

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР
ГЛАВЭНЕРГО

Трест Оргкоммунэнерго

9 69
1821

А. Г. ИГНАТОВ
ДОЦЕНТ, КАНД. ТЕХН. НАУК

**ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ПЕРЕВОДУ
СТАЦИОНАРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО**

ТЕКСТ К АТЛАСУ

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Общие принципы перевода стационарных нефтяных двигателей на газообразное топливо	5
Основное дооборудование и переделки двигателя	6
Степень сжатия	8
Пояснения к таблицам атласа	9
Часть I. Общие сведения по твердому топливу, газообразному и газогенераторам. Таблицы 1—14	9
" II. Газификация древесины. Таблицы 1—28	16
" III. Газификация торфа. Таблицы 1—5	26
" IV. Очистка и охлаждение газа. Таблицы 1—19	29
" V. Вспомогательное оборудование. Таблицы 1—28	35
" VI. Примеры компоновок газогенераторных установок. Таблицы 1—19	41
" VII. Газовоздушные смесители, коллекторы и регулирующие заслонки. Таблицы 1—21	46
" VIII. Приборы для воспламенения смеси. Таблицы 1—7	52
Рекомендуемая последовательность расчета и определение размеров газогенераторного оборудования	54



2017069591



Редактор П. Ф. Вебер
Техн. редактор О. А. Гурова

Сдано в набор 11/XII 1943 г. Подписано к печ. 21/VI 1944 г. 60×92/16 Печ. л. 3¹/₂ + 48 л. чертежей альбомы Л39055 Уч.-изд. 3¹/₂ л. + 26¹/₂ л. чертежей 47000 зн. в 1 печ. л. Тираж 3000 экз. Зак. 1182

13-я тип. треста "Полиграфкнига" ОГИЗа при СНК РСФСР. Москва, Денисовский, 30

44-2/200



ПРЕДИСЛОВИЕ

Задача экономии нефти и ее погонов была всегда одной из наиболее актуальных. Поэтому неоднократно изыскивались способы перевода установок с двигателями внутреннего сгорания с жидкого на иного рода топливо. Такой перевод в значительной мере осуществлен в тракторном и грузовом автопарках путем внедрения газогенераторов для дров, угля и торфа. Естественно, что возник также вопрос о реконструкции и стационарных установок, работающих на нефти, керосине, а иногда и на бензине.

Использование непосредственно в цилиндрах двигателей твердого топлива пока еще находится в стадии лабораторных опытов, и в настоящее время практически перевод двигателей внутреннего сгорания с жидкого топлива на местное твердое возможно лишь при предварительной газификации топлива.

Эксплуатация двигателей на газообразном топливе — не проблема, а незаслуженно оставленный в тени вопрос. Достаточно напомнить о большом количестве установленных в свое время газогенераторных двигателей Дейтца, Крослей, Горнсби, а также о более современных крупных газовых машинах Тиссена, Эргард-Земмера и МАНа, работающих на газе доменных печей на металлургических заводах.

Сходство динамики процессов, протекающих в цилиндрах двигателей, работающих на жидком и газообразном топливе, и вытекающее отсюда конструктивное подобие машин позволяют, за редким исключением, заменять, лишь с ничтожными переделками двигателя, один род топлива — другим.

Это достаточно подтверждено широко внедренным переводом на газообразное топливо автотракторных двигателей и уже осуществленными реконструкциями ряда стационарных установок. Наиболее трудоемкой работой при подобной модернизации является сооружение газогенераторной установки, состоящей из газогенератора и очистителей (скрубберов, холодильников).

Большинство затруднений, возникающих при проектировании этих установок, а отчасти и задержек в их осуществлении, в значительной мере объяснимо недостаточной популярностью вопроса и распыленностью опубликованного материала в различной литературе.

Целью настоящей работы явились систематизация имеющегося расчетно-проектного и опытного материала и создание практического руководства для проектировщика или механика станции, перед которыми поставлена задача перевести двигатель с жид-

кого на твердое топливо; поэтому работа содержит весь необходимый справочный материал по основному и вспомогательному оборудованию.

Весь расчетный материал сведен в номограммы и таблицы, позволяющие с минимальной затратой времени определить мощность двигателя при его работе на газе, а также и размеры необходимой аппаратуры.

Большинство таблиц содержит примеры осуществленных и запроектированных рекомендуемых конструкций. Часть таблиц может непосредственно служить чертежами для производства работ на месте.

Почти весь конструктивный материал рассчитан на производство работ силами мастерской средней силовой станции без помощи машиностроительных заводов.

В настоящей работе отсутствует раздел, освещающий газификацию каменных углей. Как показывает опыт последнего года, этот раздел не является сейчас актуальным.

Выражая надежду, что работа окажется полезной, заранее приношу благодарность всем лицам, которые сочтут возможным прислать мне свои замечания. Одновременно выражаю признательность инженеру А. Н. Тарумову, оказавшему мне помощь в данной работе.

А. Игнатов

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕВОДА СТАЦИОНАРНЫХ НЕФТЯНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО

Тепловые процессы, протекающие в цилиндрах двигателей, построенных для работы на газообразном топливе, вполне идентичны процессам, наблюдаемым в двигателях, предназначенных для жидкого топлива. Поэтому, а также в связи с конструктивным сходством деталей двигателей, вне зависимости от того, для какого топлива они предназначались, следует, что принципиально любой двигатель, построенный для работы на жидком топливе, может быть переведен на газообразное.

При работе на газообразном топливе (как и на жидком) может быть осуществлен любой из известных тепловых процессов (циклов), но в настоящее время получил распространение лишь цикл Отто. Осуществляется он как при работе двигателя исключительно на газообразном топливе, так и при работе на смеси газа с жидким топливом. Для последнего случая часто употребляют термин «газо-жидкостной» или «смешанный цикл», что принципиально неверно, так как в обоих случаях протекает один и тот же термодинамический процесс с горением при постоянном объеме. Более правильно назвать этот вариант «работой на газе с присадкой жидкого топлива» (цикл Сабатэ может протекать лишь при значительной доле присадки жидкого топлива).

Практически, при переводе двигателей на газообразное топливо, получили распространение три варианта:

- 1) двигатель модернизируется для работы исключительно на газообразном топливе;
- 2) работа двигателя протекает нормально на газе, но пуск осуществляется на жидком топливе;
- 3) двигатель работает на газе с присадкой жидкого топлива.

Основным преимуществом первого варианта является полная независимость установки от жидкого топлива; к недостаткам относятся несколько большая потеря мощности и необходимость в дополнительных переделках двигателя — по сравнению с третьим вариантом.

Для второго варианта, применимого лишь для калоризаторных и карбюраторных машин, необходимые переделки по объему почти одинаковы с третьим вариантом. По сравнению с первым вариантом второй имеет преимущество, заключающееся в более легком пуске и возможности быстрого обратного перехода с газообразного на жидкое топливо (без остановки машины) в случае неполадок с газогенераторным оборудованием.

Третий вариант требует наименьшего объема работ по переделкам двигателя, но крупным недостатком является замена генераторным газом лишь 50—70% жидкого топлива. При этом варианте предъявляются повышенные требования к состоянию топливной аппаратуры двигателя и компрессора (для компрессорных машин). Усложняется система регулирования. Кроме уменьшения первоначального объема работ преимущество заключается в возможности перехода в любой момент на работу исключительно на жидком топливе.

Работа с присадкой жидкого топлива характерна повышенными давлениями сгорания, что требует внимательного наблюдения и в ряде случаев ставит под сомнение возможность применения этого варианта для ряда компрессорных машин, как из-за их недостаточной прочности, так и необходимости повысить давление распыливающего воздуха. Последнее может быть обеспечено лишь при наличии надежных и вполне исправных компрессоров.

В настоящее время выявилась тенденция:

а) компрессорные двигатели переводить в основном по первому варианту, т. е. на работу исключительно на газообразном топливе;

б) калоризаторные двигатели — по второму варианту, реже по первому;

в) бескомпрессорные двигатели — в большинстве случаев по третьему варианту, т. е. на работу с присадкой жидкого топлива.

Третий вариант в ряде случаев может рассматриваться как первая стадия, предшествующая переводу на работу исключительно на газообразном топливе.

При переводе двигателя на генераторный газ, полученный из дров или торфа, получаемая мощность (или что эквивалентно — снижение мощности против номинальной) зависит почти исключительно от степени форсированности машины при ее работе на жидком топливе. Для отдельных двигателей мощность может быть сохранена, но для большинства машин в среднем следует считать снижение мощности против номинальной:

а) при первом варианте — около 20%;

б) при втором варианте для калоризаторных машин — около 20%; если же позволяет механическая прочность двигателя, мощность легко может быть сохранена номинальной;

в) при третьем варианте — около $12 \div 15\%$.

ОСНОВНОЕ ДООБОРУДОВАНИЕ И ПЕРЕДЕЛКИ ДВИГАТЕЛЯ

Вне зависимости от принятого варианта, необходимо сооружение газогенераторной установки для получения, охлаждения и очистки газа. Также необходимо оборудование двигателя газоздушным смесителем с дроссельными заслонками, связываемыми с регулятором или управляемыми от руки.

Для работы с присадкой жидкого топлива (третий вариант) дополнительные переделки и дооборудование не нужны, так как в этом случае в машину, вместо чистого воздуха, поступает газо-

воздушная смесь, воспламеняющаяся от впрыскиваемого в цилиндр жидкого топлива. Форсунка и топливный насос могут быть сохранены без переделок. Степень сжатия в большинстве случаев остается без изменения или незначительно снижается удалением прокладок из-под пятки шатуна.

Регулирующая система должна обеспечивать:

а) при пуске двигателя — полное закрытие заслонки на газовой линии и воздействие регулятора на топливные насосы;

б) при работе — поддержание постоянным процента присадки жидкого топлива и воздействие регулятора на заслонку на газовой линии;

в) при нагрузках меньших, нежели покрываемые установленной присадкой жидкого топлива, — полное закрытие заслонки на газовой линии и воздействие регулятора на топливные насосы.

Дополнительно должна быть предусмотрена ручная подрегулировка газа, засасываемого в цилиндры для выравнивания мощности по цилиндрам.

Для работы по второму варианту дополнительно устанавливается система принудительного воспламенения смеси. Калоризатор и топливная система сохраняются без изменений. Изменение (повышение) степени сжатия производится за счет прокладок между шатуном и мотылевым подшипником или заполнения некоторой части внутренней полости калоризатора чугунной вставкой.

Регулирование производится дросселированием газозадушной смеси, поступающей в цилиндр, подрегулировка качества смеси осуществляется заслонкой на воздушном патрубке смесителя. При нормальной работе топливный насос, после пуска двигателя, полностью выключается.

Во многих случаях, из-за недостаточной мощности регулятора, дроссели имеют лишь ручное управление; при этом необходимо повышенное внимание персонала во время работы, во избежание разрыва машины.

В калоризаторных машинах для работы исключительно на газообразном топливе, помимо указанного выше, калоризатор заменяется чугунным фланцем с выступом, заполняющим некоторую долю объема камеры горения. Топливная система удаляется. Зажигание смеси и регулирование производится, как указано выше.

В двигателях Дизеля, переводимых на работу исключительно на газообразном топливе, изменяется (снижается) степень сжатия. В редких случаях это достигается при помощи прокладок; в большинстве необходима замена поршня. Зажигание смеси осуществляется от электрической искры; свечи монтируются взамен форсунок или предохранительных клапанов. Топливные насосы могут быть удалены.

Регулятор в большинстве случаев связывается лишь с заслонкой на газовой линии; при этом качество смеси изменяется от руки (дросселем на воздушном патрубке смесителя). Предусматриваются заслонки для выравнивания мощности по цилиндрам.

СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ

При работе с присадкой жидкого топлива наблюдается значительное повышение давления горения. Для его снижения степень сжатия должна быть по возможности уменьшена. Минимальное значение степени сжатия диктуется возможностью пуска двигателя: установленная степень сжатия должна обеспечивать самовоспламенение жидкого топлива при непрогретой машине. Практически степень сжатия устанавливается 12—13.

При работе без присадки жидкого топлива степень сжатия диктуется максимально допустимыми давлениями в процессе (давлением вспышки), т. е. механической прочностью машины. При этом можно ожидать при работе на газе с теплотворной способностью около 1100 кал/м³ и нормальном избытке воздуха:

при степени сжатия ϵ	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
давление конца горения p_z	27,0	30,0	33,0	35,5	38,5	41,5

Практически степень сжатия устанавливается:

- а) для калоризаторных машин 6—6,5
- б) для компрессорных двигателей Дизеля 7,0—8,0
- в) для бескомпрессорных двигателей Дизеля 7,5—8,5

ПОЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ АТЛАСА

Часть I. Общие сведения по твердому топливу, газообразному и газогенераторам

Часть I содержит: расчетные номограммы для определения ожидаемой мощности двигателя при его работе на генераторном газе и объема камеры сжатия в зависимости от степени сжатия и размеров цилиндра; сведения о составе и теплотворной способности различных твердых топлив; расчетные и экспериментальные данные о напряжении газогенераторов, составе и выходе газа; описание наиболее простых приборов, необходимых для эксплуатационного контроля за работой газогенераторной установки.

Таблица 1. Номограмма для ориентировочного определения эффективной мощности четырехтактного двигателя при его работе на газообразном топливе.

Ожидаемая мощность двигателя при работе на том или ином топливе может быть определена на основании теплового расчета. Последний относительно сложен и не вполне себя оправдывает, так как неизбежные отклонения в выбираемых температурах и давлениях (а также механического к. п. д.) от их истинных значений ощутимо искажают результат. Поэтому для машин малых и средних мощностей, не отличающихся какими-либо особенностями от двигателей нормального типа, вполне допустимы приближенные решения.

Построенная, исходя из среднего значения начальных величин, номограмма дает возможность определить мощность двигателя (на один цилиндр) в зависимости от числа оборотов, диаметра цилиндра, хода поршня и теплотворной способности газа, при работе по циклу Отто.

Так как величина теплового заряда зависит также от избытка воздуха a , то в первом квадранте номограммы дан ряд кривых для различного значения a и указано ее наиболее вероятное значение (в зависимости от Q_p газа).

Пример приведен для четырехтактного двигателя, работающего на газе с теплотворной способностью 1100 кал/м³, с диаметром цилиндра 425 мм и ходом поршня 600 мм при 187 об/мин.

По номограмме ожидаемая мощность одного цилиндра определена в 75 л. с.

Этой же номограммой можно пользоваться и для определения

мощности двухтактных машин: в этом случае результат должен быть увеличен примерно на 60%.

Примечание. В основу номограммы положено уравнение:

$$N_e = \frac{Q_p}{1 + \alpha L_0} \cdot \frac{1}{632} \cdot \frac{F \cdot S \cdot n \cdot 60}{2} \cdot \eta_v \cdot \eta_e;$$

значения L_0 , η_v и η_e приняты средними из ряда тепловых расчетов и экспериментальных данных.

Таблица 2. Номограмма для ориентировочного определения эффективной мощности четырехтактного двигателя при его работе на газообразном топливе.

Номограмма аналогична предыдущей, но построена для машин меньшей мощности и газа меньшей теплотворной способности.

Пример приведен для четырехтактного двигателя, работающего на газе с теплотворной способностью 965 кал/м³ с диаметром цилиндра 260 мм и ходом поршня 380 мм при 300 об/мин.

Мощность одного цилиндра равна 28,0 л. с.

Номограммой можно пользоваться для определения мощности двухтактных машин.

Таблица 3. Номограмма для определения изменения высоты камеры сжатия двигателя при переводе его на газообразное топливо.

Двигатели, предназначенные для работы на нефтяном топливе, обычно имеют степень сжатия:

- а) компрессорные двигатели Дизеля 13—16,
- б) бескомпрессорные двигатели Дизеля 11—16,
- в) двухтактные калоризаторные машины (старого типа) 4,0—5,0,
- г) двухтактные калоризаторные машины (более современные) 5,0—6,5,
- д) четырехтактные калоризаторные машины (старого типа) 4,5—6,0,
- е) четырехтактные калоризаторные машины (современные) 6,0—9,0,
- ж) двигатели, предназначенные для работы на керосине, 3,5—4,0.

Для работы на генераторном газе степень сжатия должна быть установлена, как это указано выше, в зависимости от типа и состояния двигателя, в пределах 6—8,5.

Необходимое изменение объема камеры сжатия может быть достигнуто различными путями; наиболее простым является смена прокладок в шатуне.

Номограмма дает возможность графически определить толщину дополнительно вводимой или удаляемой прокладки (или изменения высоты головки поршня, но при сохранении ее конфигурации) в миллиметрах, для получения требуемой степени сжатия.

Пример приведен для двигателя Дизеля с ходом поршня 400 мм, в котором степень сжатия намечено снизить с 13 до 7,5. Увеличение высоты камеры сжатия в данном случае должно быть произведено на 28,5 мм.

Примечание. Номограмма дает графическое решение уравнения:

$$\Delta h = S \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{(\epsilon_1 - 1)(\epsilon_2 - 1)}.$$

Таблица 4. Номограмма для определения объема камеры сжатия в зависимости от размеров цилиндра D и S и степени сжатия ϵ .

Номограмма аналогична предыдущей, но дает возможность определить объем камеры сгорания (в литрах) в зависимости от того или иного значения степени сжатия и, следовательно, необходимое изменение этого объема для получения принимаемого нового значения степени сжатия.

Пример приведен для калоризаторного двигателя с диаметром цилиндра 450 мм, ходом поршня 610 мм, для которого степень сжатия (при его работе на нефти) оценена в 4,0. При этой степени сжатия объем камеры сжатия определен (по номограмме) в 32 л.

Для работы на генераторном газе предположена степень сжатия 7,5; объем камеры сжатия должен быть равным (по номограмме) 14 л.

Таким образом, для повышения у указанного двигателя степени сжатия с 4 до 7,5 объем камеры сжатия должен быть уменьшен на $32 - 14 = 18$ л, что конструктивно может быть достигнуто различными путями (например, заменой калоризатора вогнутым фланцем).

Примечание. Номограмма дает графическое решение уравнения:

$$V_c = \frac{V_h}{\epsilon - 1} = \frac{FS}{\epsilon - 1}.$$

Таблица 5. Номограмма для определения объема камеры сжатия в зависимости от размеров цилиндра D и S и степени сжатия ϵ .

Номограмма аналогична предыдущей, но построена для другого диапазона степеней сжатия.

Пример приведен для двигателя Дизеля с диаметром цилиндра 425 мм и ходом поршня 600 мм, для которого степень сжатия оценена в 14. При этом условии объем камеры сжатия (по номограмме) определен в 6,5 л.

Для работы на генераторном газе предположена степень сжатия в 8; объем камеры сжатия должен быть равным (по номограмме) 12,3 л.

Таким образом, для снижения степени сжатия с 14 до 8 объем камеры сжатия должен быть увеличен на $12,3 - 6,5 = 5,8$ л.

Для выполнения было намечено:

1) удалить прокладки толщиной 8 мм из-под пятки шатуна, что дает увеличение объема камеры сжатия на

$$\frac{\pi \cdot 4,25^2}{4} \times 0,08 = 1,14 \text{ л};$$

2) изготовить новые поршни с высотой головки (считая от пальца) на 33 мм меньше, что увеличивает объем камеры сжатия на

$$\frac{\pi \cdot 4,25^2}{4} \times 0,33 = 4,68 \text{ л.}$$

Общее увеличение объема камеры сжатия:

$$1,14 + 4,68 = 5,82 \text{ л.}$$

Таблица 6, 6а и 6б. Таблица состава и теплотворной способности различных твердых топлив.

В таблице приведены данные по составу различных топлив: средний состав горючей массы, диапазон колебаний содержания серы, золы и влаги (балласт топлива) и их наиболее часто встречающееся количество (в процентах).

Для упрощения подсчетов приведены (графы 11—18) состав рабочей массы среднего по качеству топлива и его низшая теплотворная способность.

В последних графах приведены данные по золе: температура начала деформации, размягчения и жидкоплавкого состояния.

Пример. Состав горючей массы для дров смешанной породы:

$$C^p - 51\%; N_2^p - 6,1\%; O_2^p - 42,3\%; N_2^p - 0,6\% (\Sigma = 100\%)$$

При влажности в 30% состав рабочей массы для расчетов может быть принят:

$$C^p - 34,6\%; N_2^p - 4,2\%; O_2^p - 28,7\%; N_2^p - 0,42\%; \\ A^p - 2,1\%; W^p - 30,0\% (\Sigma = 100\%)$$

При этом низшая теплотворная способность рабочего топлива $Q_{н}^p = 2810$ кал/кг.

Примечание. Данные о составе горючей массы, балласте и золе заимствованы из работы (справочных таблиц) инж. Карелина и инж. Коллегаева.

Таблица 7. Номограмма для определения расчетного рабочего состава торфа в зависимости от его влажности и зольности.

Ввиду значительных колебаний содержания влаги и золы в торфе при более или менее постоянном составе горючей массы, данные по среднему составу рабочей массы приведены в номограмме.

Пример. Зольность рабочей массы торфа (по данным анализа) $A^p - 5\%$; влажность $W^p - 37,8\%$.

По номограмме найдено:

$$S^p - 0,6\%; N_2^p - 1,1\%; O_2^p - 19,0\%; C^p - 33,1\%; H_2^p - 3,4\%$$

и высшая теплотворная способность рабочего топлива

$$Q_{н}^p = 3300 \text{ кал/кг.}$$

Низшая теплотворная способность может быть найдена по уравнению:

$$Q_{н}^p = Q_p^* - 6(9H + W)$$

или $Q_{н}^p = 3300 - 6(9 \times 3,4 + 37,8) = 2890$ кал/кг.

Таблица 8. Данные о зольности торфа и древесины. Объемный вес различных топлив. Состав и теплотворная способность смолы. Примерное количество углерода в процентах всего топлива, переходящее в провал и унос.

В таблице приведены влажность и зольность торфа в зависимости от месторождения; зольность различных частей древесины; объемные веса различных топлив при их средней влажности (для определения размеров топливных бункеров, складов, количества подаваемых вагонеток и т. д.); сведения о количестве углерода, переходящего из топлива в провал и унос, которые, с учетом содержания углерода в смоле (см. табл. 9), дают возможность составить материальный баланс газогенератора (по углероду) и определить выход газа.

Для характеристики приведены состав и теплотворная способность смолы, получаемой в процессе газификации.

Примечание. Таблица составлена по различным источникам.

Таблица 9. Нормальные интенсивности газификации и наблюдаемая температура газа за газогенератором. Тепловые балансы газогенераторов.

Цифры интенсивности газификации, или напряжения в зоне газификации [т. е. количество топлива (в килограммах), газифицируемого на 1 м² сечения газогенератора в течение часа] определяют возможную производительность газогенератора или его необходимые размеры для заданного расхода топлива.

Для справок приведены данные, рекомендуемые Газмонтаж-проектом и фактически достигнутые.

Таблица тепловых балансов различных газогенераторов дает возможность судить о распределении тепла между различными статьями баланса. В частности, цифры потери тепла в окружающую среду служат для расчетов по вентиляции и отоплению газогенераторного помещения.

Таблица 10. Данные о выходе и составе генераторного газа.

В таблице приведены данные о составе, теплотворной способности и выходе газогенераторного газа, получаемого при газификации основных видов топлива в газогенераторах различных типов, а также аналитические данные и результаты анализов газа на ряде работающих установок.

Для сопоставления приведены сведения о составе и теплотворной способности ряда технических газов.

Примечание. Таблицы 9 и 10 составлены по данным проф. Гинзбурга, НАТИ, Рамбуша и др.

Таблица 11. Определение влагосодержания газа. Приведенные в табл. 10 значения теплотворной способности относятся к сухому газу (в кал/м³).

Влагосодержание снижает теплотворную способность:

$$Q_{\text{влаж}} = (100 - W) \cdot Q_{\text{сух}},$$

где W — содержание влаги в процентах по объему.

На работающей установке влажность газа может быть определена психрометром Освальда.

Влажность при температуре, указанной смоченным термометром, необходимая для подсчета относительной влажности, приведена в табл. 11.

Метод подсчета влажности по показаниям прибора разобран в следующем примере.

Пример. Показание сухого термометра психрометра Освальда $t = 40^\circ \text{C}$. Показание смоченного термометра $t' = 32^\circ \text{C}$. Барометрическое давление — 739 мм рт. ст. Показание вакуумметра, присоединенного к газопроводу близ места установки психрометра, 120 мм вод. ст.

Тогда абсолютное давление газа

$$P = 739 - \frac{120}{13,6} = 731,2 \text{ мм рт. ст. (см. также номограмму на табл. 13).$$

Влажность газа в процентах к общему объему при температуре $t' = +32^\circ$ и насыщении 100% (по таблице) $W_{t'} = 4,7$.

Искомая влажность газа (в процентах к общему объему газа):

$$W = W_{t'} - (t - t') \cdot \frac{P}{11400} = 4,7 - (40 - 32) \times \frac{731,2}{11400} = 4,19\%.$$

Относительная влажность газа:

$$e = 100 \frac{W}{W_{t'}} = 100 \times \frac{4,19}{4,7} = 89\%.$$

При проектировании относительная влажность газа за скруббером, орошаемым водой, может быть принята в 100%, за сухим очистителем (каплеотделителями) — в 75—85%.

Влажность газа в объемных процентах, в зависимости от степени насыщения и его температуры, определяется по приведенному графику.

Пример. Теплотворная способность сухого газа принята в 1200 кал/м³. Температура за скруббером оценена в $+45^\circ$, а во всасывающем коллекторе перед двигателем — в $+30^\circ$ (после сухого очистителя, рессивера и т. д.).

По кривой влагосодержания газа влажность за скруббером (насыщение 100%) $W = 9,5\%$.

$$Q_p = (100 - 9,5) \times 1200 = 1085 \text{ кал/м}^3.$$

Влажность газа в коллекторе двигателя (при насыщении в 75%) $W_2 = 3,0\%$:

$$Q_p = (100 - 3,0) \times 1200 = 1165 \text{ кал/м}^3.$$

Таблица 12. Удельный вес, абсолютное давление газа. Приборы для текущего контроля работы газогенераторной установки.

В процессе эксплуатации контроль работы газогенераторной установки ведется главным образом при помощи тягомеров; отклонение в показаниях тягомеров от нормальных (последние указываются при испытании в процессе наладки установки) указывает на шлакование, засоры и т. п.

Расход газа учитывается с помощью диафрагм; но так как последние создают дополнительное сопротивление и способствуют засору газопровода, то их постоянное наличие в газопровode не всегда желательно.

Расход газа может быть с достаточной точностью замерен трубкой Пито или Прандтля. Последняя монтируется в газопровode так, чтобы ось концевой части совпала с центральной продольной осью газопровода и центральное отверстие было направлено против хода газа.

Установка трубки Прандтля производится на прямом участке газопровода, на расстоянии, не меньшем 8—10 диаметров газопровода от ближайшего колена, тройника и т. д.

Трубка Прандтля присоединяется к тягомеру Креля или микроманометру (аналогичен тягомеру, но имеет меньший угол наклона).

Пример. По газопроводу диаметром $d = 250$ мм поступает полученный при газификации торфа газ; его температура $t = 47^\circ \text{C}$. Показание вакуумметра — 100 мм вод. ст.; показание барометра — 753 мм; показание микроманометра — 7,3 мм вод. ст.

Тогда абсолютное давление газа (по номограмме) $P \approx 746$ мм рт. ст. Удельный вес газа при $t = +47^\circ \text{C}$ и $P = 746$ мм (по номограмме для $\gamma \cdot \gamma \approx 1,0$ кг/м³).

Скорость газа в газопровode:

$$C = V \sqrt{\frac{2g \Delta h}{\gamma}} = V \sqrt{\frac{2 \times 9,81 \times 7,3}{1,0}} = 11,95 \text{ м/сек.}$$

Часовой расход газа (при $t = +47^\circ \text{C}$ и $P = 746$ мм):

$$V = 3600 \frac{\pi d^2}{4} C = 3600 \times \frac{\pi \cdot 0,25^2}{4} \times 11,95 = 6420 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Часовой расход газа (при $t = 0^\circ$ и $P = 760$ мм):

$$V_{0,760} = V \frac{273}{273 + t} \cdot \frac{P}{736} = 6420 \times \frac{273}{273 + 47} \times \frac{746}{760} \approx 5400 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Таблица 13. Номограмма для определения истинного объема газа.

Номограмма служит для определения фактического объема газа в зависимости от его температуры и давления (исходный объем — 1 м³ при 0° и 760 мм рт. ст.).

Пример. Температура газа — 280°C , абсолютное давление — 730 мм рт. ст.

По номограмме объем газа при этих условиях $V = 2,1 \text{ м}^3$ (точнее 2,11), т. е. в 2,1 раза более, нежели при нормальных условиях.

Таблица 14. Номограмма для приведения объема газа к нормальным условиям.

Номограмма служит для определения объема газа при нормальных условиях (т. е. при 0°С и 760 мм рт. ст.), если его объем известен при некоторой температуре и давлении.

Пример. Температура газа — 360°С , давление (абсолютное) 740 мм рт. ст.

1 м^3 газа, взятого при данных параметрах, при нормальных условиях занимает объем (по номограмме) $0,42 \text{ м}^3$ (точнее 0,418).

Примечание. Номограммы на табл. 13 и 14 дают графическое решение уравнения:

$$V_{t,p} = V_{0,760} \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot \frac{760}{P}$$

Часть II. Газификация древесины

Эта часть содержит расчетные номограммы для определения физико-химических параметров генераторного газа, расхода газа и древесины на 1 л. с. в час, в зависимости от влажности древесины; расчетную номограмму и таблицу для определения основных размеров газогенераторов, в зависимости от их заданной производительности и влажности древесины.

Все номограммы относятся к газогенераторам обращенного процесса.

Приведены рекомендуемые и выполненные конструкции газогенераторов для двигателей различной мощности. Таблицы могут служить не только примерами для конструирования однотипных генераторов на заданные производительности, но, в ряде случаев, чертежами для непосредственного производства работ.

Таблица 1. Номограмма состава, выхода газа и к. п. д. газогенератора при газификации дров обращенным процессом.

Номограмма дает возможность, с достаточной для технического расчета точностью, определить предполагаемый состав генераторного газа, его выход и удельный вес, расход дров и газа на 1 л. с., мощность двигателя и ряд других величин.

В левом столбце приведены кривые состава рабочей массы и теплотворной способности дров смешанных пород, в зависимости от их влажности.

Ниже приведены аналогичные кривые для определения наиболее вероятного состава и теплотворной способности сухого генераторного газа, полученного при газификации обращенным процессом дров различной влажности.

Кривые, помещенные в правой части таблицы, характеризуют выход и удельный вес газа, расход воздуха газогенератором и

примерный объем газа (с учетом его влажности и обычно наблюдаемого разрежения и температуры), проходящего в патрубке газогенератора и выходном патрубке скруббера-холодильника. Эти кривые отнесены к 1 кг дров. Над ними приведен к. п. д. газогенераторного процесса, т. е. отношение произведения теплотворной способности на выход газа (на 1 кг дров) к теплотворной способности газифицируемых дров.

Кривые в средней части таблицы показывают расход газа двигателем в м^3 (по сухому газу при 0° и 760 мм рт. ст.) на 1 л. с. в час; расход дров на 1 л. с. в час и объем газа за газогенератором и скруббером также на 1 л. с. в час.

Все эти кривые построены для дров с влажностью от 15 до 45%.

Пример. Предположена газификация дров влажностью $W = 30\%$.

Температура газа за газогенератором оценена в 600°С , за скруббером — в 20°С .

По номограмме (основные величины):

расход дров на 1 л. с. в час. — $B = 1,2 \text{ кг}$,

расход сухого газа на 1 л. с. в час — $V = 2,0 \text{ м}^3$,

расход воздуха газогенератором — 1,4 кг воздуха на 1 кг дров, к. п. д. газогенератора — $\eta = 0,75$,

теплотворная способность сухого газа $Q_{p}^{сух} = 1250 \text{ кал/м}^3$.

Второстепенные величины:

объем газа за газогенератором $\begin{cases} V_{t-600} = 8,3 \text{ м}^3/\text{час на 1 л. с.}, \\ V_{t-600} = 6,9 \text{ м}^3 \text{ на 1 кг дров,} \end{cases}$

объем газа за скруббером $\begin{cases} V_{t-20} = 2,3 \text{ м}^3/\text{час на 1 л. с.}, \\ V_{t-20} = 1,19 \text{ м}^3 \text{ на 1 кг дров.} \end{cases}$

Удельный вес сухого газа $\gamma = 1,19 \text{ кг/м}^3$.

Состав газифицируемых дров (в процентах по весу)

W — 30% (30,0)

A — 2% (2,1)

N_2 — 1% (0,1)

O_2 — 29% (29,2)

H_2 — 4% (4,1)

C — 34% (33,9)

100% (100,0)

Состав генераторного газа (в процентах по объему)

H_2 — 10% (10,6)

CH_4 — 4% (3,8)

CO — 22% (21,7)

CO_2 — 11% (10,8)

N_2 — 53% (53,1)

100% (100,0)

Примечание. Вероятный состав генераторного газа указан как средний из ряда опытных данных. Прочие величины найдены расчетным путем по материальному балансу. Расход газа и дров на 1 л. с. в час определен для η_e (двигателя) $\approx 0,25$.

Таблица 2. Номограмма рекомендуемых размеров шахты газогенератора при газификации дров обращенным процессом.

Номограмма дает возможность определить основные размеры шахты газогенераторов, предназначенных для газификации дров

различной влажности, обслуживающих двигателя мощностью от 15 до 275 л. с.

Эта же номограмма дает возможность определить мощность двигателя, которая обеспечивается имеющимся генератором при газификации в нем дров определенной влажности.

Любой газогенератор может работать вполне нормально и устойчиво при некоторых колебаниях (в известных пределах) расхода топлива; поэтому на номограмме для той или иной влажности дров даны не кривые, а зоны, в пределах которых лежат размеры шахты.

Пример. Для обеспечения двигателя мощностью 75 л. с. (при его работе по циклу Отто) газом, получаемым из дров влажностью 15%, газогенератор должен иметь размеры:

диаметр в зоне газификации — $d = 430 \div 500$ мм,

высота восстановительной зоны — $h = 580 \div 660$ мм,

рекомендуемый диаметр верхней части шахты (бункера) — $D = 670 \div 730$ мм,

высота верхней части шахты (бункера) — $H \approx 2,5$ м,

диаметр газового патрубка — $d_0 = 150 \div 175$ мм.

Подобный газогенератор должен работать на швырке длиной до $l = 500$ мм.

Пример. Имеется газогенератор обращенного процесса для дров, с сечением в зоне газификации $0,5$ м² (эквивалентный диаметр $d = \sqrt{\frac{4 \times 0,5}{\pi}} = 0,8$ м).

При работе на дровах с влажностью 30% этот газогенератор может обеспечить газом двигатель мощностью (см. номограмму) от 130 до 160 л. с.

Таблица 3. Численные данные к номограмме рекомендуемых размеров шахты газогенераторов для дров.

Таблица дополняет приведенную в табл. 2 номограмму. Дополнительно приведен часовой расход дров в м³/час (для расчетов по топливopодаче), а также запас (в часах) топлива в бункере газогенератора и рекомендуемый период загрузки.

Примечание. Исходные величины: напряжение в сечении пояса фурм и др., положенные в основу табл. 2 и 3, приведены в примечании к табл. 3.

Таблица 3а. Газогенератор для дров к двигателю мощностью 18—25 л. с.

Газогенератор обращенного процесса с шахтой прямоугольного сечения. Генератор не имеет металлического кожуха, но снабжен укрепляющим кладку каркасом.

Отбор газа производится выше колосниковой решетки по двум каналам в кладке, соединяющимся с шахтой окнами (ниже сужения шахты). Газоотводные каналы имеют самостоятельные опущенные в воду стояки, соединенные внизу тройником. Колосниковая решетка неподвижная.

Газогенератор в эксплуатации опробован и дал положительные результаты.

Следует отметить отсутствие гидравлического затвора под шахтой (колосниками), наличие которого желательно для увеличения длительности работы без остановок (для чистки зольника) и как предохранительного устройства. Последнее назначение затвора особенно актуально, так как генератор не имеет металлического кожуха.

Таблица 3б. Газогенератор для дров повышенной влажности к двигателю мощностью 25—30 л. с.

Газогенератор обращенного процесса, в металлическом кожухе, с шахтой круглого сечения. Отбор газа производится ниже колосников.

Особенностью является наличие холодильника для конденсации водяных паров, скапливающихся в верхней части шахты (бункере): водяные пары, а также часть продуктов сухой перегонки направляются в охлаждаемый водой стояк (поверхностный холодильник). Сконденсированная влага и часть смол оседают в ловушке; не сконденсированные газы подводятся в нижнюю часть генератора, в кольцевой канал, расположенный ниже сужения, и через раскаленный слой топлива, лежащий на колосниках, поступают к газоотводному патрубку. При этом предположено, что тяжелые смолы, увлеченные газом, проходя через раскаленный слой, успеют разложиться.

Как показывают подсчеты, движение газов через холодильник обеспечивается термическим напором.

Для регулирования количества газов, отбираемых из верхней части шахты, между холодильником и генератором предусмотрена задвижка Лудло.

В связи с малыми размерами газогенератора, обмуровка предположена из глино-бетона. При этом внутренняя металлическая облицовка конуса рассматривается лишь как опалубка: при работе генератора она неизбежно должна прогореть, но к этому времени глино-бетон должен спечься в однородную массу.

Также, в связи с малыми размерами, подвод воздуха предположен по кольцевой трубе (аналогично последним конструкциям авто-тракторных газогенераторов).

Кроме генератора и холодильника на чертеже показан оросительный безнасадочный скруббер, не являющийся неотъемлемой частью установки (может быть заменен скруббером любого типа).

Установка в работе не опробована.

Таблица 3в. Сварочные узлы газогенератора для дров повышенной влажности.

Конструкция узлов металлического кожуха и холодильника газогенератора, изображенного на табл. 3б.

Таблица 4. Газогенератор для дров к двигателю мощностью 25—30 л. с.

В качестве примера приведена конструкция газогенератора обращенного процесса с качающейся колосниковой решеткой для газификации чурок длиной не свыше 100—120 мм и влажностью до 20%.

Этот газогенератор представляет наиболее характерный тип, принятый для стационарных установок.

Генератор снабжен (для герметичности) металлическим кожухом. Обмуровка бункера выполнена в полкирпича, а горновой части — в один кирпич. Огнеупорная кладка предусмотрена лишь в зоне высоких температур.

Отбор газа производится ниже колосниковой решетки; последняя может быть выполнена, как это указано на чертеже, сварной или (что более надежно) литой чугуной.

Газогенератор предположен к длительной непрерывной работе, поэтому для золоудаления решетка предусмотрена качающейся, а ниже расположен гидравлический затвор; последний служит предохранителем при возможных вспышках газа.

Розжиг газогенератора производится факелом через фурму диаметром 2". Для поддержания горения при остановках (и розжиге) предусмотрена вытяжная труба.

При монтаже газогенераторов обращенного процесса должно уделяться серьезное внимание герметичности нижней части шахты, особенно около газоотводящей трубы и оси колосниковой решетки.

Однотипный газогенератор, но с несколько большими размерами шахты и прямоугольным ее сечением (для кожуха был использован имеющийся бак) себя оправдал, но при длине чурок 150—200 мм (при сечении в зоне фурм 400 × 450 мм) наблюдалось зависание топлива на конусном запялке выше фурм. Это заставило уменьшить длину чурок до 100—120 мм.

Таблицы 5 и 6. Газогенератор к двигателю мощностью 50 л. с.

Газогенератор обращенного процесса предназначается для газификации швырка длиной 500 мм, влажностью до 30%. Генератор не имеет металлического кожуха; плотность обеспечивается толщиной кладки в два кирпича и внешней штукатуркой. Колосники — неподвижные; зольник выполнен с гидравлическим затвором. Для уплотнения фурм и газоотводной трубы к ним приварены фланцы, замурованные в кладку. Значительный радиус изгиба газоотводящей трубы предусматривает компенсацию тепловых деформаций.

Этот газогенератор в эксплуатации не опробован. Возникают опасения возможности зависания топлива из-за слишком большого по высоте конуса над поясом фурм. Генератор едва ли сможет работать на швырке длиной 500 мм (предположена организованная загрузка шахты, т. е. укладка поленьев горизонтально), так как возможно заклинивание дров из-за сужения шахты.

Таблица 7. Детали к газогенератору, изображенному на табл. 5 и 6, часть II.

Таблицы 8 и 9. Газогенератор к двигателю мощностью 100 л. с. Газогенератор обращенного процесса. Так же, как и предыдущий, он не имеет металлического кожуха. Шахта — квадратная. Предусмотрены три ряда фурм и два шурвочных отверстия. Колосниковая решетка запроектирована из двух колосников, могущих независимо один от другого вращаться вокруг горизонтальных осей, концы которых выведены за пределы кладки через сальниковые уплотнения. В остальном этот генератор аналогичен предыдущему.

Газогенератор в эксплуатации не опробован: однотипный генератор с несколько меньшим размером шахты себя оправдал. Некоторые опасения вызывает сравнительно малая толщина (полтора кирпича вместо двух) кладки в верхней части шахты; возможны ощутимые подсосы воздуха.

Таблица 10. Детали газогенератора, изображенного на табл. 8 и 9, часть II.

Таблица 11. Газогенератор треста Оргкоммунэнерго к двигателю мощностью 150 л. с.

Газогенератор — обращенного процесса с шахтой прямоугольного сечения.

От газогенераторов, приведенных в табл. 5—10, отличается местом отбора газа: на некоторой высоте над колосниками расположены окна, соединяющие шахту с выложенным в кладке кольцевым каналом, к которому примыкает газоотводный патрубок. Таким образом, газы отбираются выше колосников, что заставляет предполагать большую долговечность последних.

Во избежание подсоса воздуха через кладку в газоотборный пояс газогенератор частично заключен в металлический кожух (от низа генератора до первого ряда фурм); в верхней части кожух отсутствует.

Между огнеупорной футеровкой и основной кладкой предусмотрен зазор в 15 мм, заполняемый в вертикальной части песком, а на горизонтальном участке — асбестовым шнуром. Этот зазор предназначен для компенсации деформации футеровки, подвергаемой действию более высоких температур, нежели внешняя кладка.

В остальном газогенератор идентичен приведенным на табл. 5—10. В эксплуатации генератор не был опробован.

Таблица 12. Детали газогенератора, изображенного на табл. 11, часть II.

Таблицы 13 и 14. Спаренный двухзонный газогенератор к установке 2 × 150 л. с.

Конструкция газогенератора разработана трестом Оргкоммунэнерго. Газогенератор не имеет металлического кожуха, шахта квадратная без сужения.

В отличие от конструкций, приведенных выше, газогенератор запроектирован по двухзонной схеме: Отбор газа производится

через образуемый чугуном поясом газоотводный канал, расположенный примерно на трети высоты шахты.

Основное количество воздуха подается через один ряд фурм, помещенных выше газоотводного пояса. Дополнительно воздух может подаваться под колосники для дожигания топлива и повышения температуры в зоне газификации. Количество поступающего под колосники воздуха должно регулироваться в зависимости от влажности топлива и нагрузки газогенератора.

При полном прекращении подачи воздуха под колосники генератор может работать по обращенному процессу.

Колосниковая решетка и гидравлический затвор аналогичны описанным выше (см. стр. 21).

Газогенератор смонтирован на нескольких установках, но не опробован. Некоторые опасения вызывает чугунное газоотводное кольцо, подвергаемое действию высоких температур.

В таблице приведена конструкция спаренного (двухблочного) газогенератора, предназначенного для установки мощностью в 300 л. с. Этот же газогенератор выполняется одинарным для двигателя мощностью 150 л. с.

Таблица 15. Детали спаренного двухзонного газогенератора (см. табл. 13 и 14, часть II).

Таблица 16. Газогенератор для дров к двигателю мощностью 150 л. с.

Газогенератор — обращенного процесса, с металлическим кожухом и шахтой круглого сечения, для швырка длиной 500 мм. Предусмотрено четыре ряда воздушных фурм для возможности работы на дровах различной влажности.

Характерной является конструкция колосниковой решетки: на вращаемой оси 8001 (см. табл. 17) укреплены два кулачка, на которых опираются концы средних колосников; кроме того, эти же колосники опираются на опоры, около которых могут поворачиваться.

При вращении оси кулачки приподнимают колосники, разрыхляя золу, которая затем проваливается через щели в гидравлический затвор.

Таким образом высота подъема колосника ограничена высотой профиля кулачков. Эта конструкция исключает возможность чрезмерного раскрытия щелей между движущимися колосниками и обрушения всей массы топлива.

Крайние колосники — неподвижные.

Таблица 17. Колосниковая решетка газогенератора к двигателю мощностью 150 л. с. (см. табл. 16, часть II).

Таблица 18. Детали колосниковой решетки газогенератора к двигателю мощностью 150 л. с. (см. табл. 17, часть II).

Таблица 19. Газогенератор конструкции СибАДИ.

Газогенератор — обращенного процесса, разработанный Сибир-

ским автодорожным институтом для двигателей мощностью 18—25 л. с.

Генератор — без металлического кожуха, с сухим зольником (без гидравлического затвора). Шахта — прямоугольного сечения, суженная в нижней части. Фурменный пояс — один. Колосники — неподвижные. Загрузочный люк выполнен в виде плоской крышки, подвешенной на цепях; при загрузке шахты топливом крышка удерживается противовесом.

Этот газогенератор был построен в нескольких экземплярах в первом варианте (с несимметрично суженными шахтами и без колосников). В процессе наладки наблюдалось зависание топлива, засорение газоотводной трубы и недостаточное сечение фурм. Последние были увеличены с $\frac{3}{8}$ " до $\frac{3}{4}$ ".

Таблица 20. Газогенератор треста Росорттепло для двигателя мощностью 100 л. с.

Один из первых проектов газогенератора без металлического кожуха. Кладка выполнена в два кирпича.

Предусмотрена подача воздуха в фурмы помощью вентилятора, что дает возможность использовать газогенератор для обслуживания печей.

Колосниковая решетка качающегося типа выполнена из четырех чугунных брусьев треугольного сечения; оси брусьев (колосников) выведены через сальники за пределы обмуровки и связаны с общей рукояткой. Отбор газа производится из-под колосников.

Газогенератор был построен для обслуживания нагревательной печи, в которую газ подавался без охлаждения и очистки. В эксплуатации себя оправдал.

Таблица 21. Газогенератор треста Оргэнерго для двигателей мощностью 80—100 л. с.

Двухзонный газогенератор с металлическим кожухом и круглой шахтой. Помимо расположенных по периферии фурм, предусмотрен центральный подвод воздуха и дополнительный под колосники.

Нижняя часть шахты имеет увеличенное сечение, что создает между стенками кладки и поверхностью топлива (располагающегося под углом естественного откоса) газоотборный пояс. Из последнего газ по двум диаметрально расположенным патрубкам отводится в общий газопровод.

Колосниковая решетка выполнена из чугунных брусьев, аналогично приведенной в табл. 20.

Газогенератор был запроектирован для работы на дровах и торфе. При работе на торфе получить удовлетворительные результаты не удалось, повидимому вследствие повышенной влажности и зольности торфа (содержание балласта в торфе доходило до 70%).

Таблица 22. Газогенератор Г-2 завода «Двигатель революции» к двигателям мощностью 140—200 л. с.

Газогенератор имеет металлический кожух. Шахта — круглого сечения без сужения; воздушных фурм — четыре ряда. Для центрального подвода воздуха имеется труба. Колосниковая решетка — качающаяся. Отбор газа — под решеткой.

Загрузочная коробка имеет двойной затвор: крышку и откидывающиеся дверцы, отделяющие шахту от загрузочной воронки.

Как показали испытания, два таких генератора при работе на чурках длиной 350 мм при влажности 20% обеспечивают газом двигатель мощностью около 400 л. с. В последнее время нормальная производительность этого генератора оценивается около 350 м³ газа в час.

Таблица 23. Газогенератор треста Оргкоммунэнерго для дров к двигателю мощностью 140 л. с.

Газогенератор с металлическим кожухом и круглой шахтой. Характерными особенностями являются: сужение шахты и кольцевой канал для отбора газа, расположенный над колосниками. Колосниковая решетка — круглая, вращаемая помощью рычага в пределах некоторого угла; удаление золы происходит через гидравлический затвор. Загрузочная воронка снабжена двойным затвором.

Газогенератор предназначен для дров (швырка 750 мм) и торфа. Газогенератор построен, но не опробован.

Таблица 24. Поперечные разрезы и детали колосниковой решетки газогенератора Оргкоммунэнерго (см. табл. 23, часть II).

Таблица 25. Газогенератор для дров к двигателю мощностью 75—100 л. с.

Газогенератор — обращенного процесса с квадратной шахтой. Для кожуха использован имевшийся железный бак, что в значительной мере предопределило размеры газогенератора.

Генератор приведен, как пример конструктивного решения с использованием старого оборудования (см. также часть VI, табл. 11).

Таблица 26. Детали газогенератора к двигателю мощностью 75—100 л. с. (см. табл. 25).

Таблица 27. Газогенераторы треста Росоргтепло и Лесосудомашстроя.

1. Газогенератор треста Росоргтепло (см. также установку АГ-65, часть VI, табл. 7) серийного заводского изготовления отличается большой своеобразностью. Газогенератор — обращенного процесса, состоит из двух частей: нижней футерованной части, в которой собственно и протекает процесс газификации, и верхней — металлической конструкции, предназначенной для подготовки (подсушки) топлива.

Шахта генератора — круглая, цилиндрическая. Поступающий в фурмы воздух предварительно проходит между стенками ко-

жука, где подогревается. Сюда же, т. е. в это же пространство между кожухами, может быть подан воздух от ручного вентилятора для растопки генератора и заполнения газом всей установки. Колосниковая решетка — чугунная, круглая, отбор газа производится ниже решетки. Зола проваливается в гидравлический затвор.

Верхняя часть газогенератора также круглая, но значительно большего диаметра и по отношению к нижней расположена эксцентрично. В верхней части вокруг вертикальной центрально расположенной оси может вращаться барабан, напоминающий барабан револьвера, состоящий из пяти цилиндров, имеющих диаметр несколько меньший внутреннего диаметра футерованной части шахты. Цилиндры в барабане не имеют дна и при вращении барабана могут поочередно помещаться под шахтой, представляя, таким образом, как бы ее продолжение; при этом положении верхняя часть цилиндра располагается против загрузочного люка.

Между вращающимся барабаном и шахтой генератора помещен затвор секторного типа. Ручки управления барабаном и секторным затвором выведены под центральной частью генератора и доступны к управлению с пола.

Загрузка газогенератора производится следующим образом: один из цилиндров барабана помещается над шахтой, и последняя при открытом секторном затворе и верхнем загрузочном люке загружается топливом (через цилиндр барабана).

После полной загрузки шахты секторный затвор закрывается и производится загрузка цилиндра. Загруженный цилиндр, при закрытом секторном затворе, поворотом вала барабана отводится в сторону, а на его место подходит следующий цилиндр, который также загружается, и т. д.

После загрузки всех цилиндров верхний загрузочный люк должен быть закрыт и генератор готов к розжигу.

При работе генератора, благодаря движению некоторой части нагретых газов из шахты вверх, происходит подсушка топлива, загруженного в цилиндры; выделяющиеся при этом водяные пары конденсируются на стенках кожуха (последняя модель имеет рубашку для охлаждающей воды) и стекают в сборник, приваренный к его нижней части. При избытке водяных паров, а также при розжиге генератора с выпуском газов в атмосферу, открывается верхняя вытяжная труба.

При срабатывании известной доли топлива в шахте генератора, открывается секторный затвор и содержимое одного из цилиндров высыпается в шахту.

После закрытия секторного затвора открывается верхний загрузочный люк и цилиндр вновь загружается топливом. Аналогично производится перегрузка топлива в шахту из любого цилиндра.

Таким образом, в верхней части газогенератора непрерывно имеется подсушиваемый запас топлива, соответствующий емкости пяти цилиндров.

Высота газогенератора не велика, так как цилиндры расположены не один над другим, а на одном уровне. Такой газогенера-

тор был запроектирован для швырка длиной 750 мм, но работал при этом неудовлетворительно.

В настоящее время большинство таких установок эксплуатируется на чурке длиной не более 200 мм.

2. Газогенератор Лесосудомашстроя для чурки длиной не больше 100 мм к двигателю мощностью 50 л. с. Генератор почти весь изготовлен из металла; бункер имеет двойные стенки, пространство между которыми предназначено для конденсации водяного пара, поступающего из верхней части шахты через ряд отверстий треугольной формы.

По конструкции газогенератор напоминает обычный, автомобильного типа, но в горновой части вместо жароупорного чугуна применена керамика. Решетка — чугунная, качающаяся.

Генератор получил распространение на газоходах (судовых газогенераторных установках).

Таблица 28. Двойные газогенераторы для влажных и смолистых отходов (корней, опилок, мелкой щепы).

Двойные газогенераторы предназначены для газификации влажного и смолистого топлива (пней, коры, сучьев), загружаемого в первую (основную) шахту. Восстановительные процессы протекают во второй шахте, заполненной коксом или древесным углем.

В таблице приведены чертежи подобных газогенераторов к двигателю мощностью 200 л. с. и двухблочного к установке мощностью $2 \times (80 \div 100)$ л. с.

Часть III. Газификация торфа

Эта часть содержит расчетные номограммы для определения физико-химических параметров генераторного газа, расхода газа и торфа на 1 л. с. в час, в зависимости от влажности торфа. Все номограммы относятся к газогенераторам прямого процесса.

Приведены некоторые возможные конструкции газогенераторов для двигателей различной мощности.

Из-за чрезвычайной скудности материала по вопросу получения силового газа из торфа и почти полного отсутствия данных о газификации торфа обращенным процессом настоящий раздел атласа ограничен лишь семью таблицами.

Таблица 1. Номограмма состава рабочей массы торфа, выхода газа и к. п. д. газогенератора при газификации торфа прямым процессом.

Номограмма аналогична приведенной выше для дров (см. часть II, табл. 1 и текст к ней); построена для торфа влажностью от 20 до 50%.

Пример. Предположена газификация торфа влажностью 35%. Температура газа за газогенератором оценена в 450° , за скруббером — в 35° .

По номограмме:

расход торфа на 1 л. с. в час. $B = 1,2$ кг

расход сухого газа на 1 л. с. в час $V = 1,84$ м³,

расход воздуха газогенератором $\sim 1,2$ кг на 1 кг торфа,

к. п. д. газогенератора $\eta = 0,70$,

теплотворная способность сухого газа $Q_p^{сух} = 1370$ кал/м³,

объем газа за газогенератором $\begin{cases} V_{t-450} = 6,7 \text{ м}^3 \text{ на 1 л. с. в час,} \\ V_{t-450} = 5,6 \text{ м}^3 \text{ на 1 кг торфа,} \end{cases}$

объем газа за скруббером $\begin{cases} V_{t-35} = 2,15 \text{ м}^3 \text{ на 1 л. с. в час,} \\ V_{t-35} = 1,8 \text{ м}^3 \text{ на 1 кг торфа,} \end{cases}$

удельный вес сухого газа $\gamma = 1,15$ кг/м³.

Состав газифицируемого торфа: Состав генераторного газа:

W — 35% (35,0)	H ₂ — 13% (13,0)
A — 5% (5,2)	CH ₄ — 3% (3,2)
N ₂ — 2% (1,8)	CO — 25% (25,0)
O ₂ — 20% (19,7)	CO ₂ — 9% (8,5)
H ₂ — 3% (3,6)	N ₂ — 50% (50,3)
C — 35% (34,7)	

100% (100,0)

100% (100,0)

Таблица 2. Газогенераторы для торфа к двигателю мощностью 10—15 л. с. и сдвоенный газогенератор к двигателям мощностью 2×100 л. с.

1. Пример конструкции бесколосникового газогенератора прямого процесса к двигателю мощностью 10—15 л. с.

Шахта — квадратного сечения; в верхней части в нее вставлена железная круглая обичайка — бункер. Отбор газа производится в средней части шахты по кольцевому каналу; при этом газы, поднимаясь вверх между кладкой и бункером, подсушивают в последнем топливо. Газоотводный патрубок присоединен ко второму кольцевому каналу в верхней части генератора; этот же патрубок служит и для удаления газов в атмосферу при розжиге, для чего он снабжен тройником (газоотборная линия присоединяется к нижнему фланцу тройника, «свеча» — к верхнему).

Воздух по четырем каналам подводится в нижней части шахты; эти же каналы служат для розжига.

В данной конструкции колосниковая решетка не предусмотрена: топливо опирается на слой золы, периодически удаляемой из зольника. Последний может являться гидравлическим затвором, но при проектировании было предположено, что зольник должен служить лишь для заливки шлака перед его выгребом, так как возникают опасения, что при большом количестве воды она будет проникать в шахту и, испаряясь, снижать температуру в зоне горения.

Газогенератор не опробован; есть опасения, что относительно малая высота шахты позволит работать лишь на торфе с малым содержанием влаги.

2. Сдвоенный газогенератор (двухблочный) конструктивно отличается от предыдущего наличием в нижней части шахты колосников, под которые вентилятором производится подача воздуха.

Этот генератор предположен к работе с дутьем, поэтому напря-

жение в зоне газификации принято значительно выше, чем в предыдущей конструкции.

Примечание. При газификации по прямому процессу газ имеет несколько большую теплотворную способность, нежели при обратном, но содержит значительное количество смолы. Поэтому для возможности использования этого газа для двигателей необходимо предусматривать тщательную его очистку; при отсутствии специальных смолоотделителей рекомендуется устанавливать скрубберы большей высоты, чем обычные, или включать несколько очистных аппаратов последовательно. Вся аппаратура и газопроводы должны иметь люки для внутренней очистки.

Таблица 3. Газогенератор для торфа к двигателю мощностью 50—75 л. с.

Генератор прямого процесса с шахтой прямоугольного сечения. Отбор газа производится из-под козырька в средней части шахты. Предусмотрена колосниковая решетка и подача под нее воздуха от вентилятора. Газогенератор запроектирован по типу генераторов Дейтц, предназначенных для брикетов бурого угля.

Таблица 3а и 3б. Двухзонный газогенератор для торфа к двигателю мощностью 100 л. с.

Газогенератор без металлического кожуха с шахтой круглого сечения.

Основной воздух подводится через два ряда фурм, расположенных выше сужения шахты. Отбор газов производится выше колосников по кольцевому каналу.

Для дожигания топлива на решетке возможен подвод под нее воздуха по специальной трубе, снабженной на конце конусным клапаном, изменяющим проходное сечение.

Колосниковая решетка качающегося типа — см. выше часть II, табл. 16, 17 и 18.

Газогенератор не опробован; возникают опасения, что для ведения двухзонного процесса расстояние от колосников до газоотборного пояса недостаточно. Общая высота в 4,0 м, очевидно, также недостаточна.

Имеются предположения, что расчетная производительность сильно занижена.

Таблица 4. Газогенератор для торфа с отбором продуктов сухой перегонки к двигателю мощностью 200 л. с.

Генератор — прямого процесса с шахтой прямоугольного сечения. Отбор газа производится в средней части по кольцевому каналу. В нижней части шахты симметрично расположены две ступенчатые колосниковые решетки.

Непосредственно около загрузочного отверстия расположен второй газоотборный канал, соединенный трубами с инжекторами, через которые вентилятором нагнетается воздух под колосники. Благодаря этому часть газов, проходя через верхние слои топли-

ва, производит их подсушку, а продукты сухой перегонки (содержащие большое количество смолы) отсасываются инжекторами и пропускаются через слой раскаленного топлива; при этом смолы разлагаются.

Газогенератор этого типа носит название «газогенератор с швельшахтой».

Отрицательными сторонами этого газогенератора являются: необходимость в вентиляторе высокого давления и частая засоренность инжекторов смолой.

Конструкция газогенератора разработана по типу генераторов «AVG», предназначенных для торфа.

Таблица 5. Газогенератор для торфа с повышенной влажностью к двигателю мощностью 300 л. с.

Газогенератор прямого процесса с шахтой прямоугольного сечения. Отбор газа происходит в верхней части шахты, что способствует подсушке топлива. Воздух поступает под колосниковую решетку. Газогенератор смонтирован на четырех колоннах; для смены и чистки колосников предусмотрен поднимаемый кожух, погружающийся кромками (для создания герметичности) в гидравлические затворы. Для устранения прорыва воздуха в газоотборный патрубок при загрузках топлива загрузочная воронка снабжена двойным затвором.

Газогенератор запроектирован по образцу крупных генераторов, распространенных в силикатной промышленности.

Часть IV. Очистка и охлаждение газа

Эта часть содержит расчетные номограммы и таблицы для определения размеров различных типов скрубберов в зависимости от их пропускной способности. Приведены рекомендуемые и выполненные конструкции скрубберов, каплеотделителей, циклонов и поверхностных холодильников.

Приведенные типы скрубберов, несмотря на значительное конструктивное различие, более или менее равноценны, поэтому в большинстве случаев один тип скруббера вполне может быть заменен другим.

При выборе того или иного типа, помимо соображений об использовании имеющегося оборудования (баков, труб, обечаек и т. д.), необходимо учитывать следующее.

Из двух основных способов очистки газа — мокрого, при котором газ промывается водой, и сухого — где газ очищается лишь сепарированием и фильтрацией, предпочтение должно быть отдано первому (мокрому).

При мокром способе, благодаря непосредственному соприкосновению газа с водяными каплями, достигаются хорошее охлаждение и улавливание механических примесей (летучей сажи и золы). Необходимая для этого аппаратура (скрубберы) весьма проста по конструкции и, следовательно, доступна в изготовлении, а также

почти не требует за собой ухода (чистки), так как основная масса улавливаемых примесей к газу удаляется вместе с водой.

При сухом способе очистки аппаратура несколько усложняется, так как необходимы осадительные устройства (типа циклонов) и поверхностные холодильники. Последние могут орошаться водой или работать за счет отдачи тепла окружающему воздуху (в последнем случае их необходимая поверхность значительно возрастает). Эта аппаратура довольно часто должна подвергаться внутренней очистке.

Таким образом, в тех случаях, когда вопрос о водоснабжении и, главным образом, сбросе скрубберных вод не является решающим, предпочтение должно быть отдано мокрому способу очистки.

Из сопоставления различных типов скрубберов можно констатировать, что с увеличением плотности насадки уменьшаются габаритные размеры (главным образом, высота), но возрастает сопротивление прохождению газа.

Так, например, скрубберы с заполнением кольцами Рашига могут иметь высоту в 2—3 раза меньшую, чем оросительные без насадки (см. табл. 1 части IV), но создаваемые ими сопротивление несопоставляемо выше, чем у последних.

Оросительные (безнасадочные) и каскадные (Лимна, Даусона) скрубберы требуют большего расхода воды, чем имеющие насадку.

При недостаточной высоте здания или отсутствии материала для изготовления скруббера надлежащих размеров может быть осуществлена очистка газа в нескольких скрубберах (при этом они могут быть различных типов), включенных последовательно. Пример такой установки приведен в табл. 6, часть VI.

Предлагаемые номограммы и дублирующие их таблицы с рекомендуемыми размерами скрубберов построены на основании расчетных данных; указанные расходы воды определены, исходя из теплового баланса и необходимой плотности орошения (что в свою очередь определяло размеры скрубберов).

Из-за некоторой условности в существующей методике расчета полученные результаты скорректированы опытными данными.

Расчеты всех скрубберов произведены, исходя из обычно наблюдаемого температурного режима: температуре входящего газа — около 500—600° С, температуре выходящего газа — около 35—40° С и температуре поступающей воды — около 20° С.

Таблица 1. Сводная таблица основных размеров скрубберов.

В таблице приведены для расхода газа от 15 до 750 м³/час обеспечиваемая мощность двигателя, секундные расходы газа при нормальных и фактических условиях и нормальные, рекомендуемые, размеры газовых патрубков скрубберов.

Приведены для того же диапазона расхода газа основные размеры скрубберов различных типов. Последняя таблица дает возможность сопоставить размеры и в основном служит для выбора типа скруббера в случае использования имеющихся баков, резервуаров и т. д.

Таблица 2. Номограмма для определения основных размеров скрубберов: оросительных и с насадкой кольцами Рашига.

Номограмма дает возможность графически определить основные размеры скруббера, диаметры газовых и водяных патрубков, объем, занимаемый насадкой и т. д.

Приведенные примеры дают:

а) размеры оросительного скруббера для расхода газа в 300 м³/час. Диаметр скруббера $D = 515$ мм, высота $H = 5,5$ м, диаметр газоподводящего патрубка 225—250 мм, диаметр газоотводящего патрубка 150—175 мм;

б) размеры скруббера, с насадкой кольцами Рашига для расхода газа 620 м³/час. Диаметр скруббера $D = 1150$ мм, высота $H = 3,3$ м, высота, занятая насадкой, 1,8 м; размер колец Рашига $a \times b = 50 \times 50$ мм, диаметр газоподводящего патрубка 325—350 мм, диаметр газоотводящего патрубка 225 мм.

Таблица 3. Номограмма для определения основных размеров скрубберов с коксовой и хордовой реечной насадкой.

Номограмма аналогична предыдущей (см. текст к табл. 2, часть IV).

Таблица 4. Номограмма для определения основных размеров скрубберов Лимна.

Номограмма аналогична предыдущим (см. табл. 2 и 3, часть IV).

Таблица 5. Таблица рекомендуемых размеров каскадных скрубберов Даусона.

Таблица дает возможность определить основные размеры скрубберов для очистки от 15 до 750 м³ газа в час.

Пример. Для охлаждения и промывки 100 м³ газа в час рекомендуется скруббер высотой 3,0 м, длиной около 1,025 м, шириной 500 мм, состоящий из 4 отсеков.

Размеры отсеков (в плане) 500 × 350, 500 × 215, 500 × 180 и 500 × 165 мм. Число пар полок в отсеках 8, 10, 14 и 16. Ширина каналов, служащих для перемещения газа из одного отсека в другой, 45, 35 и 16 мм.

Таблица 6. Таблица рекомендуемых размеров скрубберов оросительных и Лимна.

Таблицы дублируют приведенные выше номограммы (см. табл. 2 и 4, часть IV) и составлены для расходов газа от 15 до 750 м³/час. Кроме величин, определяемых по номограмме, в таблицах приведены сечения скрубберов, их объемы, расход воды и время пребывания газа в скруббере.

Для приведенного выше примера (см. табл. 4, часть IV), для скруббера Лимна производительностью 75 м³ газа в час получено: диаметр скруббера 420 мм, диаметр внутренних конусов 260 мм, высота скруббера 3,5—4,0 м, внутренний объем 0,485—0,555 м³, число конусов — 18, время пребывания газа в скруббере (по су-

хому газу) 24—28 сек., ориентировочный расход воды 0,75 м³/час, диаметр напорной водяной линии 1", сливной — 1½".

Таблица 7. Таблица рекомендуемых размеров скрубберов с коксовой насадкой, хордовой и кольцами Рашига.

Таблица дублирует приведенные выше номограммы (см. табл. 2 и 3, часть IV) и составлена для расхода газа от 15 до 730 м³/час. Таблица содержит дополнительные данные аналогично табл. 6 (см. текст к табл. 6), а также сведения о насадке: размеры кусков кокса, реек и колец Рашига.

Таблица 8. Скруббер с коксовой насадкой к двигателю мощностью 50 л. с.; с кольцами Рашига к двигателю мощностью 10 л. с. и оросительного к двигателю мощностью 300 л. с.

Приведены общие виды скрубберов с размещением насадки и орошающих устройств различных типов.

1. Скруббер с коксовой насадкой ($D = 600$ мм, $H = 2,25$ м). Газ поступает в нижнюю часть скруббера через тройник, отросток которого, погруженный в гидравлический затвор, служит для слива орошающей насадки воды. Охлажденный и очищенный газ отбирается вверху. Коксовая насадка лежит на сетке. Водоразбрызгивающее устройство выполнено в виде душевого наконечника.

2. Скруббер с насадкой кольцами Рашига ($D = 200$ мм, $H = 615$ м). Этот скруббер отличается от предыдущего насадкой. Для стока воды предусмотрен специальный патрубок.

Кольца Рашига изготавливаются керамическими или металлическими из обрезков тонкостенных труб или сгибаются из полосок, нарезанных из листового железа. Загружаются в скруббер навалом.

3. Оросительный (безнасадочный скруббер) ($D = 730$ мм, $H = 6,5$ м). Скруббер представляет полый цилиндрический бак, не имеющий никакой насадки. Охлаждение и очистка газа достигаются единственно в результате орошения его плотным водяным дождем.

В данной конструкции для лучшего распыла воды применены форсунки Кертинга (см. часть IV, табл. 14).

Таблица 9. Скрубберы Лимна к двигателям мощностью 100 и 20 л. с.

Пример конструктивного выполнения двух скрубберов: $D = 700$ мм, $H = 4,5$ м и $D = 300$ мм, $H = 3,6$ м.

Газ поступает в нижнюю часть скруббера и, поднимаясь вверх, проходит сложный путь между конусами, поочередно приваренными к обечайке скруббера и укрепленными на центральном стержне. (Большие конуса имеют центральные отверстия с диаметрами несколько большими, чем диаметры внутренних конусов). Проходя через скруббер, газ пронизывает водяной дождь, падающий с конусов.

В первом скруббере ($D = 700$ мм) центральный стержень, на котором укреплены внутренние конуса, одновременно использован для подвода воды.

Во втором скруббере из-за относительно малого диаметра как внутренние, так и внешние конуса укреплены на тягах, подвешенных к верхней крышке скруббера.

Таблица 10. Каскадный скруббер Даусона к двигателю мощностью 150 л. с.

По принципу работы этот скруббер идентичен скрубберу Лимна, но как бы разрезанному по высоте на несколько частей, поставленных рядом. Газ проходит отсеки последовательно, пронизывая при этом водяной дождь, падающий с наклонных полок.

По мере охлаждения газа его объем уменьшается, что учтено размерами сечений отсеков. Пропускная способность скруббера 300 м³ газа в час.

Таблица 11. Скрубберы с хордовой (реечной) насадкой к двигателю мощностью 75 и 200 л. с.

Примеры конструктивного выполнения скрубберов $D = 730$ мм, $H = 3,4$ м и $D = 1190$ мм, $H = 5,0$ м с деревянной реечной насадкой.

В хордовых скрубберах насадка выполнена из деревянных реек (располагаемых по хордам поперечного сечения скруббера), что в значительной мере увеличивает поверхность соприкосновения газа с водой.

Насадка выполняется в виде решеток, накладываемых в скрубберы одна на другую.

Небезосновательно опасения, что при перекосах (в отношении горизонтальной плоскости) решеток вода может стекать по нижнему ребру рейки на одну из стенок скруббера. Поэтому, в целях равномерного распределения капель воды по всему сечению, нижняя часть реек выполняется зубчатой.

Водоразбрызгивающее устройство запроектировано в виде газовой трубы с рядом отверстий. Такая конструкция себя не всегда оправдывает, так как отдельные отверстия засоряются и насадка орошается неравномерно.

В скруббере к двигателю мощностью 200 л. с. для лучшего охлаждения газа применено двухзонное орошение и (на газоподводящем патрубке) барботажное устройство.

Таблица 12. Данные о насадках.

В таблице приведены типы насадок и основные данные по ним: размеры, отношение свободного от насадки сечения к общему, поверхность насадки в м² на 1 м³ объема скруббера и расход древесины.

Таблица 13. Данные по реечной, коксовой, кварцевой насадке и кольцам Рашига.

В таблице приведены основные данные для насадок различных типов и размеров.

Таблица 14. Данные о распылителях воды.

Приводятся основные типы, размеры и производительность распылителей по опытным данным, а также таблица расхода воды, для распылителей — типа газовой трубы с рядом отверстий — в зависимости от диаметра отверстия и напора.

При выборе диаметра и числа отверстий, кроме расхода воды, необходимо учитывать расстояние между отверстиями, которое для равномерного распределения воды по сечению скруббера не должно быть более 150—200 мм. Диаметр отверстия, из соображений засоряемости, не рекомендуется принимать меньше 3—4 мм.

Таблица 15. Номограмма для определения основных размеров сухих очистителей — каплеотделителей.

Сухие очистители, или, как их еще называют, каплеотделители, являются обязательными аппаратами, которые ставятся по ходу газа непосредственно за скруббером. Предназначаются сухие очистители для улавливания капель воды, случайно увлекаемых газом.

В этих очистителях газ фильтруется через слой древесной или металлической стружки, древесной шерсти, мелкого кокса или колец Рашига. Во время работы насадка очистителя постепенно увлажняется, и капли воды выпадают на дно. Поэтому подобные каплеотделители должны конструироваться исключительно с направлением газа снизу вверх.

Номограмма дает возможность графически определить основные размеры очистителей для расходов газа от 15 до 750 м³ в час.

Пример. Для двигателя мощностью 150 л. с. (расход газа 300 м³ в час) рекомендуются размеры сухого очистителя: поперечное сечение $F = 4,25 \text{ м}^2$ (форма может быть любая: при круглом резервуаре его диаметр должен быть равен 1260 мм, при квадратном $a \times a = 1120 \times 1120$ и т. д.), общая высота очистителя $H = 1150$ мм, толщина фильтрующего слоя $S = 450$ мм; диаметры газовых патрубков — 6" (по номограмме 165 мм).

Таблица 16. Сухие очистители — каплеотделители различных типов.

Приведены примеры конструктивного исполнения сухих очистителей различных типов, в том числе и деревянного для двигателей малой мощности. Для крупных установок сухие очистители могут быть изготовлены кирпичными или железобетонными.

Несмотря на кажущуюся простоту изготовления, деревянные каплеотделители довольно трудно осуществимы, так как требуют материала высокого качества и тщательного выполнения. Неплотности (трудно обнаруживаемые, так как система работает под разрежением) дают подсос воздуха, что может привести к взрыву.

Также следует избегать и прямоугольной формы, так как пуль-

сирующий расход газа вызывает вибрацию стенок очистителя и расстраивает швы.

Таблица 17. Циклоны для очистки газа от пыли.

Циклоны применимы для сухой очистки газа от пыли (летучей золы). Во избежание конденсации в циклоне влаги и образования грязи, забивающей щели выходного патрубка, циклоны рекомендуется устанавливать непосредственно за газогенератором (до холодильников для газа).

В таблице приведены габаритные размеры циклонов различной производительности и конструктивный разрез циклона для установки мощностью около 300 л. с.

Таблица 18. Поверхностные холодильники для газа.

Скрубберная вода из-за ее загрязнения (смолой, золой и фенолами) для повторного использования должна подвергаться очистке; так как последний процесс довольно сложен, то практически вода после скруббера сбрасывается (в канализацию, реку или ручей с достаточным дебетом для ее разбавления и т. д.).

В установках с затрудненным водоснабжением (например, вынужденных работать с замкнутой системой) для охлаждения газа применимы поверхностные холодильники; в последних охлаждение газа производится водой или воздухом.

В таблице приведены две конструкции с водяным охлаждением. Первая представляет вертикальную трубчатку; газ омывает трубы с внешней стороны, вода циркулирует внутри труб. Вторая представляет змеевик, по трубам которого проходит газ; снаружи трубы орошаются водой.

Аналогично последнему выполняются и воздушные холодильники, но для лучшей теплоотдачи трубы располагаются вертикально.

Приведена также конструкция спаренного воздушного холодильника, выполненного в виде двух вставленных друг в друга железных барабанов; газ проходит в кольцевом пространстве между обечайками.

Установка воздушных холодильников должна производиться вне здания на теневой стороне.

Таблица 19. Воздушный холодильник для газа.

Приведены конструкции, детали и установка газоздушного холодильника, состоящего из двух секций с поверхностями по 21,5 м². Холодильник предназначен для установки мощностью 2 × 150 л. с. При работе обеих машин секции холодильника включаются параллельно, при работе одной машины, для лучшего охлаждения газа, возможно включать секции последовательно.

Часть V. Вспомогательное оборудование

Часть V содержит справочный материал по вспомогательному оборудованию газогенераторных установок (трубопроводам, вентиляторам, насосам, электромоторам, топливоподаче и пр.).

В значительной мере этот материал заимствован из каталогов и ГОСТ, причем приведены лишь данные о том оборудовании, установка которого наиболее вероятна.

Таблица 1. Динамическое сопротивление трубопроводов в мм вод. ст. на 100 пог. м. трубы.

Приведены номограммы для определения динамического сопротивления для газопроводов диаметром от 25 до 375 мм, в зависимости от расхода газа.

Указаны значения эквивалентной длины местных сопротивлений (колен, тройников, переходов, вентилялей и т. д.) различных диаметров.

Эти данные служат для определения потери давления в газопроводах, поверочный расчет которых необходим при длинных и сложных коммуникациях.

Пример. Газовая магистраль к двигателю мощностью 100 л. с. (расход газа — 200 м³/час) запроектирована диаметром 6" (150 мм). Фактическая длина прямых участков 75 м.

Кроме того, предположено установить три гнутых колена с $R = 4d$, два колена из сегментов, три нормальных тройника, две задвижки, обратный клапан и два лирообразных гладких компенсатора.

Приведенная длина газопровода равна:

1) прямые участки	75 м
2) три гнутых колена с $R = 4d$	$3 \times 4 = 12$ м
3) два колена из сегментов	$2 \times 29 = 58$ м
4) три нормальных тройника	$3 \times 14,5 = 43,5$ м
5) две задвижки	$2 \times 2 = 4$ м
6) обратный клапан	$1 \times 12,5 = 12,5$ м
7) два лирообразных гладких компенсатора	$2 \times 14,5 = 29$ м
	<u>234 м</u>

Потеря напора при расходе 200 м³/час, диаметре трубы 150 мм и ее длине 100 м равна 8 мм (по номограмме).

Потеря напора на запроектированной линии

$$8 \times 2,34 = 18,72 \approx 20 \text{ мм вод. ст.}$$

Примечание. Кривые динамического сопротивления газопроводов заимствованы из книги Н. Э. Рамбуш — Газогенераторы. Таблица эквивалентных длин взята из книги В. Н. Косточкина и А. И. Ляховского — Воздуходувные машины и станции.

Таблица 2. Центробежные вентиляторы высокого давления системы инж. Косточкина.

В таблице приведены данные из каталогов о размерах вентиляторов, а также методика выбора номера вентилятора и определения потребляемой мощности.

Пример. Для подачи воздуха под колосники газогенератора пропускной способностью до 170 кг торфа в час предположено поставить дутьевой вентилятор с полным напором в 200 мм вод. ст.

По табл. 1, часть III на 1 кг торфа генератор расходует 1,2 кг или 0,93 м³ воздуха.

Расчетный расход воздуха газогенератором равен:

$$170 \times 0,93 = \text{м}^3/\text{час.}$$

Расчетная производительность вентилятора, учитывая потерю через неплотности в коробах ($\sim 15\%$):

$$V = 1,15 \times 159 = 183 \text{ м}^3/\text{час или } 0,51 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Необходимая для создания заданного напора окружная скорость колеса вентилятора:

$$u = \sqrt{10 \cdot H} = \sqrt{10 \cdot 200} = 44,7 \approx 45 \text{ м/сек.}$$

Скорость воздуха в выходном патрубке вентилятора:

$$W_a = 0,857 \cdot u = 0,857 \times 45 = 38,6 \text{ м/сек.}$$

Необходимое сечение выходного патрубка вентилятора

$$F_a = \frac{V}{W_a} = \frac{0,51}{38,6} = 0,0132 \text{ м,}$$

что соответствует диаметру $d = 129,6$ мм.

Может быть принят вентилятор № 5 с диаметром выходного отверстия 130 мм и диаметром колеса $D = 450$ мм.

Число оборотов вентилятора, при котором он обеспечит требуемый напор:

$$n = \frac{60 \cdot u}{3,14 \cdot D} = \frac{60 \times 45}{3,14 \times 0,45} = 1910 \approx 1900 \text{ об/мин.}$$

Потребная мощность:

$$N = 1,2 \frac{V \cdot H}{75 \times 0,55} = 1,2 \frac{0,51 \times 200}{75 \times 0,55} = 2,96 \approx 3 \text{ л. с.}$$

Таблицы 3 и 4. Центробежные вентиляторы Сирокко среднего давления.

Таблица 5. Характеристики вентилятора Сирокко № 5. Технические данные трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором АД, АДФ, ФАД, в защищенном исполнении для напряжения 220/380 в.

Таблица 6. Габаритные размеры электромоторов типа АД.

Таблица 7. Центробежные насосы низкого давления.

Таблица 8. Быстроходные многоколесные турбинные насосы.

Таблица 9. Многоколесные центробежные насосы. Сортамент газовых труб.

Таблица 10. Трубы стальные бесшовные.

Таблица 11. Сортамент фитингов.

Таблица 12. Нормали фланцев, вентиляей, задвижек и обратных клапанов.

Таблицы 13 и 14. Развертка сварных колен.

Сварка колен может производиться из труб путем их разрезки по плоскости, наклонной к главной оси трубы, и последующей сварки кусков во взаимно смещенном положении.

При отсутствии труб колена изготавливаются из отдельных элементов, выкраиваемых из листов. На таблице приведена разметка труб и листов, производимая при изготовлении колен с одной, двумя и тремя промежуточными вставками.

Размеры разметки обозначены буквами, численные величины, в долях от диаметра трубы, приведены в табл. 14, часть V.

Таблица 15. Развертка сварных тройников и конусных патрубков.

Таблица 16. Развертка переходов с круга на квадрат.

В таблице приведены развертки сварных переходных патрубков с круглой трубы на квадратную, для различных соотношений размеров.

Развертка строится следующим образом: переход вычерчивается в двух проекциях (фиг. А и В). Длина окружности (фиг. В) делится на равное число частей (на фиг. В окружность разделена на 12 частей; симметрично расположенные точки обозначены одноименно). На произвольной прямой откладывается отрезок $m'' - n''$ (фиг. С), равный отрезку $m - n$ фиг. А. Из точек m'' и n'' (фиг. С) проводятся дуги радиусом

$$r = \sqrt{h^2 + (m0)^2},$$

пересечение которых дает точку 0.

Из точек m'' и n'' проводятся дуги радиусом

$$r^I = \sqrt{h^2 + (m1)^2},$$

а из точки 0'' проводятся дуги радиусом

$$r^{II} = 01;$$

пересечение этих дуг даст точки I''.

Аналогично:

$$r^{III} = \sqrt{h^2 + (m2)^2}; \quad r^{IV} = \overline{12}$$

определяет точки 2''.

$$r^V = \sqrt{h^2 + (m3)^2}; \quad r^{VI} = \overline{23}$$

определяет точки 3''.

Точка K'' определяется пересечением дуги, радиус которой равен O'' S (из точки 3'') и m'' S'' (из точки m'').

Построенная таким образом фиг. С представляет половину развертки.

Таблица 17. Нормали кошек.

Таблица 18. Тали Людерса и быстроходные.

Таблица 19. Тельферы. Цепи.

Таблица 20. Габариты вагонеток. Подъемник для дров.

В таблице приведены габаритные размеры вагонеток с опрокидывающимися кузовами, емкостью от 0,5 до 1,5 м³, для колеи от 500 до 750 мм; размеры вагонеток с деревянной платформой; конструкция клетки емкостью 1 м³, предназначенной для подачи дров на загрузочную площадку газогенератора; принципиальная схема топливоподачи с вертикальным и горизонтальным перемещениями.

Таблица 21. Кран-укосина и саморазгружающийся бункер для сыпучего топлива.

Приведен общий вид (сборочный чертеж) крана-укосины, ручной лебедки и саморазгружающегося бункера емкостью 0,3 м³, предназначенных для загрузки газогенераторов сыпучим топливом (мелким торфом, углем), а также общая схема установки, обслуживающей два газогенератора.

Таблица 22. Наклонный подъемник для дров.

Приведены общий вид установки и узловые чертежи наклонного подъемника-транспортера для подачи дров длиной 500 мм. Производительность подъемника до 10 м³ в час.

Таблица 23. Вертикальный подъемник с саморазгружающимся ковшом.

Приведены общий вид установки и узловые чертежи вертикального подъемника с саморазгружающимся ковшом емкостью 0,75 м³. Подъемник предназначен для подачи сыпучего топлива, при дальнейшей перегрузке в бункер или вагонетку.

Таблица 24. Камерная сушилка для дров или торфа.

Конструктивный пример камерной сушилки периодического действия для дров или торфа, производительностью до 100 кг/час (2,5 т) в сутки, при первоначальной влажности топлива до 50% и конечной около 20%.

Сушилка в основном использует тепло выхлопных газов двигателя, но может работать и на специальном подтопке.

Для дров расчетный период сушки принят в 4 часа (загрузка одной вагонетки — 1 м³).

Для торфа — 2 часа; при сушке торфа последний укладывается на противни (толщина слоя торфа не выше 100 мм), располагаемые на вагонетке в несколько ярусов. Загрузка одной вагонетки — 0,5 м³.

Так как сушилка может работать круглые сутки, то мощность обслуживаемого ею двигателя зависит от числа часов работы

и степени загрузки последнего. Подобная сушилка может быть осуществлена с камерой на две вагонетки.

При работе исключительно на подтопке, расход сжигаемого топлива равен 20—30% высушиваемого. Использование выхлопных газов дает экономию в сжигаемом в подтопке топливе в 0,25—0,3 кг на каждую лошадиную силу мощности двигателя.

Пример. Двигатель мощностью 120 л. с. работает в течение 16 час. в сутки со средней нагрузкой в 85%.

Суточный расход дров газогенератором, при удельном расходе 1,2 кг/л. с. в час и учете расхода на растопку газогенератора ~10%, равен:

$$120 \times 1,2 \times 16 \times 0,85 \times 1,1 = 2200 \text{ кг в сутки.}$$

Суточный расход дров на сушку при работе сушилки исключительно на подтопке ориентировочно составит:

$$0,25 \times 2200 = 550 \approx 600 \text{ кг в сутки.}$$

При использовании тепла газов, отходящих из двигателя, расход сушилкой дров может быть уменьшен на:

$$120 \times 16 \times 0,85 \times 0,25 = 400 \text{ кг в сутки, т. е. составит:}$$

$$600 - 400 = 200 \text{ кг в сутки.}$$

Число часов работы сушилки около

$$24 \cdot \frac{200}{2500} \approx 21 \text{ час в сутки.}$$

Таблица 25. Тоннельная сушилка для дров или торфа.

Пример конструкции тоннельной сушилки непрерывного действия, производительностью до 2 т/час. Сушилка снабжена специальной топкой.

Таблица 26. Номограмма для определения основных размеров градирен.

Номограмма дает возможность определить основные размеры градирен башенного типа с речной насадкой (для метеорологических условий средней полосы СССР) производительностью от 4 до 50 м³ воды в час.

Пример приведен для производительности 20 м³ в час: высота, занятая насадкой, 5 м, сечение в середине зоны орошения 11,5 м² (т. е. сторона квадрата — 3,4 м), глубина бассейна для охлажденной воды 2—2,25 м, диаметр подводящей воду линии 60 мм (2¹/₂"), отводящей — 60—75 мм (2¹/₂—3").

Таблица 27. Градирня производительностью 10 м³/час.

Пример конструктивного выполнения градирни башенного типа, производительностью 10 м³ воды в час. Общая высота градирни 11,79 м, размер бассейна в плане 2,82 × 2,82 м².

Таблица 28. Механизмы для разделки дров.

В таблице приведены конструкция механического (электроприводного) колуна конструкции Лесобуммаша для расколки поленьев; кривые наивыгоднейшего числа оборотов и потребной мощности для дисковых пил; конструкции установок дисковых пил (на верстаке и с маятником — подвесом).

Часть VI содержит принципиальные схемы трубопроводов и примеры компоновки оборудования газогенераторных установок.

Таблица 1. Принципиальная схема трубопроводов газогенераторной установки.

Приведена нормальная «классическая» схема газогенераторной установки, состоящей из газогенератора, скруббера с орошаемой водой насадкой и сухого очистителя. Для полноты схемы показан двигатель с газовоздушным смесителем. В непосредственной близости к двигателю установлен ресивер, играющий роль не только газосборника, уменьшающего пульсацию в газопроводе, но и водоотделителя. Здесь же подключен вентилятор, помощью которого вся система заполняется газом перед пуском. Во время работы двигателя, во избежание подсоса воздуха, вентилятор отъединяется от газопровода помощью запорного крана. На напорной линии вентилятора, в пределах помещения, установлен пробный краник, служащий для контроля готовности установки к пуску.

Для промывки и охлаждения газа вода может быть получена от любого источника водоснабжения (водопровода, скважины, расходного бака станции), но вода, выходящая из скруббера, должна или сбрасываться (в канализацию или водоем с проточной водой с достаточно большим дебетом), или охлаждаться и поступать вновь в расходный бак, обслуживающий только скруббер. Смешивание скрубберной воды с водой, поступающей затем на охлаждение двигателя, недопустимо, так как вода при промывке газа насыщается кислотами и фенолами, которые вызовут разъедание پوستей охлаждения двигателя.

На приведенной схеме, как принципиальной, показана замкнутая система циркуляции скрубберной воды. Из скрубберного приемка вода поступает в сборный бак, перекачивается на градирню и вновь закачивается в расходный напорный бак; из последнего самотеком вновь поступает в скруббер. Изображенная схема трубопроводов предусматривает наличие двух перекачивающих насосов с возможной заменой, без разборки трубопроводов, одного насоса другим.

Скрубберный приемок, при его расположении на одном уровне с гидравлическим затвором газогенератора, соединяется с ним трубой, благодаря которой уровень воды в гидравлическом затворе автоматически поддерживается на должной высоте.

На приведенной схеме ряд трубопроводов, не имеющих прямого отношения к газогенераторному оборудованию, не показан (противопожарная и бытовая линии, топливная и охлаждающая системы двигателя и т. д.).

Таблица 2. Принципиальная схема трубопроводов газогенераторной станции с двигателями мощностью 300 + 80 + 60 л. с.

Приведена схема газогенераторной станции с тремя двигателями различной мощности. Газогенераторное оборудование рассчитано на мощность 2 × 150 + 2 × 75 л. с. с возможностью различ-

ных подключений, например работе двигателей 80 и 60 л. с. на газогенераторной аппаратуре 150 л. с. и т. д.

Таблица 3. Габариты газогенераторного помещения.

Таблица с габаритными размерами аппаратуры и здания для газогенераторной установки, состоящей из одного комплекта оборудования на мощность 50, 100 и 150 л. с. Габариты предусматривают установку типовой аппаратуры, разработанной трестом Оргкоммунэнерго.

Таблица 4. Габариты газогенераторного помещения.

Приведены те же данные, что и в табл. 3, но для установки двух комплектов оборудования на мощности 2×50 , 2×100 и 2×150 л. с.

Таблица 5. Газогенераторная установка к двигателю мощностью 15—20 л. с.

В таблице приведены газогенератор и аппаратура запроектированной установки малой мощности для работы на древесной чурке.

Газогенератор снабжен металлическим кожухом толщиной около 2—3 мм и внутри выложен кирпичом. Воздух поступает к зоне горения по четырем фурмам (из газовых труб диаметром 1"), заложены на высоте 650 мм от уровня пола. В нижней части футеровка газогенератора (выполненная из огнеупорного кирпича) сперва суживается для уплотнения угля и лучшего разложения смол, а затем вновь расширяется, что создает газоотборное кольцо. Нижние слои топлива (угля) опираются на колосники; последние могут быть выполнены чугунами или из круглого железа диаметром $\frac{3}{4}$ —1". Под колосниками расположен гидравлический затвор. Помимо фурм, в средней части газогенератора предусмотрено шуровочное отверстие (из газовой трубы диаметром $2\frac{1}{2}$ "), предназначенное для розжига генератора факелом и проталкивания топлива в случае его зависания на суживающейся части шахты.

В верхней части газогенератора имеется «свеча» для розжига самотягой, перекрываемая заслонкой; конденсирующаяся на стенках «свечи» влага отводится в приямок скруббера.

Загрузочный люк — герметичный, что достигается применением прокладки из асбестового шнура и закреплением крышки нажимным болтом.

Бункер (верхняя часть шахты) газогенератора имеет объем около 0,2 м³, что обеспечивает работу без догрузки в течение до 3—4 час. Рекомендуемый период загрузки — 1 час.

Скруббер и сухой очиститель обычного типа и конструкции, которые уже были описаны выше.

Таблица 6. Оборудование выполненной газогенераторной установки к двигателю мощностью 40 л. с.

Установка состоит из газогенератора и двух последовательно включенных скрубберов, первый из которых — оросительный — рассматривается как холодильник для газа; в верхней части скруббера с хордовой насадкой конструктивно размещен сухой очиститель. Вся аппаратура изготовлена из случайно подобранных резервуаров, чем и объясняется ее своеобразность.

Для газогенератора обращенного процесса использован имеющийся бак, в соответствии с чем шахта выбрана прямоугольного сечения. Колосниковая решетка — качающаяся, для лучшего золотудаления. Отбор газа производится из под решетки. Число фурм — 12, выполнены они из газовых труб диаметром в $\frac{3}{4}$ "; помимо фурм, предусмотрены два шуровочных отверстия. Несмотря на наличие последних, при попытке работать на чурке длиной в 250 мм наблюдалось зависание топлива, и размер чурки пришлось уменьшить до 100—120 мм. Загрузочный люк — герметичный. Для розжига самотягой предусмотрена вытяжная труба.

Из газогенератора газ поступает в оросительный скруббер — холодильник, собранный из двух труб диаметром 8". Трубы холодильника включены последовательно; их нижние концы открыты, но погружены в воду в приямок. В верхней части труб помещены оросители в виде душевых сеток.

За холодильником установлен комбинированный скруббер (также изготовленный из случайно выбранного бака). В нижней части расположена орошаемая водой насадка из деревянной рейки; разбрызгивающее устройство выполнено в виде крестовины из газовых труб с рядом мелких отверстий. Вода из скруббера стекает по газоподводящей трубе в приямок холодильника. В верхней части скруббера расположен сухой очиститель, заполненный тонкими ветвями и древесной стружкой.

В эксплуатации установка, несмотря на некоторое несоответствие размеров аппаратуры с ее производительностью, оказалась достаточно удобной и удовлетворительной.

Таблица 7. Газогенераторная установка АГ-65.

Установка изготавливается для двигателя мощностью 65 л. с. для работы на швырке длиной 750 мм. Газогенератор в верхней части имеет вращающийся барабан (см. часть II, табл. 27 и текст к ней) и представляет последнюю модернизацию запатентованного генератора КК-2.

Очиститель и холодильник для газа выполнены комбинированными. В нижней части, меньшего диаметра, расположен каскадный скруббер типа Лимна, с рядом конусообразных тарелок. Последние выполнены двух диаметров: меньшие приварены к центральному стержню, а большие, имеющие отверстия примерно равные наружному диаметру меньших тарелок, приварены к стенкам скруббера. Большие и меньшие тарелки чередуются друг с другом. Сверху поступает вода, которая, переливаясь с тарелки на тарелку, создает ряд каскадов, через которые проходит поднимающийся по скрубберу газ. Нижняя часть скруббера открыта и погружена в приямок гидравлического затвора.

Над скруббером, составляя с ним одно целое, расположен сухой очиститель; в нем газ фильтруется через два слоя стружки или колец Рашига, расположенных на независимых сетках.

Установка снабжена тремя тягомерами и термопарой, дающими возможность вести наблюдение за температурой газа (перед скруббером) и сопротивлением ее отдельных элементов (в целях своевременного установления и устранения засоров).

Таблица 8. Газогенераторная установка к двигателю мощностью 80—100 л. с.

Установка характерна конструкцией газогенератора, не имеющего металлического кожуха. Очистительная аппаратура состоит из скруббера с хордовой насадкой и двух параллельно работающих сухих очистителей. Аппаратура изготовлена из подобранных готовых баков, этим, в частности, объясняется применение двух сухих очистителей.

Газогенератор — обращенного процесса, выполнен с круглой цилиндрической шахтой, имеющей футеровку в полкирпича (огнеупорного); наружная стенка, не перевязанная с футеровкой, выложена в полтора кирпича. Кладка велась без подтески, поэтому общая толщина стенки оказалась равной около 550 мм. После просушки газогенератора наружная стенка была покрыта цементной штукатуркой толщиной около 10—20 мм.

Отбор газа производится ниже чугунных колосников по трубе, в которой прорезано обращенное вниз овальное окно. Золоудаление производится через гидравлический затвор.

Для подачи воздуха заложены три ряда фурм: в среднем ряду две фурмы имеют увеличенное сечение и служат для розжига и шуровки. Загрузочный люк — герметичный; к верхней части шахты генератора присоединена вытяжная труба. Для создания плотности между кладкой и закладываемой в нее железной арматурой (фурмами, загрузочным люком, люком для смены колосников) к последней приварены фланцы, замурованные в кладку.

Скруббер изготовлен из металлического бака. Заполнение произведено деревянной рейкой, сбитой в решетки; так как высота насадки (число слоев рейки) довольно велико, то возникали опасения, что благодаря возможному перекоосу (в отношении горизонтальной плоскости) деревянных решеток, капли воды могут стекать по нижней кромке реек к какой-либо стороне у скруббера и поэтому распределение воды не будет равномерным. Чтобы избежать этого, нижняя часть планок выполнена зазубренной; таким образом стекающая на планки вода скапливается на нижней части уступов и вновь каплями падает на следующий ряд рейки.

Сухие очистители изготовлены из металлических бочек; для увеличения сечения предусмотрено два очистителя (с их параллельным включением). Толщина фильтрующего слоя около 350 мм; заполнение — металлическая стружка.

В эксплуатации установка оказалась достаточно простой и надежной.

Таблица 9. Газогенераторная установка к двигателю мощностью 300 л. с.

Проект установки с газогенератором, допускающим газификацию дров повышенной влажности (предположено до 40%). Для этого предусмотрен подогрев воздуха перед фурмами в вертикальных каналах, выложенных в кладке генератора. В этих же каналах проходят газоотводящие трубы, присоединенные сверху к общему кольцеобразному коллектору. Колосниковая решетка — качающаяся (однотипная с изображенной в табл. 17 и 18 части II). Скруббер с коксовой насадкой и барботажным устройством. Сухой очиститель предположен с двумя фильтрующими слоями.

Таблица 10. Газогенераторная установка на древесном угле.

Работающая установка к двигателю 45 л. с. Переделана из установки, построенной и работавшей на антраците.

Газификация древесного угля ведется по прямому процессу с подводом под колосники пара. Последний получается в испарителе (в данной конструкции расположенном в верхней части газогенератора) за счет использования физического тепла генераторного газа.

При прямом процессе должна быть обеспечена герметичность загрузочного люка, что достигается установкой (последовательно) двух затворов. В данном случае нижний затвор играет одновременно роль питателя, дозирующего загружаемое в шахту топливо.

Таблица 11. Компоновка газогенераторной установки на дровах к двигателю мощностью 60 л. с.

Компоновка газогенераторной установки, аппаратура для которой была запроектирована на основе использования имеющихся резервуаров. Из-за недостатка места в помещении вся очистительная аппаратура размещена вне здания.

Таблицы 12 и 13. Пример компоновки газогенераторной станции на дровах, мощностью 180 + 75 л. с.

Пример компоновки газогенераторного оборудования, машинного зала и распределительного устройства в случайном (приспосабливаемом) здании.

Двигатель мощностью 75 л. с. к переводу на газообразное топливо не предположен.

Таблицы 14 и 15. Пример компоновки газогенераторной станции на дровах, мощностью 150 + 100 л. с.

Пример компоновки газогенераторной станции, машинного зала и распределительного устройства. Установка характерна тем, что ввиду недостатка воды предусмотрены сухая очистка газа и установка воздушных холодильников.

Из газогенераторов (см. табл. 15, часть VI) газ поступает в два последовательно включенных циклона (см. также табл. 17, часть IV) и затем в поверхностный холодильник (его описание и детали см. табл. 19, часть IV), помещенный вне здания. Из холодильника газ направляется в сухие очистители (см. табл. 14, часть VI) и далее к двигателям.

Таблицы 16, 17, 18 и 19. Пример компоновки газогенераторной станции, мощностью 110 л. с., работающей на дровах.

Пример компоновки станции, смонтированной из оборудования завода «Двигатель революции» в специально сооруженном здании. Основное оборудование станции: двигатель 4ВГ-26/38, газогенератор и аппаратура Г-2 (см. табл. 22, часть II).

Для очистки газа установлен грубый очиститель, представляющий небольшой цилиндрический резервуар с вертикальной перегородкой, не доходящей до уровня воды (очиститель, как и скруббер, не имеет дна и погружен в приямок с водой). Газ, огибая перегородку, резко меняет направление движения, что способствует выпадению летучей золы; одновременно газ охлаждается водой, подаваемой в очиститель.

За грубым очистителем установлен скруббер с орошаемой водой коксовой насадкой.

Сухой очиститель в нижней части наполнен металлической стружкой, в верхней — древесной.

Непосредственно в газогенераторном помещении установлен газосборник — рессивер (что является ошибочным, так как в этом случае рессивер не улавливает конденсата, выделяющегося в основном газопроводе).

Для розжига установлен дутьевой вентилятор (не показанный на чертеже), нагнетающий воздух в газогенератор. Продувка системы в атмосферу ведется через свечу на рессивере. Установка Г-2 зарекомендовала себя как вполне надежная и могущая работать на дровах повышенной влажности.

Часть VII. Газовоздушные смесители, коллекторы и регулирующие заслонки

Часть VII содержит схемы и конструкции газовоздушных смесителей различных типов; примеры компоновок смесителей и коллекторов с различными двигателями и связь дроссельных заслонок с регуляторами.

Таблица 1. Дроссели и заслонки.

В таблице приведены типы различных дросселей, быстродействующая заслонка (шибер) завода «Двигатель революции»; конструкция и таблица размеров деталей универсальной газовой заслонки для труб диаметром от 2½ до 12", монтируемой между фланцами.

Таблица 2. Схемы газовоздушных смесителей.

В таблице приведены схемы различных смесителей; таблица рекомендуемых присоединительных размеров смесителей в зависимости от мощности двигателя и числа цилиндров.

Таблица составлена для четырехтактных двигателей. В случае применения данных таблицы в двухтактном двигателе следует счи-

тать: двухцилиндровый двухтактный двигатель эквивалентным четырехцилиндровому четырехтактному и т. д.

Таблица 3. Смесители и обратные клапаны для воздуха и газа.

В таблице приведены конструктивные разрезы газовоздушных смесителей, применяемых на двигателях различных заводов, а также конструкции самодействующих обратных клапанов для газа и воздуха.

Таблица 4. Газосмесительные коробки и клапаны.

В таблице приведены конструкции газосмесительных клапанов, применяемых на стационарных машинах, специально построенных и переводимых с жидкого топлива на газообразное.

Таблица 4а. Газосмесительные клапаны.

Примеры конструкций газосмесительных клапанов для машин большой мощности. Клапаны вписываются в габарит гнезда нормальной цилиндрической крышки (изготовленной для двигателя, спроектированного для жидкого топлива).

Конструкции предусматривают возможность изменения момента открытия сечения для прохода газа. Этим предположено достигнуть подачу, в первый момент открытия клапана, только воздуха (а затем смеси), что должно уменьшить опасность обратных вспышек.

Таблицы 5 и 6. Смеситель и дроссельные заслонки к двигателю завода «Динамо» мощностью 60 л. с. при 210 об/мин.

Таблица 6а. Смеситель эжекционного типа.

Экспериментальный смеситель к двигателю мощностью 65 л. с. На основании расчета установлено, что данная система несколько снижает потерю давления на всасывании.

Предусмотрена возможность передвижки (во время работы машины) внутреннего конуса для подбора наиболее выгодного положения.

Экспериментальная проверка смесителя не произведена.

Таблица 7. Коллектор и смеситель к трехцилиндровому двигателю мощностью 105 л. с.

Установка этого смесителя на двигателе и расположение тяг от регулятора см. часть VII, табл. 14.

Таблица 7а. Коллектор и смеситель к двигателю мощностью 200 л. с.

Конструкция смесителя к двигателю Коломенского завода марки 9К-4, мощностью 200 л. с., $n = 300$ об/мин. (см. часть VII, табл. 14а).

Таблица 8. Коллектор и смеситель к двигателю Сормовского завода марки 6БК-43, мощностью 300 л. с., 300 об/мин. (см. также часть VII, табл. 17).

Таблица 9. Схема сборки газового коллектора смесителя и дроссельных заслонок к двигателю ВГ—26/38 завода «Двигатель революции» (см. также часть VII, табл. 16 и 17).

Таблица 10. Газовый и воздушный золотники завода «Двигатель революции» к двигателю серии ВГ-42,5/60.

В таблице приведены общий вид и разрез газорегулирующего устройства газового двигателя серии ВГ-42,5/60, состоящего из двух (газового и воздушного) цилиндрических золотников, связанных с кулачковыми шайбами на валике, перемещаемом от регулятора, благодаря чему достигается смешанное (качественное и количественное) регулирование. Возможно изменение состава и количества смеси от руки.

Таблица 11. Установка смесителей на двухтактных двигателях с кривошипнокамерной продувкой.

В двухтактных двигателях с кривошипнокамерной продувкой газозоветная смесь подводится к всасывающему окну на картере. Как предохранительная мера, на случай взрыва газа в картере, рекомендуется установка предохранительного клапана.

Конструкция смесителя может быть любой; так как кривошипнокамерные машины имеют обычно небольшую мощность, то для упрощения работ смеситель выполняется в виде простого тройника.

Таблица 11а. Смеситель для 2-тактного двигателя.

Конструкция смесителя типа тройника для горизонтального 2-тактного двигателя мощностью 45 л. с. (см. часть VII, табл. 11).

В конструкцию входят обратный и предохранительный клапаны. Регулирование — ручное.

Таблица 12. Установка смесителя и приборов зажигания на горизонтальном калоризаторном двигателе Крослей мощностью 50 л. с.

Смеситель выполнен в виде крестовины, один из патрубков которой использован для предохранительного клапана. Обе заслонки — воздушная и для дросселирования смеси — имеют лишь ручной привод (связь с регулятором из-за его малой мощности не осуществлена).

Зажигание — высокого напряжения, установлено батарейного типа.

Изменение степени сжатия предусмотрено заменой калоризатора вогнутым фланцем. Как временная мера, изменение степени сжатия достигнуто частичным заполнением камеры горения чугуной вставкой.

Для облегчения пуска на двигателе сохранены форсунка и топливный насос. Двигатель находится в эксплуатации и работает вполне удовлетворительно.

Таблица 12а. Установка смесителей и коллекторов на 2-цилиндровом горизонтальном двигателе.

Компоновка газового и воздушного коллекторов и смесителей на калоризаторном двигателе мощностью 2×60 л. с.

Таблица 12б. Смеситель к горизонтальному двигателю. Конструкция смесителя к двигателю, изображенному на табл. 12а.

Особенностью является установка на газовой линии самодействующего обратного клапана; ограничением высоты его подъема возможна качественная подрегулировка состава смеси.

Таблица 12в. Расположение тяг от регулятора к дроссельным заслонкам на двигателе мощностью 2×60 л. с.

Вариант автоматического регулирования двигателя, изображенного на таблице 12а части VII.

Предполагается путем эксперимента подобрать соотношения плеч рычагов и длину тяг так, чтобы при перестановке всей системы от регулятора достигалось смешанное регулирование.

Таблица 12г. Расположение рычагов управления на двигателе мощностью 2×60 л. с.

Вариант ручного регулирования двигателя, изображенного на табл. 12а части VII.

Таблица 12д. Установка смесителей на двигателе мощностью 2×75 л. с.

Расположение газового коллектора и индивидуальных смесителей на двухцилиндровом вертикальном двигателе завода б. Нобель (двигатель серии 74Н).

Смесители выполнены в виде тройников.

Двигатель предназначен к работе на газе с присадкой жидкого топлива; автоматически производится изменение подачи газа и нефти. Количество засасываемого воздуха регулируется вручную.

Таблица 13. Смеситель и коллектор для вертикальной двухцилиндровой машины станинного типа.

В таблице приведен пример конструктивного выполнения смесителя и установки газового коллектора на двухцилиндровом двигателе МАН мощностью 180 л. с., 180 об/мин, переводимом на газообразное топливо.

Таблица 14. Размещение коллектора и тяг для регулятора на трехцилиндровом двигателе мощностью 105 л. с.

В таблице приведена установка на двигателе коллектора и смесителя, изображенных на табл. 7, части VII.

Приведены также кинематическая схема и расположение тяг, связывающих регулятор с дроссельной заслонкой. Установка работает вполне удовлетворительно.

Таблица 14а. Установка газового коллектора и смесителя на двигатель 9К-4 мощностью 200 л. с.

Компоновка с двигателем смесителя и коллектора, изображенных на табл. 7а части VII.

Таблица 15. Расположение газового коллектора смесителей и регуляторных тяг на четырехцилиндровом двигателе станинного типа (серия Н-74, завода «Двигатель революции», мощностью 300 л. с. при 187 об/мин.).

В таблице приведено конструктивное расположение газового коллектора, смесителей, индивидуальных для каждого цилиндра, дроссельных заслонок и регуляторных тяг на вертикальном стационарном двигателе станинного типа, переводимом на газообразное топливо (двигатель завода «Русский дизель» серии Н-74, мощностью 300 л. с. при 187 об/мин.).

Таблица 16. Расположение газового коллектора смесителя и тяг к дроссельным заслонкам на двигателе ВГ-26/38 завода «Двигатель революции».

В таблице приведен общий вид газовой машины 4ВГ-26/38 с типовым размещением газового коллектора, смесителя и т. д. (детали см. табл. 9, часть VII).

Таблица 17. Расположение газового коллектора смесителя и тяг к дроссельным заслонкам на двигателе БО-26/38, при переводе его на газообразное топливо.

Общий вид компоновки стандартных деталей коллектора машины ВГ-26/38, используемых при переводе на газообразное топливо машины БО-26/38 (срав. с табл. 16, часть VII). Для привязки коллектора к машине применены специально изготовленные переходные патрубки (поз. 11). Детали коллектора — см. табл. 9, часть VII.

Таблица 18. Установка коллектора и смесителя на двигателе 6-БК-43.

Сборочный чертеж коллектора см. табл. 8 части VII.

Таблица 19. Установка смесителя на двигателе 4ВГ-42,5/60 завода «Двигатель революции».

Таблицы 20 и 21. Конструктивная схема регулирования для работы на газе с присадкой жидкого топлива.

Как указано выше (см. «Общие принципы перевода стационарных двигателей на газообразное топливо»), при работе на газе с присадкой жидкого топлива, система регулирования должна обеспечивать:

1. При пуске двигателя воздействие регулятора на топливные насосы, с регулированием подачи от 0 до максимума. Подача газа при этом равна нулю.

2. При работе — поддержание постоянным процента присадки жидкого топлива (заданного) и воздействие регулятора на заслонку на газовой линии.

3. При нагрузках меньших, нежели покрываемых установленной присадкой жидкого топлива, — воздействие регулятора не только на дроссель на газовой линии, но и на топливные насосы. В пределе подача обоих родов топлива должна быть автоматически (регулятором) прекращена полностью.

Кинематическая схема, удовлетворяющая этим требованиям, приведена в табл. 21.

Регулятор жестко связан тягой «1», валиком «2» и рычагом «3» с дросселем на газовой линии. Так как при нижнем положении муфты регулятор открывает сечение для прохода газа полностью, то при пуске машины задвижка Лудло на газовой линии должна быть закрыта.

Одновременно, регулятор рычагом «4» и тягой «5» связан с рычагом «6», могущим свободно вращаться на конце валика «7», идущего к топливным насосам двигателя.

На валике «7», на шпонке, насажен сектор «8» (см. табл. 21 части VII) с выступом «9» и пальцем «10». В последний упирается пружина «11», прикрепленная к рычагу «6», благодаря чему между сектором «8» и рычагом «6» создается упругая связь. Выступ «9» опирается в перемещаемый от руки упор «12».

При пуске машины или работе исключительно на жидком топливе, упор «12» перемещается в крайнее положение (для данного чертежа левое) и выступ «9» в соприкосновение с ним не входит.

Благодаря упору «В» (укрепленному на секторе «8») и пружине «11», движение рычага «6» полностью воспроизводится сектором «8». Таким образом регулятор воздействует на топливные насосы, изменяя подачу от 0 до максимума.

При желании ограничить подачу жидкого топлива, упор «12», укрепленный на гайке «14», ставится в определенное положение, фиксируемое стрелкой «15» на шкале «16».

Если нагрузка машины больше, нежели покрываемая установленной присадкой, то муфта регулятора, опускаясь, вращает (влево) рычаг «6». Последний увлекает (через пружину «11») сектор «8», а вместе с ним и валик «7», но лишь до тех пор пока выступ «9» не упрется в упор «12». При дальнейшем движении муфты регулятор лишь воздействует на дроссель на газовой линии. При разное машины, муфта регулятора, поднимаясь, увлекает рычаг «6», который благодаря упору «13» воздействует на сектор «8» (а, следовательно, и топливные насосы) вне зависимости от положения упора «12». Одновременно регулятор уменьшает сечение для прохода газа.

Следует учесть, что при этой системе регулятор нагружается дополнительным усилием, необходимым для преодоления жесткости пружины «11».

Часть VIII содержит принципиальные схемы соединения приборов зажигания, примеры установки этих приборов на двигателях; данные из каталогов по некоторым типам электрооборудования, применяемым для двигателей, переводимых на газообразное топливо.

В настоящее время получила распространение исключительно система зажигания высокого напряжения от магнето или батарейного типа. Зажигание от магнето значительно проще в эксплуатации, но затрудняет пуск двигателя из-за недостаточной мощности искры при малых оборотах. Это же лишает возможности применения магнето для тихоходных двигателей. Существующие ускорители, распространенные на тракторных моторах, не всегда могут быть применены, так как, если рабочее число оборотов двигателя недостаточно для автоматического отъединения ускорителя после развертывания машины, то ускоритель будет продолжать срабатывать и после пуска, что быстро приводит к его износу (конструкция пружинных ускорителей, изготавливаемых, например, к магнето, выпускаемым Электрозаводом, предполагает сравнительно кратковременную работу — лишь в период пуска).

Батарейная система состоит из ряда приборов, в число которых входит и аккумулятор, требующий для надежной работы повседневного наблюдения; поэтому в эксплуатации эта система менее удобна. Но батарейная система обеспечивает устойчивое получение искры при любых числах оборотов, поэтому облегчает пуск и применима для тихоходных машин. При содержании этой системы в порядке она является не менее надежной, чем магнето.

В настоящее время, за неимением специальных, используются приборы зажигания авто-тракторного типа. При этом для одноцилиндровых и двухцилиндровых двигателей магнето или прерыватель и распределитель тока могут быть использованы как от четырехцилиндровых, так и шестицилиндровых моторов: часть контактов используется, часть остается свободной. Для трехцилиндровых двигателей применимы приборы от шестицилиндрового двигателя.

При батарейной системе зажигания все установленные на станции двигателя могут питаться от общего аккумулятора, но установка индивидуальных аккумуляторов на каждую машину значительно надежней и предпочтительней. Зарядка аккумулятора может вестись как от динамо-машины (также автомобильного типа), приводимой непосредственно от двигателя, так и от постороннего источника тока.

Таблица 1. Свечи и их установка.

В таблице приведены данные по нормальным свечам высокого напряжения авто-тракторного типа; конструктивные примеры установки свечей на двигателях, переводимых на газообразное топливо; установочные размеры автотракторных свечей.

При высоких степенях сжатия (7,0 и выше) предпочтение следует отдавать авиационным свечам, имеющим слюдяную, а не керамиковую изоляцию, и менее выдающиеся, более массивные, искровые контакты. Последнее обстоятельство является благоприятным фактором, так как такие свечи менее перегреваются и не вызывают преждевременных вспышек.

Таблица 2. Принципиальные электрические схемы зажигания.

Для всех схем зажигания используются стандартные детали приборов зажигания авто-тракторного типа.

Таблица 3. Конструктивные схемы зажигания. Индукционная катушка ВЭО.

В таблице приведены общие виды прерывателей и распределителей тока стандартных приборов автомобильного типа. Изображенные схемы демонстрируют их применение для четырехцилиндровых и шестицилиндровых двигателей.

Эти же приборы применимы для одноцилиндровых, двухцилиндровых и трехцилиндровых машин; в этом случае часть контактов распределителя тока остается неиспользованной.

Имеющиеся в стандартных прерывателях-распределителях тока автоматы угла опережения, при использовании приборов на тихоходных стационарных двигателях, излишни, и во избежание их случайного влияния (из-за слабину в сочленениях) на момент воспламенения смеси они должны быть удалены. Изменение момента воспламенения достигается ручной регулировкой.

На таблице приведены также габаритные размеры и обмоточные данные индукционных катушек типа ВЭО (стандартные катушки автомобильного типа, работающие при напряжении в первичной цепи 6 вольт).

Таблица 4. Привод приборов зажигания.

Таблица 4а. Привод приборов зажигания.

Конструкция привязки прерывателя-распределителя тока к распределительному валу.

Таблица 5. Привод магнето на одноцилиндровом двигателе.

Приведены два варианта привода магнето. Один вариант предполагает связь с распределительным валом помощью цепи (применимо при любом числе цилиндров машины). В этом случае для получения искры при пуске двигателя (т. е. при малых оборотах вала) необходимо применять импульсные ускорители (см. табл. 6, часть VIII).

Во втором случае осуществлен привод, при котором якорь магнето совершает лишь качательное движение; благодаря пружинам якорь магнето получает достаточный для получения искры импульс вне зависимости от скорости вращения вала машины.

Таблица 5а. Цепной привод к магнето СС-4.

Конструктивное оформление кронштейна и цепной передачи для магнето, при приводе его от распределительного вала.

Таблица 6. Габаритные размеры магнето высокого напряжения.

В таблице приведена также конструкция ускорителя, облегчающего пуск двигателя: ускоритель при низких оборотах приводящего вала сообщает якорю магнето импульсные толчки, благодаря чему повышается напряжение, и магнето дает устойчивую искру на контактах свечи. При достижении нормальных чисел оборотов ускоритель автоматически заклинивается.

Приведенная в таблице номограмма служит для ориентировочного определения угла опережения (в градусах угла поворота кривошипа), т. е. момента разрыва контактов прерывателя тока. Номограмма построена, исходя из наличия одной свечи на цилиндр. При установке двух или более свечей угол опережения должен быть уменьшен пропорционально уменьшению расстояния от свечи до наиболее удаленных частиц газа, подлежащих воспламенению.

В таблице приведены также основные обмоточные данные по динамомашинам авто-тракторного типа, применяемым для зарядки аккумуляторов и питания системы зажигания.

Таблица 7. Установочные данные по динамомашинам. Схемы реле. Аккумуляторы.

В таблице приведены габариты наиболее распространенных динамомашин низкого напряжения авто-тракторного типа; схемы и обмоточные данные реле обратного тока, служащего для автоматического размыкания цепи при падении напряжения (при снижении оборотов); схема вибрационного реле, служащего одновременно реле обратного тока и регулятором напряжения; основные данные по аккумуляторам автомобильного типа, применяемым для обслуживания системы зажигания стационарных двигателей.

Рекомендуемая последовательность расчета и определение размеров газогенераторного оборудования

Основные исходные данные:

1. Тип и марка двигателя (двухтактный или четырехтактный, компрессорный или бескомпрессорный и т. д.). Число цилиндров, диаметр цилиндра, ход поршня, число оборотов. Номинальная мощность. Весьма желателен объем камеры сгорания или индикаторная диаграмма (давление сжатия), замеренные при работе двигателя на жидком топливе.

2. Вид намеченного к газификации топлива, его зольность и влажность.

Для проектирования, кроме перечисленных данных, необходим, естественно, еще ряд сведений (источники водоснабжения, возможность подсушки топлива, привязочные чертежи и т. д.).

Последовательность расчета

§	Определяемая величина	Часть	Таблицы
1	Состав и теплотворная способность газифицируемого топлива	I	6, 6а и 6б
	Эти же таблицы могут служить для определения наиболее вероятных зольности и влажности.		
2	Дополнительные данные по дровам и торфу	I	7 и 8
	Ожидаемые состав и теплотворная способность сухого генераторного газа, выходящего на 1 кг. топлива. Расход газа, топлива и воздуха на единицу мощности, к. п. д. газогенератора:		
	а) для различных топлив и конструкций	I	10
	б) при газификации дров обращенным процессом (в зависимости от влажности)	II	1
	в) при газификации торфа прямым (и двухзонным) процессом (в зависимости от влажности)	III	1
3	Теплотворная способность влажного газа (т. е. газа, поступающего в машину)	I	11
4	Ожидаемая мощность двигателя при его работе на генераторном газе	I	1 и 2

СВОДКА

Состав газифицируемого топлива	Теплотворная способность топлива	Вероятный состав генераторного газа	Расчетная теплотворная способность газа	К. п. д. генераторного процесса	Расход газа на 1 л. с. в час	Расход топлива газогенератором на 1 л. с. в час	Ожидаемая мощность двигателя при его работе на газе	Часовой расход газа при полной нагрузке двигателя	Часовой расход твердого топлива при полной нагрузке двигателя
§ 1	§ 1	§ 2	§ 3	§ 2	§ 2	§ 2	§ 4	§ 2 и § 4	§ 2 и § 4
5	Изменение объема камеры сгорания (камера сжатия) для обеспечения принимаемой степени сжатия							I	3, 4 и 5
6	Присоединительные размеры газовоздушного смесителя (диаметры газового и воздушного патрубков)							VII	2

Найденные величины дают возможность приступить к разработке чертежей по модернизации двигателя.

Типы и конструкции смесителей и заслонок приведены в части VII.

Габариты приборов системы зажигания и их привязка к двигателю (в том числе и способ установки свечи) приведены в части VIII.

1554

7	Интенсивность газификации (количество топлива в килограммах, газифицируемого на 1 м ² сечения шахты в час); размеры шахты газогенератора:		
	а) для различных топлив и конструкций газогенераторов	I	9
	б) для газификации дров обращенным процессом :	II	2 и 3

Примеры конструкций газогенераторов, затворов, дверей, фурм и колосниковых решеток, могущих служить образцами при разработке новых типов газогенераторов, приведены в частях II и III.

8	Диаметры газопроводов; выбор типа скруббера по габаритным размерам	IV	1
9	Размеры скруббера (в зависимости от расхода газа и принятого типа). Расход воды.	IV	2, 3, 4, 5, 6 и 7
10	Размеры сухого очистителя	IV	15

Примеры конструкции скрубберов различных типов, данные о насадках, распылителях воды и сухих очистителях приведены в таблицах части IV. Там же даны сведения по поверхностным холодильникам и циклонам.

11	Принципиальная схема; диаметры трубопроводов установки. Расположение газогенераторного оборудования, габариты здания	VI	1, 2 и 3
----	--	----	----------

Ряд данных по вспомогательному оборудованию (вентиляторам, насосам, трубопроводам, сушилкам и т. д.) приведен в части V.