная смесь, должен быть установлен дроссельный клапан, точно подогнанный по сочению смесителя, с устройством необходимой связи с приводом регулятора.

г) Привод регулятора во всех своих звеньях конструируется и изготавливается достаточно жестким (при отсутствии возможности каких-либо прогибов) и одновременно облегченным, дабы сохранить чувствительность действия регулятора. Все шарнирные соединения всей системы привода регулятора не должны иметь люфта, пригонка осей должна быть точной, не допускающей смещений в пределах 0,5 мм.

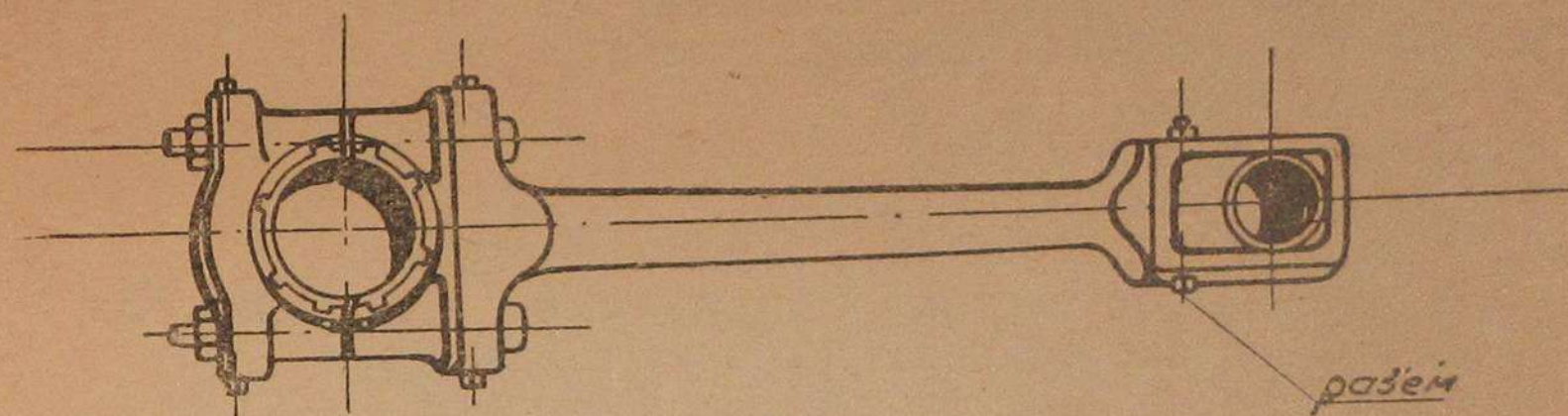
д) Изменение степени сжатия двигателя в сторону его повышения достигается различными методами, в зависимости от конструкции двигателя:

1. Если шатун конструктивно оформлен таким образом, что между стержнем шатуна и его головками имеет место разъем, то увеличение степени сжатия производится путем установки соответствующей толщины стальной прокладки в месте разъема кривошипной головки.



Черт. 8.

2. Если стержень шатуна с половиной кривошипной головки шатуна представляет собой одно целое, а малая головка шатуна разъемная, то подкладка соответствующей толщины устанавливается в разьеме малой головки.



Черт. 9.

3. Если шатунные головки не имеют разъемов, то увеличение степени сжатия производится изменением длины поршня на строго определенную величину, при этом необходимо использовать одновременно конструктивные возможности усиления днища поршня ребрами жесткости и небольшого утолщения его днища.

Увеличение длины поршня вызывает увеличение веса, а значит и массы и сил инерции поступательно-движущихся частей, создавая, таким образом, затруднительные условия работы для шатунных болтов. Это обстоятельство игнорировать ни в какой мере нельзя,—необходимо принять за правило, что при конструировании нового поршня вес комплекта поршня (поршень, палец, кольца) должен остаться, по возможности, без изменения, облегчение новой конструкции поршня надо осуществлять за счет уменьшения толщины и длины юбки поршня.

Все другие способы увеличения степени сжатия (устройство металлической накладки на днище поршня, такой же накладки к днищу сгорания) недопустимы во всех отношениях и их нужно категорически отвергнуть.

Применение прокладки в месте разъема тела шатуна с его головкой вызывает необходимость конструирования и изготовления новых шарнирных болтов.



Необходимо в этом случае обратить серьезное внимание на то обстоятельство, что 88—90% всех тяжелых аварий двигателей внутреннего сгорания тяжелого стационарного типа случается вследствие обрыва шатунных болтов. Необходимо конструктивное оформление новых шатунных болтов проводить со всей тщательностью, ориентируясь на высококачественные стали, рекомендуемые для этой детали. Изготовление шатунных болтов обязательно надо проводить по всем технологическим процессам, включая и термообработку.

### **Факторы, влияющие на повышение мощности и экономичности эксплуатации газовых двигателей**

О факторах, влияющих на повышение мощности и экономичности газовых двигателей, можно без особого труда найти необходимые сведения в любом учебнике по двигателям внутреннего сгорания.

Таких факторов—семь:

- 1) увеличение степени сжатия,
- 2) наддув или нагнетание газом двигателя,
- 3) уменьшение местных сопротивлений в газопроводах,
- 4) уменьшение температуры газа и воздуха,
- 5) улучшение качества генераторного газа,
- 6) сохранение нормальной тепловой напряженности двигателя в целом,
- 7) квалификация и бдительность обслуживающего персонала.

### **Уход и пуск газогенераторной установки с двигателем**

#### **а) Газогенераторы**

1. Проверить свободный доступ воды к испарителю.
  2. Очистить колосниковую решетку, набросать древесных стружек, щепок и т. п., насыпать угля или дров и зажечь при открытых топочных дверцах.
  3. Соединить генератор с вытяжной трубой при посредстве двухходового клапана, имеющегося на вытяжной трубе, чтобы образующийся дым мог выходить из нее, а газовый трубопровод, идущий к скрубберу, был закрыт. Благодаря естественной тяге, создаваемой вытяжной трубой, воздух поступает в шахту через боковые отверстия или топочную дверцу и растопка начинает разгораться. Через боковые отверстия наблюдают, чтобы разгорание растопки происходило равномерно по периферии шахты. В случае затухания какой-либо части слоя, производят регулировку подачи воздуха через заслонки, открывая их больше там, где топливо слабо разгорается.
- После развития горения растопки необходимо получить слой раскаленного угля, а также соответствующий нагрев об-

муровки, обеспечивающий быстрое получение газа необходимого качества.

4. Пустить в ход вентилятор, закрыть топочные дверцы и довести уголь или дрова до полного горения, а затем добавить топлива доверху.

Топливо загружается следующим образом: открывают крышку воронки газогенератора, загружают в нее топливо, закрывают крышку и нажатием на рычаг нижнего клапана воронки открывают его, вследствие чего топливо опускается в шахту. После освобождения рычага клапан под действием груза закрывается. Повторяя эту операцию несколько раз, заполняют шахту газогенератора топливом.

После достаточного разогрева генератора и образования слоя угля на решетке, проверяют готовность газа, зажигая его у пробного крана. Газ должен гореть синим пламенем.

Разогрев газогенератора и накопление необходимого слоя раскаленного угля происходит в течение 1—4 часов, в зависимости от рода топлива и размеров газогенератора.

5. Разобщают генератор с вытяжной трубой с помощью двухходового клапана и соединяют со скоруббером, вводя в действие душ.

Образующийся в шахте газ проходит вниз через горячий слой угля по нижнему газопроводу в скруббер, куда подается и холодная вода. Движение холодной воды и газа в скруббере происходит по принципу противотока. Газ, разбиваясь на отдельные струйки, проходит между кусками угля и орошается сверху холодной водой. При этом газ не только охлаждается, но и очищается от посторонних примесей: смолы, сажи и пыли. Из скруббера газ поступает в сухой очиститель, где задерживаются частицы влаги, увлекаемые газом из скруббера.

Из сухого очистителя газ поступает в газовый горшок и по вытяжной трубе выходит наружу. В это время перед двигателем открывают контрольный краник и поджигают газ для окончательного определения годности его. При хорошем разогреве газогенератора удается быстро получить нормальный газ, который при зажигании горит бледно-фиолетовым пламенем.

Убедившись таким образом в получении газа нормального качества, плотно закрывают задвижку на вытяжной трубе и открывают задвижку на газопроводе между газовым горшком и двигателем. После подачи газа вентилятором в смесительный коллектор, начинают пускать двигатель. При пуске двигателя открывают заслонки для подачи воздуха в шахту, причем количество его регулируется по мере нагрузки двигателя. Одновременно с этим закрывают кран на трубе от вентилятора и открывают дроссель на центральном воздухопроводе.

Во время работы газогенератора необходимо, чтобы на уровне подвода воздуха топливо подвергалось горению по всему сечению шахты.

## б) Газовые двигатели

1. Проверить, выключена ли фрикционная муфта и переведен ли главный ремень на холостой ход.

2. Наполнить маслом все масленки, установить правильную подачу его; смазать все шейки коренного и распределительного валов и механизм регулятора; налить масло во все отверстия для смазки и открыть краны от аппаратов для автоматической смазки поршня и шатуна, проверить исправность смазочных колец коренных подшипников при кольцевой смазке.

3. Проверить, достаточно ли воды в циркуляционных баках, если таковые имеются, или в баке холодной воды и, если надо, дополнить их.

4. Проверить вручную движение всех клапанов, следя за их быстрым закрытием.

5. Проверить надежность крепления гаек болтов головок шатуна, коренных подшипников и пр.

6. Проверить качество газа зажиганием его у пробного крана.

7. Проверить исправность магнето.

8. Установить выпускной клапан на работу в два такта посредством постановки ролика рычага выпускного клапана под компрессорный кулак.

9. Открыть все масленки.

10. Открыв продувочные краны или декомпрессорные клапаны, пробоксовать двигатель на полный оборот вала, чтобы убедиться в том, что ничто не препятствует свободному вращению двигателя, а затем поставить двигатель на ход, т. е. в положение, соответствующее небольшому переходу поршня через мертвую точку момента вспышки. В этот момент (начало 3-го такта) все клапаны должны быть закрыты.

11. Поднимая рычаг регулятора, поставить его в пусковое положение.

12. Поставить рычаг зажигания в положение запаздывания вспышки соответственно медленному ходу двигателя во время пуска.

13. Открыть газовые краны у газогенератора и у двигателя до положения указателя „газ“.

### Пуск посредством сжатого воздуха при управлении пускового клапана от руки

14. Открыть вентиль пускового баллона.

15. Быстрым движением руки открыть и сейчас же закрыть пусковой клапан. Если не получилось вспышки, то повторным открытием и закрытием пускового клапана производят новые толчки, следя за тем, чтобы открытие пускового клапана происходило в начале 3-го, а не 1-го такта, так как в противном случае сжатый воздух выйдет через открытые клапаны.

16. После получения вспышки закрыть вентиль пускового баллона.

17. Перевести кулачок выпускного клапана на полное сжатие.

18. Поставить рычаг зажигания на опережение.

19. Пустить охлаждающую воду и открыть все масленки.

20. Проверив правильность работы смазки и охлаждения, следует первые 5—10 минут работать вхолостую и лишь затем постепенно нагружать двигатель.

21. При пуске двигателя после длительной остановки тщательно осушить трубопровод и цилиндр и не пускать сразу воду через очиститель.

Пусковой клапан управляется от распределительного механизма

14-а. Открыть вентиль пускового баллона.

15-а. Переставить кулачок, управляющий открытием пускового клапана.

16-а. После 5 оборотов двигателя на сжатом воздухе выключить пусковой кулачок и ввести рабочий кулачок.

17-а. После получения вспышки закрыть вентиль пускового баллона.

18-а. Перевести кулачок выпускного клапана на полное сжатие.

19-а. Переставить рычаг зажигания на опережение.

20-а. Пустить охлаждающую воду и открыть все масленки.

21-а. Проверив правильность работы смазки и охлаждения, постепенно нагружать двигатель.

### в) Уход за двигателем во время работы и остановка

1. После первых вспышек переставить зажигание на большее опережение.

2. Наблюдать за правильной подачей смазки ко всем трущимся частям; своевременно пополнять масленки. Ежедневно смазывать магнето двумя-тремя каплями масла.

3. Наблюдать за температурой выходящей охлаждающей воды, не допуская повышения ее выше 45—55° С. В случае повышения температуры свыше 70° воспрещается быстро пускать большое количество холодной воды, во избежание появления трещин, а следует увеличивать подачу воды постепенно. В случае чрезмерного перегрева двигателя (до 80°) уменьшить или выключить нагрузку; при малой нагрузке или при холостом ходе дать остыть, после чего снова нагружать двигатель.

4. Наблюдать за цветом выхлопных газов, которые при правильном сгорании должны быть бесцветны; если выхлопные газы имеют серый оттенок, то это указывает или на перегрузку двигателя, или на неправильность распределения.

5. Если двигатель снабжен пусковым аппаратом, озаботиться наполнением пускового баллона воздухом.

6. Спускать скопившуюся в глушителе воду через каждые 2—3 часа.

7. Через каждые полчаса осматривать и ощупывать все главные доступные части двигателя: подшипники, эксцентрики, а также нижние части цилиндрических втулок.

8. Проверять правильность закрытия всех клапанов наощупь.

9. Регулировать состав рабочей смеси посредством открытия газового и воздушного клапанов в зависимости от нагрузки и качества газа; степень открытия клапана достигается опытом.

10. При холостом ходе или малых нагрузках зажигание переводить на большее опережение.

11. Держать двигатель в чистоте.

### Инструкция по учету эксплуатации силовых установок и по определению стоимости вырабатываемой установкой энергии

Хозяйственный расчет требует введения строгого учета эксплуатации силовых установок. Приведенные ниже ведомости могут служить основой для отчетности силовой установки. В каждом отдельном случае в ведомостях могут быть сделаны некоторые дополнения или изменения применительно к местным условиям и типу двигателей.

Форма № 1 заполняется старшим машинистом каждой смены. В графу „замечания“ заносится краткое описание замеченных неисправностей и их устранение, снимались ли вертикальные диаграммы и т. п.

Форма № 2 заполняется дежурным у щита. Если двигатели приводят в движение трансмиссию, насосы или другие механизмы, то форма ведомости соответственно меняется. В подобных установках учет выработки энергии часто затруднителен, поэтому иногда проще прибегать к индицированию двигателей для основных видов нагрузки и по ним уже определять среднесуточную мощность.

Форма № 3 — регистрация температур воды и газов — дает возможность быстро определить состояние двигателя и изменения в его работе. Почасовая регистрация температур повышает бдительность обслуживающего персонала. Регистрация температур топлива у каждого блок-насоса крайне важна в случае применения топлива, требующего предварительного подогрева для получения уверенности в полноте его горения. Колебание температуры в системе смазки сигнализируют о ненормальностях в подшипниках.

Отмечая ежедневно давления сжатия, можно построить кривую, которая дает возможность судить о состоянии поршневых колец в данном цилиндре, степени ухудшения работы колец и необходимости их ремонта.

Температура выхлопных газов в момент выхода из цилиндров служит лучшим показателем для выявления недостатков работы двигателя. Если в цилиндр поступает недостаточное количество топлива, то температура выхлопа будет ниже, по сравнению с температурой газов других цилиндров. И наоборот, высокая температура газов может являться показателем плохого сгорания топлива в цилиндре. Причиной такого явления может быть плохое распыливание форсунки или низкое давление сжатия.

Машинист высокой квалификации проверяет (читает) температуру выхлопных газов каждый час и разница в показаниях между отдельными цилиндрами двигателя уже в 15—20° заставляет его искать причину этого явления.

Форма № 4 ведется сменами. Сюда заносятся все расходуемые материалы, как основные, так и вспомогательные, в весовых или объемных мерах. В ведомости должно быть достаточно места для занесения каждой сменой замеченных неисправностей в двигателе и отметки об их устранении.

Форма № 5 ведется конторой. В конце каждого месяца исчисляются как расход, так и стоимость основных и вспомогательных материалов, отнесенные к количеству единиц, выработанных станцией за отчетный месяц.

Форма № 6 ведется механиком с последующей обработкой в конторе. Все затраты на ремонт разбиваются на три класса с целью выявления влияния отдельных факторов.

Полная стоимость ремонта относится к количеству выработанной энергии.

Форма № 7 — обычная ведомость обслуживающего персонала, — ведется конторой помесечно, с последующим отнесением затрат к количеству выработанной энергии.

Форма № 8 ведется старшим машинистом газогенераторной установки.

На основании общих законоположений и данных, записанных в приведенных выше первичных ведомостях, бухгалтерия предприятия определяет стоимость вырабатываемой установкой энергии.

Эксплуатационные расходы разбиваются на две основные группы:

1) расходы постоянные, не зависящие от годовой выработки энергии и,

2) расходы переменные, зависящие от работы станции и пропорциональные числу часов работы и количеству выработанной энергии.





Суточный расход материалов на обслуживание двигателя

Станция . . . . . Двигатель № . . . . .

„ . . . . . “ числа . . . . . месяца 193 . . . . . г.

Смены	Добавлено масла в систему	Расход гидравлического масла	Расход топлива	Расход воды	Расход материала для очистки	Расход прочих материалов (наименование и количество)	Замеченные неисправности в двигателе и способы устранения

Расход на материалы по обслуживанию силовой установки

За „ . . . . . “ . . . . . м-ц 193 . . . . . г. Станция . . . . .

Выработано квтч. за „ . . . . . “ . . . . . м-ц 193 . . . . . г.

Основные материалы	Расход					Стоимость		
	наличие в начале месяца	Поступление в течение месяца	осталось на следующий месяц	израсходовано за месяц	расход на 1 квтч.	поступившей партии	израсходовано за месяц	приходится на 1 квтч.

Произведенные затраты по ремонту и переустройству установки

За „ . . . . . “ . . . . . м-ц 193 . . . . . г.

Выработано за м-ц квтч. . . . .

Описание производственных работ	Затраты на ремонт вследствие износа			Затраты на ремонт вследствие аварий			Затраты на переустройство		
	материалы	рабсила		материалы	рабсила		материалы	рабсила	
		урочная	сверхурочная		урочная	сверхурочная		урочная	сверхурочная

Затраты на содержание обслуживающего персонала силовой установки

За „ . . . . . “ . . . . . месяц 193 . . . . . г.

Число занятых рабочих . . . . .

Фамилии и номера рабочих	Проработано нормальных часов	Проработано сверхурочных часов	Затрата за нормальное время	Затрата за сверхурочное время



Основные параметры нефтяных двигателей советского производства

Завод	Полная мощность ЭПС	Число цилиндров	Число тактов	Мощность в цилиндре ЭПС	Число оборотов в минуту	Диаметр цилиндра (мм.)	Ход поршня (мм.)	Отношение хода поршня к диаметру	Скорость поршня (метров в секунду)	Среднее эффектив. давление кр. на кв. см.	Расход в граммах на ЭПС-ч.		Вес в кг. на 1 ЭПС <sup>1)</sup>	Габариты <sup>2)</sup> в мм.			Цена за единицу в рублях на 1937 г. Франкозавод
											топлива	масла		длина	ширина	высота	
Коммунист . . . . .	15	1	2	15	650	180	200	1,11	4,33	2,04	280	30	54	1000	850	1200	3200
Им. Микояна . . . . .	30	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	1900	850	1200	5000
Красный прогресс . . . . .	20	2	2	10	750	150	160	1,07	4	2,12	350	35	43	1900	800	1000	—
	25	1	2	25	500	220	250	1,14	4,16	2,36	350	35	44	1900	900	1345	4000
Им. 25 октября . . . . .	12	1	2	12	375	200	240	1,20	2,6	2,2	360 ± 10%	25—35	66	1250	1175	1615	—
	18	1	2	18	300	225	265	1,18	2,65	2,56	360 ± 10%	25—35	62	1410	1345	1800	—
	22	1	2	22	500	200	240	1,20	4	2,63	250	25—35	—	1000	1175	1500	—
	60	1	2	60	230	410	420	1,02	3,22	2,12	320 ± 10%	8 ± 10%	80	3125	2300	1870	10000
Им. Дзержинского . . . . .	75	1	2	75	230	410	400	1,20	3,76	2,26	320 ± 10%	8 ± 10%	67	3295	2300	1870	10200
	40	1	4	40	225	320	500	1,56	3,75	3,98	300 ± 10%	25—35	101	2670	3720	3200	7000
Красный двигатель . . . . .	20	1	2	20	310	240	280	1,17	2,89	2,28	280 ± 5%	25—35	67	1990	1523	1085	—
	35	1	2	35	400	260	300	1,15	4	2,48	300	25—35	103	2800	2000	2000	—
Астраханский . . . . .	35	1	2	32	270	280	356	1,27	3,2	2,66	400	25—35	80	1600	900	1900	—
Невьянский . . . . .	12	1	2	12	675	150	176	1,17	3,96	2,58	300	25—35	70	1300	1200	1600	—

1) Вес на 1 ЛС приведен за вычетом веса маховика

2) Веса и габариты даны ориентировочно