

8 руб.

17767

ХИМ

С. Г. КОССОВ

К $\frac{100}{185}$

ГОРНЫЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

185

АВТОТРАКТОРНЫЕ
ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ
УСТАНОВКИ

МАШГИЗ • 1941

К $\frac{100}{185}$

АВТОТРАКТОРНЫЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ

Авторские исправления

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
47	16 снизу	последний	смолистый газ
53	20 сверху	15—20° С	15—20°/о
62	7 снизу	газа	рабочей смеси во всасывающем коллекторе
64	6 сверху	$\frac{Q_{см}}{1 + \alpha L_0} + \dots$	$\frac{Q_{см}}{1 + \alpha L_0} = \dots$
64	9 "	$\frac{273}{313} + \frac{730}{760} \dots$	$\frac{273}{313} \cdot \frac{730}{760} \dots$
64		Сноску не читать (вставлена ошибочно)	
137		Фиг. 67 перевернуть на 180°	
163	Правая колонка 13 снизу	6	4
180	3 сверху	охлаждителя	очистителя

К о с с о в, Автотракторные газогенераторные установки. Зак. 6723.

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1941 Ленинград

Инж. С. Г. КОССОВ

К $\frac{100}{185}$

АВТОТРАКТОРНЫЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

★

НКТМ ★ СССР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1941 Ленинград

В книге автор дает краткую историю развития конструкций легких газогенераторных установок для автомобилей и тракторов и приводит технико-экономическую оценку газогенераторных машин.

Отдельная глава посвящена вопросу о топливе и его газификации.

Основное содержание книги составляет описание и анализ современных конструкций газогенераторных машин советского и зарубежного производства. Описание сопровождается конструктивными чертежами и схемами.

В заключительной главе приведены краткие указания по уходу за газогенераторной установкой, перечислены главнейшие неисправности и способы их устранения, а также приведены основные положения об испытаниях газогенераторных машин.

При составлении настоящей книги автор учел результаты последних пробеговых и лабораторных испытаний газогенераторных автомобилей и тракторов.

Книга может служить пособием при прохождении описательного курса газогенераторных машин во втузах и техникумах, а также помочь конструктору при выборе и оценке существующих конструкций.



Ответств. редактор Г. Н. Холоманов.

Подписано в печ. 29/III-41 г. Л-77454. Печ. л. 13³/₄. Авт. л. 14,6. Уч. изд. л. 14,35. В печ. л. зн. 48000. Тираж 3000. Зак. 6723. Цена 7 р. 25 к., переплет 75 к.

1-я тип. Машгиза НКТП. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
Глава I. Краткая история развития легких газогенераторов автомобильного и тракторного типа в СССР	5
Глава II. Основные особенности газогенераторных машин (технико-экономическая оценка)	10
Глава III. Двигатели внутреннего сгорания, работающие на генераторном газе	18
1. Особенности газовых двигателей	—
2. Смесители	31
3. Зажигание	42
Глава IV. Топливо для газогенераторов и основные процессы его газификации	47
1. Древесное топливо	49
2. Торф, каменный уголь, антрацит	54
3. Процесс превращения твердого топлива в газообразное	56
Глава V. Газогенераторные установки	61
1. Газогенератор	62
2. Очистка газа и конструкции очистителей	107
3. Охлаждение газа и типы охладителей	129
4. Вентиляторы для розжига топлива	133
5. Технологические схемы газогенераторных установок	136
6. Технические требования, предъявляемые к автотракторной газогенераторной установке	141
Глава VI. Советские газогенераторные тракторы и автомобили	155
1. Газогенераторный трактор ЧТЗ-СГ-65	—
2. Газогенераторный трактор ХТЗ-Т2Г	165
3. Газогенераторные автомобили ЗИС	176
4. Газогенераторные автомобили ГАЗ	190
5. Использование автотракторных газогенераторных установок в стационарных условиях	207
Глава VII. Эксплуатация и испытание газогенераторных машин	209
1. Уход за газогенераторной установкой	—
2. Неисправности и их устранение	212
3. Испытание газогенераторных автомобилей и тракторов	—

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий труд имеет целью ознакомить читателя с основными особенностями устройства газогенераторных установок автотракторного типа и двигателей, работающих на генераторном газе. В книге дана классификация установок по их конструктивным и другим особенностям, а также приведено краткое описание конструкций современных газогенераторных установок.

Наряду с анализом технико-экономической целесообразности использования газогенераторных машин даны общие сведения о твердых топливах и основных процессах их газификации.

Советские газогенераторные тракторы и автомобили, принятые к массовому и серийному производству, описаны в отдельных главах, в которых даны также сведения по эксплуатации и испытанию газогенераторных машин.

Книга предназначена в качестве пособия по описательному курсу для студентов вузов и техникумов по газогенераторной специальности, она может быть использована как пособие для конструкторов при выборе типа и оценке существующих конструкций.

В заключение считаю своим долгом выразить благодарность старшему научному сотруднику НАТИ г. И. С. Мезину, сделавшему ряд ценных указаний при просмотре рукописи.

Автор.

Москва, июль 1940 г.

Глава I

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕГКИХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ АВТОМОБИЛЬНОГО И ТРАКТОРНОГО ТИПА В СССР

В связи с ростом автомобильного парка дефицитность жидкого топлива во многих странах из года в год ощущается все острее. Этим можно объяснить стремление к использованию твердого топлива на автомобилях и тракторах путем перевода их на газогенераторы. Дело это сравнительно новое и начало заметно развиваться лишь в последние годы.

Родиной автомобильного газогенератора является Франция, которая по причине почти полного отсутствия собственных нефтяных месторождений, раньше других стран начала проявлять интерес и уделять внимание вопросам перевода автомобилей на твердое топливо.

Еще в начале войны 1914 г. во Франции состоялся первый пробег на 100 км грузового газогенераторного автомобиля; этот пробег большого успеха не имел.

После окончания войны развитие газогенераторов усиливается, главным образом в странах, лишенных собственных нефтяных богатств. К таким странам, в первую очередь, можно отнести Францию, Германию и Италию.

Несмотря на новизну газогенератора на транспорте, можно назвать ряд фирм, которые уже в начале двадцатых годов приступили к производству газогенераторных машин, выпуская пригодные для эксплуатации типы автомобилей. К числу таких фирм относятся Берлие, Рено, Имберт, Виско и др.

Советский Союз по нефтедобыче и богатству своих нефтяных месторождений занимает одно из первых мест в мире и, несмотря на это, газогенератор призван играть в экономике СССР и его топливном балансе видную роль, что вполне подтверждается рядом важнейших постановлений Правительства и решением XVIII Съезда ВКП(б) по докладу т. Молотова о третьем пятилетнем плане развития народного хозяйства СССР.

Первые попытки создания газогенераторной установки для автомобиля в СССР относятся еще к 1923 г., когда проф. Наумов построил древесноугольную газогенераторную установку для автомобиля Фиат. Эта установка не получила промышленного значе-

ния, поскольку тогда у нас не было автомобильной промышленности и число машин в стране было очень невелико. Газификация тогдашнего незначительного автотракторного парка не могла иметь значения для народного хозяйства.

В 1928 г. был проведен первый в Союзе пробег грузовика Фиаг с газогенераторной установкой Наумова — У2 по маршруту Москва — Ленинград — Москва, протяжением 1300 км; пробег дал положительные результаты.

Развивая и улучшая свои установки, проф. Наумов в 1933 г. уже на советском автомобиле ГАЗ-АА смонтировал свою измененную установку У5. Машина совершила пробег в том же году по маршруту Ленинград — Ростов — Тбилиси, протяжением около 3000 км, а в 1934 и 1935 гг. протяженность пробегов возросла еще больше.

Созданием древесноугольных газогенераторов занимался также проф. Карпов, который выпустил первую установку для автомобиля Форд в 1927 г., а в 1933 г. по типу этой установки создал новую установку ВАММ с двумя спаренными газогенераторами для пятитонного грузовика Ярославского автозавода.

Попытки инженера Володиной создать пригодную для крупносерийного производства древесноугольную установку не увенчались успехом. Созданная им в 1935 г. установка для автомобиля ГАЗ-АА совершенствовалась при его участии в Ленинградском индустриальном институте (ЛИИ) и Научном автотракторном институте (НАТИ).

Неоднократные испытания этой установки во всех ее вариантах дали неудовлетворительные результаты в основном вследствие плохой очистки газа и чрезмерно большого износа двигателя.

Следует также отметить работы в области газогенераторов Центрального научно-исследовательского института механизации и энергетики лесной промышленности (ЦНИИМЭ), который в течение 1934—1935 гг. создал несколько опытных конструкций древесноугольных газогенераторных установок.

Первые конструкторы по газогенераторам в СССР используют в качестве топлива только древесный уголь и лишь значительно позднее начинается освоение древесных чурок. Первый советский газогенератор на древесных чурках был выпущен в 1930 г. Научным автотракторным институтом.

Несколько позднее в 1933—1934 гг. появились также установки инж. Декаленкова для автомобилей и тракторов и установки Газогенераторстроя для тех же машин.

Все эти и ряд других установок, которые выпускались в то время, строились в виде опытных образцов, что, конечно, не могло иметь сколько-нибудь заметного народнохозяйственного значения.

Резкий перелом в деле освоения автотракторных газогенераторов создан в 1935 г., постановлением СНК СССР и ЦК ВКП(б) о внедрении в лесной промышленности газогенераторных установок для автомобилей и тракторов.

В силу этого постановления ряд организаций (в основном уже перечисленных) начал создавать новые установки и приводить в

пригодное для серийного производства состояние уже имеющиеся.

Постановлением СНК СССР от 11 марта 1936 г. производство газогенераторов возложено на ряд заводов, которые должны были обеспечить определенную программу выпуска газогенераторов, а основные автомобильные и тракторные заводы (ЗИС, ГАЗ, ЧТЗ) должны были выпустить соответствующее количество газогенераторных автомобилей и тракторов, оборудовав их приспособленными для работы на генераторном газе двигателями.

Установленная этим постановлением программа выпуска газогенераторных машин уже предусматривала несколько тысяч штук. Разработка газогенераторных установок была сосредоточена в Научном автотракторном институте (НАТИ) для всех предусмотренных постановлением машин, за исключением автомобиля ЗИС, для которого созданием газогенераторной установки занялся завод.

Построенные и испытанные в 1936 г. газогенераторные установки для автомобиля ЗИС (ЗИС-13) и для автомобиля ГАЗ-АА, (НАТИ-14) были утверждены СТО для серийного производства.

Созданная в НАТИ для трактора ЧТЗ-С60 установка Г-13 была временно принята к производству, но вскоре снята ввиду того, что Челябинский тракторный завод перешел к выпуску новой модели трактора (С-65), в связи с чем понадобилась также и новая газогенераторная установка.

Такая установка была создана в 1937 г. под маркой Г-25. В этом же году была модернизирована установка Г-14 для автомобиля ГАЗ, установка ЗИС-13 заменена новой, улучшенной установкой ЗИС-21. Кроме того, в НАТИ была сконструирована дровяная установка для тракторов ХТЗ и древесноугольные для автомобилей ЗИС и ГАЗ.

Новый перелом в автотракторном газогенераторостроении был создан постановлением СНК СССР от 28 февраля 1938 г.; согласно этому постановлению значительно расширились как выпуск газогенераторных машин, так и производственная база для них.

К этому времени газогенераторные установки для основных объектов автотракторной промышленности были уже вполне оформлены и признаны годными для крупносерийного и массового производства, которое заводы должны были подготовить в 1939 г.

Весь 1938 г. прошел под знаком генеральной проверки качества советских газогенераторных автомобилей и тракторов с точки зрения надежности конструкций и их эксплуатационных показателей. Для этой цели были проведены сравнительные испытания газогенераторных тракторов ЧТЗ. В результате этих испытаний, в которых приняли участие установки НАТИ и Лесосудмашстроя, на производство были приняты установки НАТИ Г-25.

Летом 1938 г. (июль-август) согласно постановлению Правительства был проведен большой газогенераторный пробег протяжением около 11 000 км по маршруту Москва—Куйбышев—Уфа—Омск—Свердловск—Пермь—Киров—Вологда—Ленинград—Минск—Киев—Москва.

В пробеге приняли участие: 4 автомобиля с установками ЗИС-21,

2 автомобиля ЗИС-5 с установкой конструкции инж. Декаленкова, 4 автомобиля ГАЗ-АА с установкой Г-14 и по одному автомобилю ЗИС и ГАЗ с установками НАТИ Г-23 и Г-21. Первые десять машин работали на древесных чурках, и последние две на древесном угле. Пробег подтвердил высокое качество советских газогенераторных автомобилей и их полную пригодность для массового производства и эксплуатации. Исключение составили установки конструкции инж. Декаленкова, давшие худшие показатели.

На основании постановления Экономсовета при Совнаркоме СССР от 15 сентября 1938 г. были проведены испытания газогенераторных тракторов ХТЗ и ЧТЗ в условиях сельскохозяйственного производства. Испытания проводились параллельно в Ростовской и Харьковской областях на пахоте зяби и были первым опытом крупного использования газогенераторных тракторов в сельском хозяйстве. Испытания подтвердили высокое качество советских машин и указали пути для их дальнейшего улучшения.

В этом же году был в основном завершен ряд работ по освоению новых видов топлив для их использования в газогенераторах. Из этих работ можно отметить следующие наиболее важные.

Институт торфа Белорусской академии наук разрешил вопрос о газификации низинного (многозольного) торфа, создав для этого специальную газогенераторную установку.

Московский институт торфа совместно с НАТИ разработал установку для гусеничного трактора СХТЗ, работающую на кушковом торфе преимущественно невысокой зольности.

Проведен в Наркомате совхозов, НАТИ и других местах ряд опытов по использованию брикетированной соломы. Проведенные испытания показали пригодность соломы как топлива для газогенераторов, причем один трактор ЧТЗ с дровяной установкой Г-25 при упомянутых испытаниях в Ростовской области работал исключительно на соломенных брикетах, подняв свыше 200 га зяби.

Проведены испытания на автомобилях и тракторах брикетированного торфа, брикетированного древесного угля и торфяного кокса. Последние два вида топлива дали при испытании очень хорошие результаты. Найдены также пути для успешного использования торфяных брикетов.

Ростовские н/Д. институты железнодорожного транспорта и машиностроительный, а также НАТИ вели работы по газификации антрацита, подобрав для этой цели необходимые размеры и наилучшие параметры газогенераторов. Во всех трех институтах построены опытные образцы антрацитовых газогенераторных установок.

Работы по созданию легкового газогенераторного автомобиля начаты в НАТИ инж. Мезиным еще в 1935 г. применительно к шасси ГАЗ-А; в результате экспериментирования был построен работоспособный автомобиль.

После некоторого перерыва работы возобновились в конце 1937 г. для шасси М-1. Строились для этого автомобиля две установки: в НАТИ (конструкции инж. Мезина) и в Московском институте городского транспорта (конструкции инж. Пельцера). По-

следняя установка на автомобиле М-1 показала в 1938 г. прекрасные результаты при испытательном пробеге на 5000 км. Автомобиль покрыл это расстояние за 82 часа, из коих ходовых 74 часа 13 минут, т. е. со средней технической скоростью 76,4 км/час, которая для газогенераторного автомобиля на такой дистанции является рекордной. При более тщательном испытании этой установки в НАТИ выявилось невысокое качество системы очистки газа, почему установка нуждается в доводке.

На базе двух установок в НАТИ в начале 1939 г. начаты работы по конструированию нового образца, который предназначается для серийного производства и должен быть свободен от всех обнаруженных при испытаниях дефектов.

Наряду с работами по конструированию газогенераторных установок велись также лабораторные работы по исследованию и улучшению процесса газификации, по изучению эффективности отдельных агрегатов охлаждения и очистки газа в зависимости от их конструкции, размерности, условий работы и т. п. Аналогичные работы велись и в области исследования газовых двигателей с целью повышения их мощности, о чем более подробно будет сказано в соответствующей главе книги.

Перед промышленностью СССР в третьей пятилетке поставлены огромные задачи по окончательному освоению массового производства газогенераторов, по массовому выпуску газогенераторных машин.

Без сомнения в последующие годы выпуск этих машин будет расти еще быстрее в соответствии с теми большими задачами, которые возложены на промышленность решениями XVIII Съезда ВКП(б).

Глава II

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ МАШИН

(технико-экономическая оценка)

Генераторный газ является продуктом превращения твердого топлива в газообразное. Имея в своем составе окись углерода, водород и другие элементы, способные соединяться с кислородом, он вполне пригоден для использования в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания.

При газообразном топливе мы получаем довольно однородную и хорошо перемешанную газозоудушную смесь.

Более глубокий анализ позволит сделать окончательные выводы о генераторном газе, как о топливе, оценить все присущие ему преимущества и недостатки.

Одним из важнейших факторов, по которому можно дать оценку двигателю внутреннего сгорания, как тепловой машине, — это расход топлива или, иными словами, количество калорий, которое необходимо затратить на каждую полезно снимаемую единицу работы. При такой оценке сравнение различных двигателей, примерно одного и того же класса, например, автомобильных, тракторных, становится вполне возможным, причем отпадает даже необходимость оценки вспомогательных агрегатов, каким, например, является газогенератор для двигателя внутреннего сгорания.

Современные транспортные двигатели, работающие на жидком топливе, имеют следующие средние значения по расходу топлива:

- а) двигатели Дизеля 0,210 кг/л. с. ч.,
- б) автомобильные (бензиновые) 0,3 кг/л. с. ч.,
- в) тракторные (лигроиновые) 0,320 кг/л. с. ч.,
- г) тракторные (керосиновые) 0,375 кг/л. с. ч.

Неоднократно проведенные испытания двигателей с газогенераторными установками показали, что для этих двигателей расход топлива можно принять равным:

- а) для дровяных газогенераторов расход березовых чурок при влажности 15—20% в среднем 0,9 кг/л. с. ч.,
- б) для древесноугольных газогенераторов расход древесного угля 0,5 кг/л. с. ч.

Учитывая теплотворную способность топлива, получаем приближенно расход тепла в калориях на 1 л. с. ч. согласно нижеследующей табл. 1.

Таблица 1

Тип двигателя	Род топлива	Расход топлива кг/л. с. ч.	Теплотворная способность топлива кал/кг	Расход тепла кал/л. с. ч.
Дизель транспортный	Газойль соляровое масло	0,210	9900	2079
Автомобильный (бензиновый) .	Бензин	0,30	10400	3120
Тракторный (лигроиновый) .	Лигроин	0,32	10000	3200
Тракторный (керосиновый) .	Керосин	0,375	9950	3730
Газогенераторный (дровяной)	Березовые чурки (влажн. 15%)	0,9	3500	3150
Газогенераторный (древесно-угольный)	Древесный уголь (влажн. 15%)	0,5	6500	3250

Данные табл. 1 показывают, что двигатель, работающий на генераторном газе, с учетом повышенной степени сжатия как тепловая машина: 1) уступает одному лишь двигателю типа дизеля, 2) находится в одном ряду с двигателями, работающими на бензине и лигроине и 3) имеет преимущества перед керосиновым двигателем.

Генераторный газ легко смешивается с воздухом и потому работающий на нем двигатель не нуждается ни в сравнительно сложных карбюраторах, как, например, бензиновые двигатели, ни в сложных и требующих тщательного ухода топливных насосах, как дизели. Хорошее смешение газа с воздухом достигается при помощи смесителей, обычно весьма простой конструкции.

Таким образом можно отметить, что смесеобразование газогенераторного двигателя значительно проще, нежели у других двигателей, что и является несомненным его преимуществом.

Из других положительных качеств двигателей, работающих на генераторном газе, следует отметить следующие.

1. Небольшая склонность генераторного газа к детонации, что позволяет значительно повысить степень сжатия двигателя по сравнению с работой на бензине.

2. Отсутствие вредного влияния топлива на смазку. В бензиновых и в особенности в керосиновых двигателях вредное влияние топлива на смазку заключается в том, что часть топлива попадает в картер двигателя, приходит в соприкосновение с маслом и разжижает его. Этим уменьшается смазывающая способность масла, сокращается срок его службы, а также срок службы трущихся деталей.

К недостаткам двигателей, работающих на генераторном газе, относятся следующие:

1) низкая теплотворная способность рабочей смеси, поступающей в цилиндры двигателя, что имеет следствием падение мощности бензинового двигателя в случае его перевода на генераторный газ без необходимых конструктивных изменений;

2) возможность в газогенераторном двигателе сгущения смазки за счет засорения твердыми частицами, которые могут попасть из цилиндров в картер, т. е. за счет явления противоположного тому, которое имеет место в бензиновых двигателях¹.

Переходим к общей технико-экономической оценке газогенераторных автомобилей и тракторов. Эти машины по внешнему виду, да и по существу, прежде всего отличаются наличием на них газогенераторной установки. В автомобилях это влечет за собою увеличение мертвого веса машины и уменьшение полезной площади грузовой платформы. При хорошей компоновке газогенераторной установки на автомобиле и удачном расположении всех элементов установки можно совершенно избежать уменьшения площади платформы или сделать это уменьшение вполне допустимым.

Газогенераторные установки для тракторов имеют с рассмотренной точки зрения иной характер. Вес их, увеличивая общий вес трактора, одновременно обеспечивает лучшее сцепление с почвой и может даже рассматриваться как положительный фактор для данной машины.

Расположение установки на шасси трактора, как правило, сопряжено с большими трудностями, чем на автомобиле, что объясняется большей компактностью машины, занятой основными механизмами. Поэтому свободная площадь, которую можно использовать для газогенераторной установки, весьма ограничена; кроме того, предназначенная для трактора газогенераторная установка, вообще говоря, более громоздка, чем автомобильная. Это, с одной стороны, можно объяснить малыми скоростями движения трактора и соответственно малыми скоростями встречного воздушного потока, вызывающими необходимость развития охлаждающих поверхностей установки, а с другой стороны, тем, что трактор, а вместе с ним и газогенератор работают более напряженно (значительную часть времени при полной или близкой к ней нагрузке), чем автомобиль и его газогенератор.

Газогенераторный трактор или автомобиль с газогенераторной установкой нуждаются в более сложном уходе, чем обычные машины, работающие на жидком топливе.

Усложненный уход вызывается необходимостью загрузки и периодической догрузки твердого топлива, розжига топлива в газогенераторе перед пуском двигателя, периодической очистки зольника и всех элементов газогенераторной установки, дополнительного ремонта и ряда других операций, не имеющих места в машинах, работающих на жидком топливе.

При определении значения, которое могут занимать газогенераторные машины (автомобили, тракторы и другие) в народном хозяйстве, решающими являются не рассмотренные нами некоторые по-

¹ Следует оговориться, что этот недостаток отнюдь не является органическим свойством двигателя и что при надлежащей очистке газа до его поступления в двигатель (а такая возможность в современных газогенераторных установках вполне имеется) попадание твердых частиц в картер двигателя может быть исключено почти полностью.

ложительные и отрицательные показатели этих машин, а экономика в целом.

Принятая оценка общей экономики по стоимости тонно-километра остается применимой и в данном случае тем более, что при таком способе оценки учитывается также и снижение грузоподъемности газогенераторной машины из-за увеличения мертвого веса за счет газогенераторной установки.

Зная расходы топлива и его стоимость, весьма просто найти и стоимость в рублях единицы работы, а также оценку выгодности того или иного топлива по сравнению с каким-либо эталонным, принимаемым за единицу.

Для сравнения ограничимся одним лишь примером, исходя из стоимости топлива в Московской области.

По данным одной из подмосковных газогенераторных баз стоимость березовых чурок с разделкой, сушкой и доставкой на базу составляет 146 р. за тонну. Цены за тонну жидкого топлива принимаем по официальным справочникам для Московской области, а именно: бензин 2-го сорта — 900 р., лигроин — 800 р., керосин — 700 р. и соляровое масло — 180 р.

Исходя из приведенных нами ранее норм расхода топлива для различных типов двигателей, получаем сравнительные данные, сведенные в табл. 2.

Таблица 2

Тип двигателя	Род топлива	Расход топлива кг/л. с. ч.	Стоимость топлива коп/кг	Стоимость 1 л. с. ч.	Стоимость в % по сравнению с бензином	Экономия в %
Дизель автомобильный или тракторный	Соляровое масло	0,210	18,0	3,78	14	86
	Бензин	0,300	90,0	27,00	100	0
	Лигроин	0,320	80,0	25,60	95	5
	Керосин	0,375	70,0	26,25	97	3
Автомобильный или тракторный газогенераторный	Березовые чурки	0,9	14,6	13,00	48	52
	Древесный березовый уголь	0,5	50,0	25,00	93	7
	Древесный уголь, мелкий смешанный	0,5	22,0	11,00	41	59

Из данных табл. 2 видно, что экономия на топливе в газогенераторных машинах достигает по сравнению с бензином 50—60%. Поэтому нет сомнения, что в лесных районах, где для газогенераторов будет применяться топливо, фактическая стоимость кото-

рого складывается в основном из затрат на его заготовку (разделка, сушка), экономичность может превзойти таковую даже по дизелям. Так, например, для того чтобы стоимость 1 л. с. ч. при работе на березовых чурках равнялась стоимости ее при работе на двигателе дизеля, необходимо, чтобы цена топлива снизилась до 42 руб. за 1 т. Тогда получаем, что стоимость 0,9 кг, которые мы тратим на 1 л. с., равна 3,78 коп. т. е. столько же, сколько и на дизеле. Учитывая, что в отдаленных районах стоимость жидкого топлива еще значительно возрастает за счет транспортных расходов, можно с уверенностью сказать, что соотношения могут еще больше измениться в пользу газогенераторных машин и что во многих районах эти последние являются самыми экономичными из всех, оборудованных двигателями внутреннего сгорания.

Интересны данные государственных испытаний газогенераторных тракторов 1939 г. на лесовывозке, где одновременно и в одинаковых условиях для сравнения испытывались также и тракторы на жидком топливе.

При цене на твердое топливо в 116 р. 50 к. за 1 т экономия на топливе получилась очень большой, что видно из табл. 3, которая, кроме основного топлива, включает также стоимость бензина, расходующегося на пуск двигателя, и стоимость картерного масла.

Таблица 3

Сравнительная стоимость топлива на кубокилометр древесины на лесовывозке в Свердловской области в 1939 г. (по данным Комиссии государственных испытаний в феврале — марте 1939 г.)

Тип трактора	Род топлива	Стоимость кубокилометра в коп.			
		основное топливо	пусковое (бензин)	картерное масло	всего
ХТЗ Т-2Г гусеничный	Древесные чурки	4,7	0,9	1,0	6,6
ХТЗ 1-ТА гусеничный	Керосин	16,0	1,4	1,7	19,1
ЧТЗ СГ-65 газогенераторный	Древесные чурки	4,7	0,3	0,7	5,7
ЧТЗ С-65 дизель	Соляровое масло	6,7	0,1	0,6	7,4

Данные этой таблицы показывают, что по сравнению с керосиновым трактором газогенераторный такого же типа имеет экономию на топливе в 64%, и даже по сравнению с высоко экономичным дизелем построенный на его базе газогенераторный трактор все же имеет экономию в 23%. Это говорит о высокой рентабельности газогенераторных машин.

Такое заключение справедливо, пока имеется в виду экономия только на топливе в результате замены жидкого твердым.

Однако топливо не является единственным фактором, от которого зависит стоимость эксплуатации той или иной машины, так

как эта эксплуатация, особенно когда имеется в виду более или менее значительная группа машин, влечет за собой организацию довольно сложной хозяйственной системы, связанной с необходимостью производства разнообразных затрат.

В целях установления единой номенклатуры расходов по эксплуатации и определения себестоимости перевозок для эксплуатирующих автохозяйств разработано соответствующее положение, предусматривающее разбивку всех расходов на категории, со включением группы переменных расходов, зависящих от условий эксплуатации. Номенклатура расходов предусматривает все виды эксплуатационного и капитального ремонта, а также стоимость амортизации машин.

Такая тщательная дифференциация расходов позволяет легко сравнивать не только суммарные цифры стоимости эксплуатации, но и анализировать эти цифры по их составляющим для разных машин, как, например, это сделано применительно к топливу. Заранее можно сказать, что амортизация газогенераторной машины будет выше бензиновой, в основном за счет ее повышенной стоимости.

Стоимость ремонта из-за наличия газогенераторной установки также повысится.

Постановлением Правительства от 28 февраля 1938 г. предусматривается поощрительная 15% надбавка к окладу для лиц, занятых обслуживанием газогенераторных машин, что, конечно, несколько увеличивает статью расходов по прямой зарплате.

К сожалению, мы не располагаем еще достаточным опытом по эксплуатации газогенераторных машин, который позволил бы до конца произвести сравнительную оценку и сделать окончательные выводы о степени рентабельности газогенераторной машины, тем более, что имеющиеся данные безусловно будут еще изменяться в пользу газогенераторных машин. Так, например, повышенная стоимость газогенераторной машины, о которой уже упоминалось, на данный день велика и вытекает из того, что до 1939 г. газогенераторные установки изготовлялись в полукустарных условиях без использования методов массового производства. С другой стороны, можно ожидать, что, по мере распространения машин, подготовки кадров и повышения квалификации обслуживающего персонала, улучшится уход за машинами, что снизит расходы по ремонту как на машину в целом, так и по вине газогенераторной установки.

Для сравнения стоимости перевозок газогенераторными и бензиновыми машинами мы воспользовались отчетными данными Мослеспрома за 1938 г. по трем мехлеспунктам Московской области, эксплуатирующим автомобили ЗИС. Из этих пунктов два (Загорский и Шаховской) имеют в своем распоряжении только газогенераторные машины, а третий (Лопасненский) только бензиновые. Машины эксплуатировались не в одинаковых условиях, что делает данные по стоимости эксплуатации не вполне сравнимыми. Например, в Лопасненском районе стоимость содержания дорог, отнесенная к одному кубокилометру, в 3—4 раза ниже, чем в районах использования газогенераторных машин (1,1 коп. против

4,0 коп. в Шаховском районе и 3,4 коп. в Загорском.). Это указывает на лучшее состояние дорог в районе действия бензиновых машин. Кроме того отчетные данные показывают, что фактическая стоимость перевозок по Загорскому мехлеспункту более чем в два раза превысила плановую; объясняется это ненормальное явление тем, что вывозка в этом районе производилась не по шоссе, а по грунтовым дорогам низкого качества, что, естественно, приводило к уменьшению грузоподъемности машин и снижению их средних технических и коммерческих скоростей.

Эти обстоятельства привели к тому, что по Загорскому мехлеспункту все виды зарплаты, включая и начисления, превысили таковую по сравнению с бензиновыми машинами в Лопасненском мехлеспункте на 87%.

Несмотря на более благоприятные дорожные условия в Шаховском мехлеспункте, и там зарплата оказалась на 45% выше, чем при эксплуатации бензиновых машин в Лопасненском мехлеспункте.

Кроме того, стоимость амортизации и расход на материалы по газогенераторным машинам оказались значительно выше, чем по бензиновым.

Все это в значительной мере поглощает экономию на топливе, снижая общий эффект от эксплуатации машин на твердом топливе.

Основные выводы сводятся к тому, что эксплуатация газогенераторных машин еще не находится на должной высоте и что значительному снижению подлежат как стоимость машин, так и расходы по их эксплуатации.

Необходимо также отметить, что Москва и Московская область, по которым производилась оценка, не являются наивыгоднейшими для эксплуатации газогенераторных машин. Северный край, Сибирь и другие районы, отдаленные от месторождений жидкого топлива и богатые дешевым местным топливом, окажутся для эксплуатации газогенераторных машин более благоприятными.

Чисто экономическими показателями отнюдь не ограничивается значение газогенераторной проблемы на транспорте в нашей стране. Для полноты картины необходимо остановиться на общем народнохозяйственном и стратегическом значении этого дела.

Значение газогенераторных машин для народного хозяйства в целом заключается в том, что они значительно расширяют область применения двигателей внутреннего сгорания путем расширения топливных ресурсов за счет использования низкосортных топлив, значительно менее ценных, чем бензин и другие виды жидкого топлива.

Поскольку твердые топлива имеются в том или ином виде повсеместно, можно считать, что тракторы и автомобили могут иметь распространение в любом районе, независимо от его отдаленности от месторождения жидкого топлива, понятно, за счет внедрения газогенераторных машин.

Благодаря этому обстоятельству освобождаются огромные запасы жидкого топлива для других целей народного хозяйства, в значительной мере разгружается железнодорожный и водный транс-

порт, освобождаемый от необходимости перебрасывать на огромные расстояния большие запасы топлива. С другой стороны, и самые районы, переведенные на снабжение газогенераторными машинами, от этого только выигрывают, так как, помимо того что они получают возможность пользоваться дешевым местным топливом, они совершенно освобождаются от всякой зависимости от транспорта по линии топливоснабжения.

Наконец, насыщение района автотранспортом, что, как мы видим, значительно упрощается при расчете на местное топливо, будет содействовать развитию промышленности вообще, поскольку для этой цели транспорт является одной из важнейших предпосылок.

Роль автотранспорта в военном деле вряд ли можно переоценить.

Газогенераторный автомобиль обладает явными преимуществами перед бензиновым, поскольку его топливоснабжение может базироваться на местных ресурсах и мало зависит от работы железнодорожного транспорта.

Таковы, в общих чертах, технико-экономические показатели газогенераторных машин и их народнохозяйственное и стратегическое значение.

Глава III

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, РАБОТАЮЩИЕ НА ГЕНЕРАТОРНОМ ГАЗЕ

1. ОСОБЕННОСТИ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Обычный бензиновый двигатель, приспособленный для работы на газе без существенных конструктивных изменений (форма камеры горения, степень сжатия, проходное сечение клапанов и т. п.), теряет значительную часть своей мощности ввиду низкой теплотворной способности газозвоздушной смеси.

Сравнивая индикаторные мощности двигателя по калорийности рабочей смеси при работе на бензине и генераторном газе, получаем: теплотворная способность бензовоздушной смеси составляет 900 кал/м^3 , а газозвоздушной (имея ввиду генераторный газ) около 600 кал/м^3 . Отношением этих величин определяются возможные потери индикаторной мощности, составляющие свыше 33%, что относится к нормальным условиям при температуре 0°C и 760 мм рт. ст. для обоих случаев.

В газовом двигателе, по сравнению с карбюраторным, имеются еще дополнительные потери мощности: 1) за счет более высокой температуры газозвоздушной смеси, поступающей в цилиндры двигателя, по сравнению с бензовоздушной и 2) за счет более высокого сопротивления газовой линии всей системы газогенераторной установки с трубопроводами и смесителем. Кроме того, скорость сгорания газозвоздушной смеси меньше, что также влечет за собой некоторое падение мощности.

Все дополнительные потери могут быть оценены в 5—6%. Таким образом общая потеря индикаторной мощности бензинового двигателя при переводе его на генераторный газ без конструктивных изменений достигает 38—40%.

Считая работу трения у газовых и карбюраторных двигателей одинаковой, получаем, что механический к. п. д. двигателя при переводе на генераторный газ относительно снижается. Действительные замеры в лаборатории газовых двигателей НАТИ показали, что для двигателя ЗИС-5 при работе на газе потеря эффективной мощности составляет 48%, а для двигателя ГАЗ-АА — около 43%.

Такое падение мощности с первого взгляда кажется катастрофическим. В действительности же дело не столь безнадежно, так как ряд сравнительно простых мероприятий заметно снижает потери. Исходя из того, что физические свойства генераторного газа допускают применение значительно более высоких степеней сжатия без детонации, конструкторы пошли по пути увеличения степени сжатия при переделке автомобильных и тракторных двигателей для работы на газе. Так, например, в двигателе ГАЗ-АА взята степень сжатия 6,4, что снизило потери до 20% (двигатель развивает мощность 32 л. с. против 40 л. с. на бензине). Потери в двигателе ЗИС-5 даже при высокой степени сжатия до 7—7,2 составляют 33% (развиваемая мощность не превышала 48 л. с. против 72 л. с. на бензине). До последнего времени мирились с этим обстоятельством, предпочитая иметь заниженную мощность, чем строить специальный двигатель. Допускаемые конструктивные изменения не шли дальше небольших переделок в головке цилиндров с целью изменения степени сжатия, но увеличение степени сжатия отнюдь не является тем единственным средством, которое может быть использовано для компенсации потери мощности. В этом направлении многое может быть достигнуто за счет улучшения наполнения двигателя рабочей смесью и уменьшения подогрева этой смеси. В качестве примера может быть приведена переделка двигателя ЗИС-5, обычная конструкция которого отличается нижним расположением клапанов со сравнительно небольшими проходными сечениями.

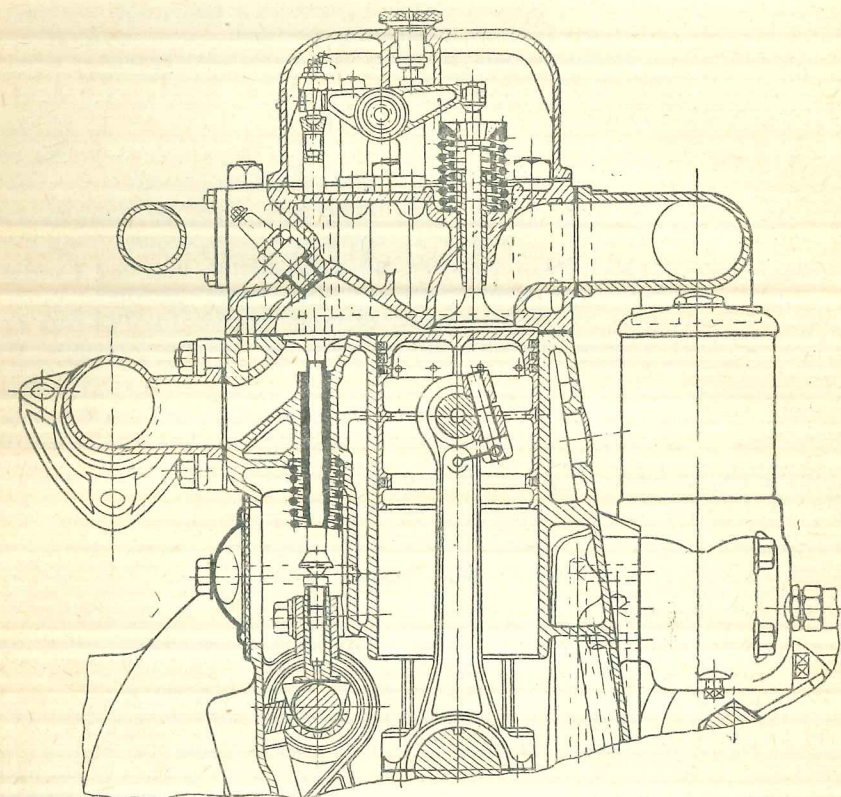
При создании новой конструкции НАТИ (фиг. 1) по предложению инж. В. А. Колосова один из клапанов (всасывающий) сделан подвесным, т. е. расположенным в крышке цилиндров с приводом к нему через дополнительно установленные коромысла и дополнительный валик коромысел, смонтированных сверху, над головкой. Одновременно увеличен диаметр всасывающего клапана с 42 мм до 50 мм и подъем его с 9,04 мм до 11,5 мм; кроме того увеличены все проходные сечения каналов, по которым газ направляется к цилиндрам. Всасывающий и выхлопной коллекторы расположены с разных сторон двигателя, что в значительной мере уменьшило подогрев рабочей смеси; степень сжатия двигателя увеличена до 8,5.

Все эти мероприятия привели к тому, что двигатель при работе на газе стал развивать мощность 68 л. с. против ранее развиваемых им 48 л. с. и против мощности на бензине 72 л. с. Сравнительная диаграмма этих мощностей и соответствующих им средних эффективных давлений представлена на фиг. 1а. Новый двигатель настолько близко подошел по развиваемой им мощности к бензиновому, что практически стал ему равноценен. В то же время производство его изменилось незначительно и во всяком случае оно во много раз проще и рентабельнее постройки специального газового двигателя.

Можно предполагать, что использование указанных мероприятий в двигателе ГАЗ-А или М-1, в случае их перевода на газ, даст тот же эффект и приблизит их мощность к мощности бензинового

двигателя. Такое предположение базируется на аналогичных конструктивных принципах существующих двигателей ЗИС и ГАЗ.

Несколько иным путем пошел автозавод им. Сталина. Конструкция газового двигателя, разработанная на ЗИС (фиг. 2), предусматривает увеличение проходных сечений на линии всасывания путем применения модернизированного блока ЗИС-5 с расширенными всасывающими каналами, а также увеличение диаметра вса-



Фиг. 1. Поперечный разрез газового двигателя ЗИС-5 с верхними всасывающими клапанами (конструкции НТИ).

сывающего клапана и расширение проходных сечений всасывающего коллектора.

В этой конструкции двигателя степень сжатия равна 8,5, а для устранения подогрева смеси предусмотрен зазор между коллекторами с установкой в этом зазоре теплоизолирующей перегородки из листовой стали.

Особо следует отметить применение для описываемого двигателя смесителя нового типа, в котором регулирование количества поступающего воздуха достигается не дроссельной заслонкой, а иглой, расположенной в устье воздушного патрубка, т. е. в непосредственной близости к месту, где начинается соприкосновение

воздуха с газом. При таком устройстве увеличение скорости воздуха в результате его дросселирования используется для инжектирования газа, что, как показали опыты, приводит к повышению мощности двигателя в пределах 7—8% (48,5 л. с. с новым смесителем против 45 л. с. со старым).

В мае—июне 1939 г. на автозаводе им. Сталина были произведены сравнительные испытания обоих двигателей в вариантах НТИ и ЗИС. Для получения сравнительных данных обе головки монтировались на одном и том же блоке бензинового двигателя ЗИС-5, который после обкатки при работе со стандартным карбюратором МААЗ-5 имел всего лишь 65 л. с. вместо 72 л. с. номинальных.

На этом двигателе с головкой НТИ с верхними всасывающими клапанами и старым смесителем была получена максимальная мощность 60,8 л. с., а с головкой ЗИС и новым смесителем 57,4 л. с. Мощность двигателя НТИ на 3,4 л. с. или на 6% больше ЗИС. При этом следовало еще учесть, что головка НТИ может быть использована в комбинации со смесителем ЗИС, что, как нетрудно видеть, еще больше увеличит разницу в пользу конструкции НТИ.

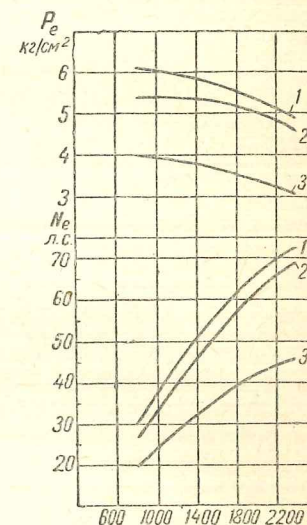
Несмотря на это, учитывая большую простоту конструкции ЗИС, а именно, отсутствие дополнительного валика и коромысел, которые неизбежны при верхнем клапане, на производство принята конструкция ЗИС.

Двигатели, работающие на керосине, развивают меньшую мощность в одном и том же рабочем объеме, чем при работе на бензине. Поэтому перевод керосинового двигателя на газ всегда дает относительно меньшие потери, чем перевод на равноценный газ бензинового двигателя.

Это обстоятельство облегчило перевод на генераторный газ керосинового двигателя для трактора ХТЗ, где наличие подвесных клапанов также обеспечило получение меньших потерь.

Примененная, наряду с указанными обстоятельствами, в газовом двигателе степень сжатия 8,2 позволила получить мощность двигателя ХТЗ 47 л. с. против 52 л. с., развиваемых при работе на керосине.

При разработке газового двигателя МГ-17 для дизельного трактора ЧТЗ-С-65 и создании конструкции нового двигателя на базе дизеля М-17, оказалось возможным увеличить рабочий объем цилиндров за счет постановки гильз, увеличенных в диаметре

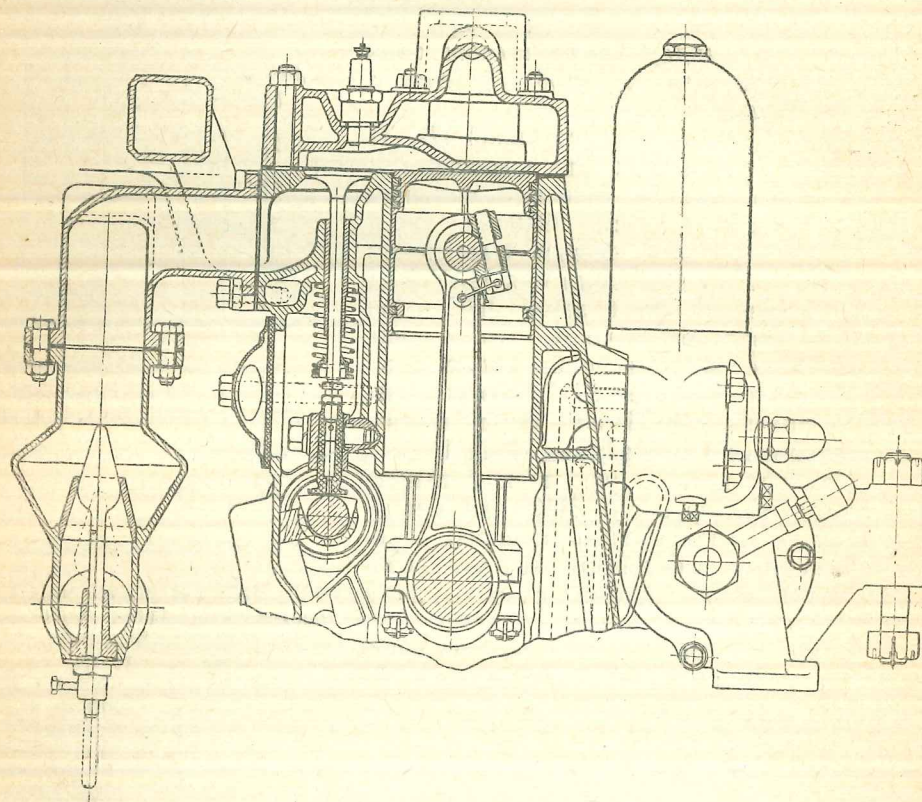


Фиг. 1а. Диаграмма мощностей и средних эффективных давлений двигателя ЗИС-5 при работе на бензине и на газе для обычной конструкции и конструкции с верхними всасывающими клапанами.

1 — на бензине, 2 — на газе с верхними клапанами, 3 — на газе.

на 10 мм (155 мм против 145 мм) при сохранении отливки блока и незначительных изменениях в механической его обработке. Это мероприятие, наряду с повышением степени сжатия до 7,8 и применением двойного зажигания, позволило поднять мощность двигателя до 65 л. с.

Такая мощность вполне равноценна мощности лигроинового двигателя и не очень резко отличается от дизеля, имеющего соответствующее значение мощности 75 л. с.



Фиг. 2. Поперечный разрез форсированного газового двигателя ЗИС-21 (конструкция ЗИС).

Изложенное позволяет привести в систему и классифицировать мероприятия, направленные к компенсации потери мощности, которая имеет место при переводе на газ двигателей жидкого топлива.

Мероприятия эти следующие:

1. Повышение мощности двигателя за счет улучшения самого газогенератора:

а) улучшение качества газа;

б) уменьшение сопротивления газовой линии за счет приме-

ния больших проходных сечений, выбора соответствующей конструкции элементов очистки и охлаждения газа;

в) обеспечение глубокого охлаждения газа до его поступления в двигатель, т. е. в самой системе газогенераторной установки.

2. Снижение потерь газового двигателя за счет изменения и улучшения его конструкции:

а) повышение степени сжатия, которая в современных газовых двигателях допускается примерно до 9,0;

б) увеличение рабочего объема цилиндров, что достигается обычно увеличением только диаметра цилиндров и поршней в пределах, допускаемых конструкцией при сохранении расстояний между осями цилиндров, т. е. без переделки блока — картера¹;

в) улучшение наполнения двигателя путем изменения всасывающей системы: 1) увеличение проходного сечения всасывающих трубопроводов, каналов и клапанов; 2) замена боковых (нижних) клапанов подвесными и 3) отъединение всасывающего трубопровода от выхлопного, что дает наиболее заметные результаты при их расположении по разные стороны двигателя;

г) применение двойного зажигания².

Помимо всех перечисленных способов следует остановиться еще на одном, принципиально отличном от них. Речь идет о работе на тройной смеси или, иначе говоря, о присадке к генераторному газу жидкого топлива. Несмотря на то, что этот способ нарушает чистоту газогенераторного процесса и не освобождает от необходимости иметь запасы жидкого топлива, мы все же приводим его, поскольку он имеет некоторые термодинамические преимущества и очень часто представляет практический интерес.

Задача эта была разрешена в НАТИ инж. В. А. Колосовым в связи с переводом на газ пятитонного грузовика Ярославского автозавода. Этот грузовик, оборудованный двигателем ЗИС-5 (который при переводе на генераторный газ развивал, как уже упоминалось, мощность не более 48 л. с.), имел совершенно неудовлетворительные динамические качества.

Поскольку повышение мощности двигателя ЗИС путем реконструкции всасывающей системы еще не было известно, был применен способ повышения мощности присадкой к генераторному газу жидкого топлива — керосина, бензина или спирта.

Работы эти были проведены в лаборатории и на автомобиле в дорожных условиях.

Основные результаты лабораторных работ сводятся к следующему:

¹ Изменение рабочего объема путем увеличения хода поршня, как мероприятие, связанное со значительной реконструкцией двигателя, не применяется.

² Это мероприятие может быть эффективно только при большом литраже двигателя и больших диаметрах цилиндров, как, например, в двигателе для трактора ЧТЗ-МГ-17. Проведенные в лаборатории НАТИ исследования этого двигателя с одинарным и двойным зажиганием показали, что в последнем случае мощность возрастает примерно на 10%.

1. При числе оборотов двигателя, равном 2500 об/мин, максимальная мощность двигателя с присадкой различных жидких топлив получается равной:

а) с присадкой керосина 67,0 л. с., т. е. на 8% меньше, чем наибольшая мощность на бензине; следует, однако, заметить, что при этом режиме двигателя имеет место явление детонации, не позволяющее длительно работать в таких условиях; оптимальный режим при отсутствии детонации был достигнут при присадке керосина 8 кг/час, что при 200 об/мин дало устойчивую мощность 58 л. с., т. е. 12% меньше, чем на бензине при тех же оборотах двигателя;

б) с присадкой бензина наибольшая мощность получилась равной 75,0 л. с. или на 4% выше, чем наибольшая мощность на бензине;

в) с присадкой спирта может быть достигнута наибольшая мощность 85 л. с., на 18% выше наибольшей мощности на бензине.

2. При постоянном положении воздушной заслонки, соответствующем работе двигателя на газе, получают следующие мощности двигателя при $n = 2500$ об/мин:

с присадкой бензина 10,5 кг/час	— 67,0 л. с.
" " керосин 11,5 "	— 67,0 "
" " спирта 16,0 "	— 69,0 "

Испытанная конструкция имела тот недостаток, что при работе на керосине и спирте возникала необходимость изменения положения воздушной заслонки при переходе на малые числа оборотов.

Схема включения карбюратора и положение заслонок при работе с присадкой жидкого топлива представлена на фиг. 3.

При проверке описанного способа в дорожных условиях получено:

1. При движении по шоссе с нагрузкой 5 т при средней скорости 36,5 км/час автомобиль расходует:

при работе только на дровах	118,0 кг на 100 км
" " " бензине	36,7 " " 100 "

На газе с присадкой керосина получена средняя скорость 39,2 км/час, т. е. на 7,5% больше при затрате керосина 2,46 кг на 100 км, т. е. 7% по весу от расхода бензина обычной машиной.

На газе с присадкой бензина получена средняя скорость 43,0 км/час, т. е. на 18% больше при затрате бензина 10 кг на 100 км или 27% от расхода бензина обычной машины при скорости 36,5 км/час.

Очевидно, что по сравнению с расходом бензина при скорости 43,0 км/час процент присадки бензина будет меньше.

2. При трогании с места автомобиль развивает после прохождения участка в 500 м скорости, приведенные в табл. 4.

При работе на чистом бензине двигатель имел нормальную степень сжатия 4,6.

Испытания с присадкой бензина производились на стандартной регулировке карбюратора ГАЗ-Зенит.

При испытаниях с присадкой керосина применен уменьшенный диффузор $\varnothing 13$ мм и подобрано измененное сечение жиклера.

Провалов и детонационных взрывов при включении бензо- или керосиновоздушной смеси не наблюдалось.

По результатам всех исследований видно, что рассмотренный способ достаточно эффективен, позволяя довести мощность и все показатели машины до нормальных при работе на бензине, а во многих случаях дает и более высокие показатели.

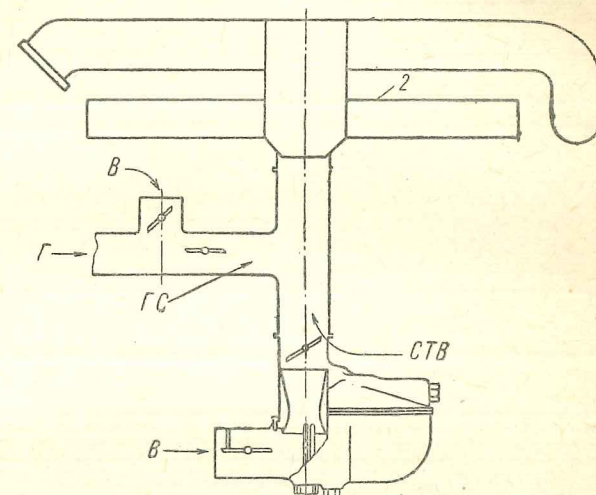
Единственным недостатком этого способа является то, что он не освобождает от необходимости пользоваться жидким топливом, хотя и в меньшем количестве, чем при работе на чистом бензине.

Таблица 4

№ по пор.	Род топлива	Скорость, км/час	
		с полной нагрузкой	без нагрузки
1	Газ	33,5	42,5
2	Газ с присадкой керосина	41,5	49,0
3	Газ с присадкой бензина	47,0	56,0
4	Бензин	48,5	60,0

можно выполнить при сохранении основного оборудования для постройки двигателя и без значительных капитальных затрат на дополнительное оборудование.

Повышение степени сжатия в случае приспособления карбюра-



Фиг. 3. Схема включения карбюратора и положение заслонок при работе с присадкой жидкого топлива на двигателе ЗИС-5.

1 — выхлопной коллектор, 2 — всасывающий коллектор, В — воздух, Г — газ, Г. С. — газовоздушная смесь, С. Т. В. — смесь жидкого топлива и воздуха.

Нетрудно видеть, что современная техника располагает большим количеством мероприятий для стабилизации мощности бензинового двигателя при его переводе на генераторный газ при сравнительно несложных его конструктивных изменениях. Эти изменения

торных двигателей для работы на газе или снижение степени сжатия в случае приспособления дизелей обычно достигается путем смены головки, которая проектируется применительно к новым условиям. Предпочтительным следует считать конвертирование дизелей, как машин, рассчитанных на высокие степени сжатия и обеспечивающих также и газовому двигателю больший запас прочности и, следовательно, более продолжительный срок службы.

Изменение степени сжатия путем замены поршней нецелесообразно и на практике в серийном производстве не применяется. Таким образом головка цилиндров является важнейшей деталью при переделке какого-либо двигателя жидкого топлива на газовый.

Из сказанного выше о головке двигателя ЗИС-5 с верхними всасывающими клапанами следует, что с точки зрения обеспечения больших проходных сечений клапана и каналов эта система является наилучшей. Несмотря на это, она в СССР имеется лишь в опытных образцах, а за границей до последнего времени вовсе не применялась¹.

Из существующих конструкций наименее благоприятной следует считать тип с нижними клапанами. Объясняется это тем, что при нижнем расположении клапанов и при высокой степени сжатия газ до поступления в цилиндры должен протекать по надклапанному каналу небольшой высоты. Это неизбежно снижает коэффициент наполнения двигателя. Увеличением диаметров клапанов явление ухудшения наполнения двигателя устранить в полной мере трудно, так как при расширении надклапанного пространства и сохранении той же степени сжатия высота канала еще больше уменьшается. Тем не менее, как показал опыт ЗИС, и в этом направлении могут быть достигнуты положительные результаты. В настоящее время двигатели с нижними клапанами еще встречаются довольно часто, особенно на машинах малого и среднего тоннажа.

На фиг. 4 представлена схема камеры сгорания двигателя Рено с нижними клапанами. Камеры сгорания имеют очертание применительно к размерам и расположению клапанов. Относительно оси цилиндров камера несимметрична. Диаметры всасывающих и выпускных клапанов разные.

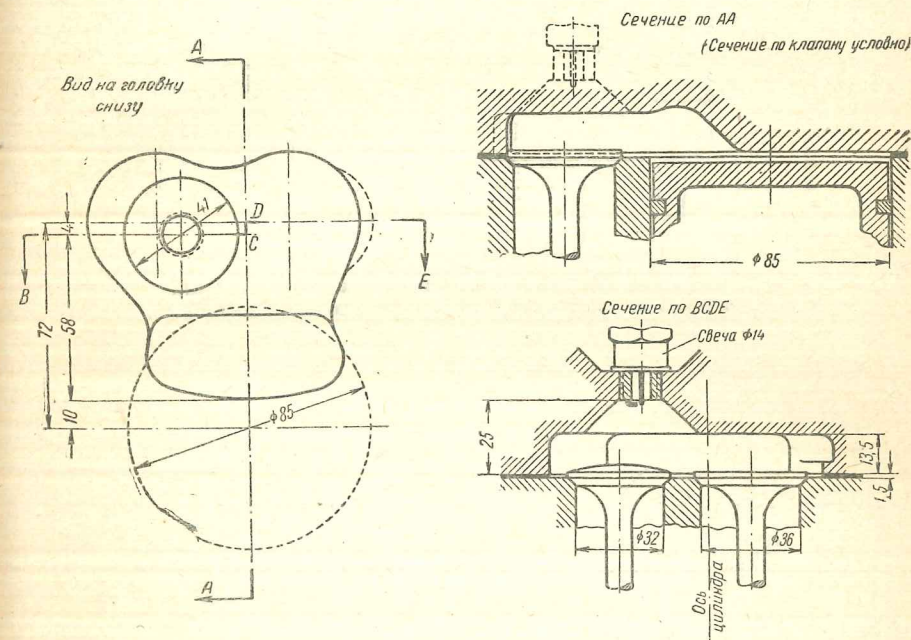
Другой пример головки с нижними клапанами представляет собою двигатель Прага, установленный на автомобиле в 3,5 т той же фирмы с газогенераторной установкой Витковиц. Здесь камера сгорания, схема которой представлена на фиг. 5, также несимметрична относительно оси цилиндра, но оба клапана сделаны одинакового диаметра.

При верхнем расположении клапанов камера сгорания имеет весьма разнообразное конструктивное оформление.

Наиболее простое решение, но ограничивающее размеры клапанов, заключается в том, что камера сгорания делается цилиндри-

ческой формы с диаметром, равным диаметру цилиндров. Форма головки при этом упрощается, так как по существу она является лишь крышкой, поскольку камера сгорания может быть расположена в блоке. Схема такой конструкции изображена на фиг. 6, где представлена головка двигателя Латиль, предназначенного для газогенераторного тягача. Ограниченные размеры клапанов являются недостатком данной конструкции.

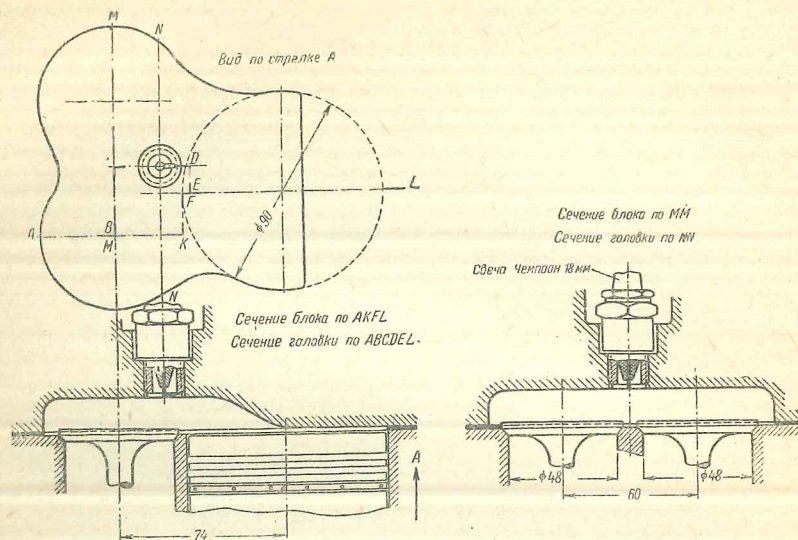
Иногда, с целью увеличения диаметров клапанов, применяется камера сгорания цилиндрической формы, но увеличенного против



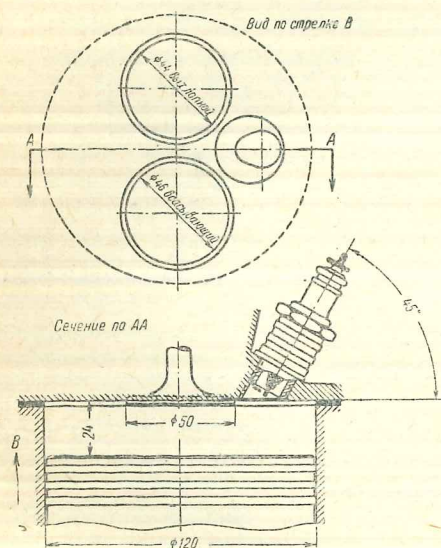
Фиг. 4. Схема камеры сгорания двигателя Рено для работы на генераторном газе. Клапаны боковые, нижние.

цилиндров диаметра. Оба клапана расположены сверху и могут быть сделаны достаточно большого диаметра. Примером такой конструкции является двигатель Греф-Штифт, схема камеры сгорания которого представлена на фиг. 7. На этой схеме видно, что камера сгорания имеет большую высоту и повышение степени сжатия достигается тем, что поршень в в. м. т. значительно выступает в камеру сгорания. При этом незащищенная часть поршня покрывается нагаром, что увеличивает износ цилиндров и является крупным недостатком конструкции. К такому решению обычно приходят при повышении степени сжатия бензиновых двигателей путем замены поршней, что, как уже указывалось, не рекомендуется.

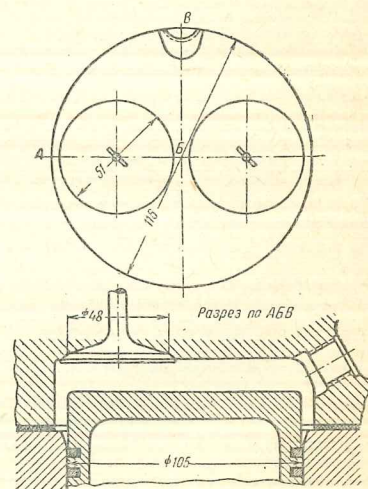
¹ Лишь в марте 1940 г. описание подобной конструкции опубликовано в журнале Automobile Engineer как британский патент Edwards and Pearson за № 508,895.



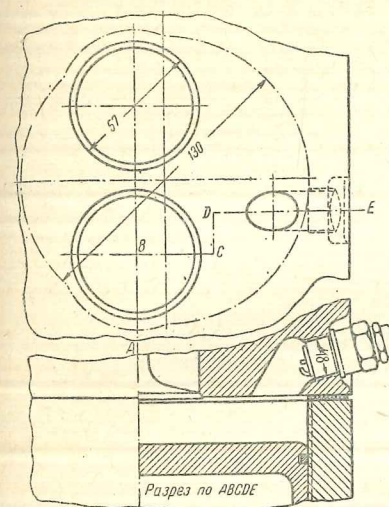
Фиг. 5. Схема камеры сгорания двигателя Прага, установленного на грузовой в 3,5 т с газогенераторной установкой Витковиц.



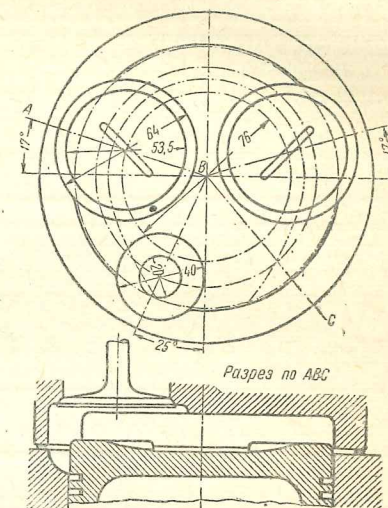
Фиг. 6. Схема камеры сгорания двигателя Латиль, установленного на газогенераторный тягач.



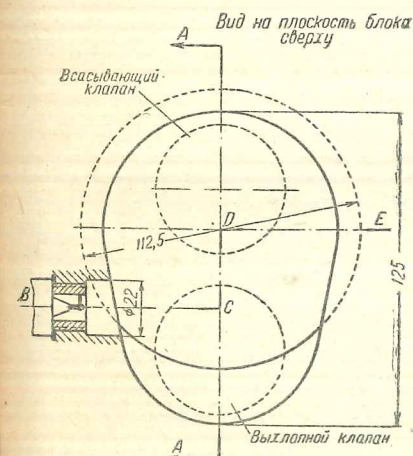
Фиг. 7. Схема камеры сгорания двигателя Грэф-Штифт, предназначенного для работы на газе.



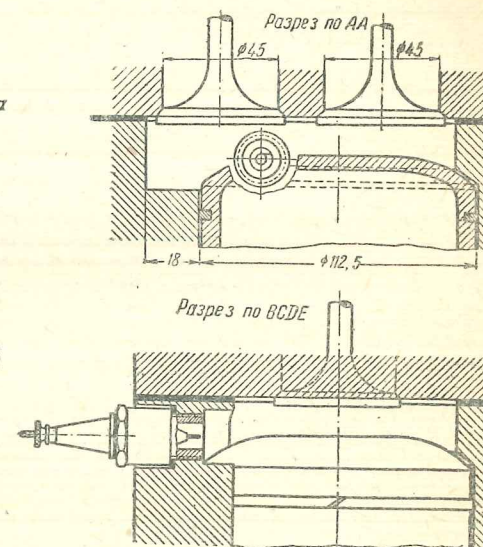
Фиг. 8. Схема камеры сгорания газового двигателя Бюссинг.



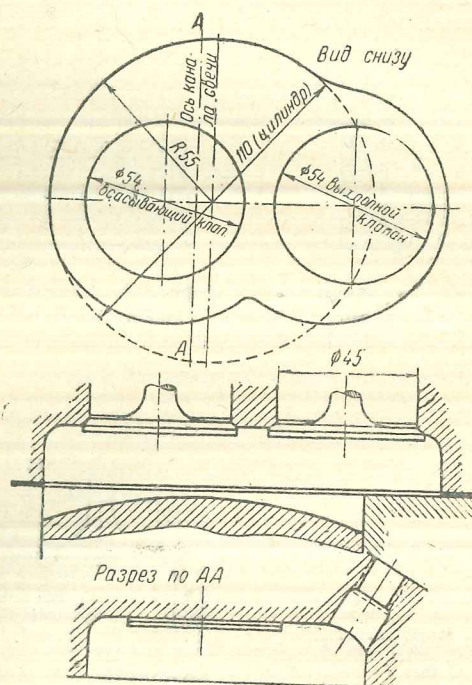
Фиг. 9. Схема камеры сгорания
газового двигателя Фаун-Дейтц.



Фиг. 10. Схема камеры сгорания газового двигателя Шкода.



Более удачной является конструкция, при которой камера сгорания в основном представляет собою цилиндр примерно такого же диаметра, как цилиндр двигателя. Увеличение диаметров клапанов достигается тем, что для их расположения делаются в камере местные выточки на большую или меньшую глубину в зависимости от выбранного диаметра клапанов. Такие конструкции применяют в своих газовых двигателях фирмы Бюссинг (фиг. 8) и Фаун-Дейтц (фиг. 9). В последней конструкции в камере сгорания, ввиду бокового расположения свечи, сделана такая же выточка, как и под клапаны.



Фиг. 11. Схема камеры сгорания газового двигателя Берлие для грузового автомобиля.

Наконец встречаются еще и такие конструкции, когда один из клапанов располагается непосредственно над поршнем, не выступая в стороны, а другой выступает вбок; встречаются конструкции, когда оба клапана располагаются над поршнем, но близко подходят к границе камеры сгорания. В обоих случаях камера сгорания выполняется по форме, огибающей приближенно площадь, занимаемую клапанами. Таковы конструкции Шкода (фиг. 10), Берлие (фиг. 11) и Бедфорд (фиг. 12). В последней конструкции особенно наглядно стремление создать камеру сгорания по возможности максимальной высоты за счет уменьшения площади ее основания.

2. СМЕСИТЕЛИ

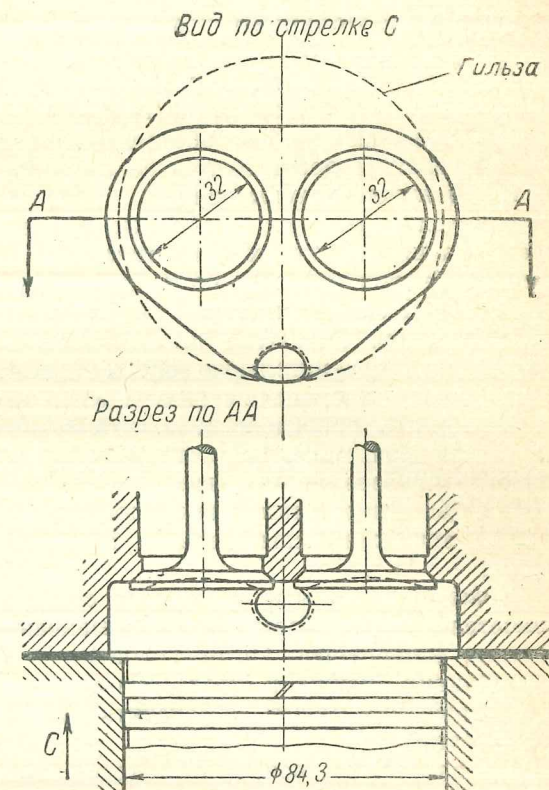
Основной отличительной особенностью газовых двигателей является то, что они имеют вместо карбюраторов так называемые смесители газа. На многих газогенераторных машинах, кроме того, имеются карбюраторы, предназначенные для кратковременной работы двигателя, как, например, запуск его, внутригаражное маневрирование и др.

Вопрос о значении смесителя для газового двигателя и о наиболее целесообразной конструкции его долго оставался спорным, да и до настоящего времени не может считаться вполне разрешенным. Многие исследователи полагают, что смеситель должен иметь специальную конструкцию для обеспечения хорошего завихрения газа и что для этой цели можно идти на всякого рода конструктивные усложнения, которые якобы окупятся повышением мощности за счет хорошего перемешивания газа с воздухом.

В противовес этому другие, наоборот, считают, что конструкция смесителя на мощность двигателя не влияет и, что тем проще эта конструкция, тем она дешевле в изготовлении.

Для проверки указанных противоречий в НАТИ были проведены испытания смесителей разнообразных конструкций на различных двигателях ЗИС, ГАЗ и ЧТЗ.

Испытанию подвергались обычный смеситель, являющийся стандартным для данного двигателя, смеситель более простой конструкции, в виде обычного тройника с патрубками для газа, воздуха и рабочей смеси и смесители более сложной конструкции, которые по идее должны были обеспечить наилучшее перемешивание газа с воздухом.



Фиг. 12. Схема камеры сгорания газового двигателя Бедфорд.

В качестве таких более сложных конструкций были использованы следующие:

1) на двигателе ЗИС смеситель, переделанный из очистителя Воротко, в котором был использован принцип диффузии газа и воздуха при малых их скоростях, наличие сеток и несколько последовательных расширений также должны были способствовать лучшему смешению;

2) на двигателе ГАЗ специальный вихревой смеситель, обеспечивающий необходимое направление для воздуха, газа и их взаимного перемешивания.

Для получения надежных результатов каждый смеситель испытывался на двигателе в течение времени, соответствующего полному выгоранию дров в объеме бункера газогенератора. Мощность двигателя определялась по среднему показанию динамометра за время каждого испытания.

При сравнительных испытаниях разных смесителей во избежание влияния различных сопротивлений, разрежение во всасывающей трубе подбиралось постоянным путем изменения открытия дроссельной заслонки. Такой метод испытания исключал возможность влияния смесителя на наполнение двигателя и позволял производить сравнительную оценку смесителей исключительно по их способности смешения газа с воздухом.

Результаты проведенных испытаний показали, что для каждого двигателя мощности, замеренные при разных смесителях, в большинстве случаев не отличаются одна от другой больше, чем на 1,5—2,0%. Такие отклонения вполне могут быть объяснены пределами точности испытательной аппаратуры и производимых замеров.

Изложенные опыты позволяют сделать вывод, что испытанные смесители, как приборы для перемешивания газа с воздухом, практически равноценны. Иными словами и смеситель самой простой конструкции, каким в проведенных испытаниях был обыкновенный тройник, может обеспечить необходимое смешение газа с воздухом.

Не следует на основании этого заключения впадать в упрощенчество при конструировании и постройке смесителей. Необходимо помнить, что и в смесителе имеются факторы, могущие улучшить работу двигателя. Поэтому необходимо соблюдать по отношению к смесителям следующие основные правила: 1) брать смесители с большими проходными сечениями во избежание лишних сопротивлений и 2) все дроссельные заслонки должны выполняться плотно прилегающими к поверхностям смесителя и в закрытом положении обеспечить достаточную герметичность.

Независимо от этого необходимо иметь в виду, что использование в смесителе избыточного давления воздуха над газом обеспечивает инжектирование газа, одновременно снижая сопротивление смесителя в целом и повышая мощность двигателя.

Эта особенность была использована в новом смесителе ЗИС (фиг. 2) для упомянутого уже форсированного двигателя ЗИС-21 и, как было указано, дала положительные результаты.

Одновременно в НАТИ инж. И. С. Мезиным была разработана и испытана конструкция смесителя, основанная на том же принципе использования избыточного давления воздуха над газом. Опытный образец этой конструкции подтвердил ее целесообразность с точки зрения возможности повышения мощности двигателя.

Указанные обстоятельства не находятся в противоречии с упомянутыми опытами НАТИ, не позволившими установить влияние конструкции смесителя на мощность двигателя, а лишь объясняют отсутствие этого влияния.

Окончательно можно сделать выводы, что 1) при равенстве сопротивлений в двух разных смесителях конструкция смесителя на мощность двигателя практически не влияет; 2) стремление к улучшению смесеобразования путем обеспечения вихревых потоков, или иным путем за счет усложнения конструкции, неизбежно вызывает повышение сопротивления смесителя и связанное с этим падение мощности двигателя; 3) в инжекционных смесителях, использующих избыточное давление воздуха над газом, сопротивление снижается и в отдельных случаях может даже приближаться к нулю. Эта последняя особенность является главным достоинством инжекционных смесителей.

По своему назначению смеситель должен обеспечить: подвод газа, подвод воздуха, необходимого для образования смеси, и выпуск готовой газовой смеси. В дальнейшем эта смесь поступает во всасывающий коллектор, к которому в большинстве случаев смеситель непосредственно и присоединяется. Качественная регулировка смеси обычно достигается путем регулировки количества воздуха, для чего воздухопровод имеет соответствующие устройства.

В зависимости от взаимного направления потоков воздуха и газа при входе в смеситель, последние разделяются на следующие основные группы:

- 1) с пересекающимися потоками воздуха и газа,
- 2) с параллельными потоками воздуха и газа и
- 3) вихревые.

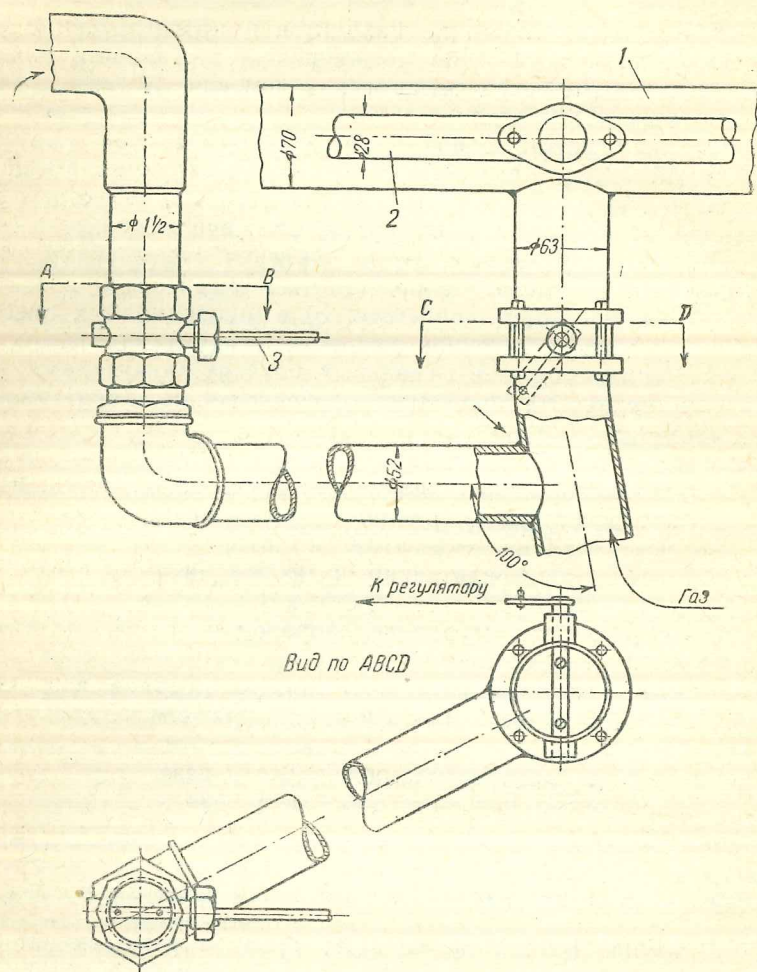
Смесители с пересекающимися потоками воздуха и газа

К этой группе относятся наиболее простые типы смесителей, выполненных в виде обычных тройников, когда к газопроводу под прямым или близким к нему углом присоединяется воздушный патрубок. За воздушным патрубком по направлению движения газа проходит газовоздушная смесь.

На фиг. 13 представлен смеситель такого типа, выполненный в виде тройника и установленный на тракторе Катерпиллер-30, оборудованном древесноугольной газогенераторной установкой Гоеи-Пуллен.

Такой же тип смесителя-тройника (фиг. 14) с незначительными дополнениями использован на автомобиле Прага с газогенераторной установкой Витковиц. В воздушный патрубок вставлен отгра-

жатель, имеющий назначением несколько отклонить газовый поток и увеличить его скорость до соприкосновения с воздухом. Устройство для регулировки воздуха состоит из двух concentric шайб, вращающихся одна относительно другой. Обе шайбы имеют вырезы, которые взаимно перекрываются при относительном пере-

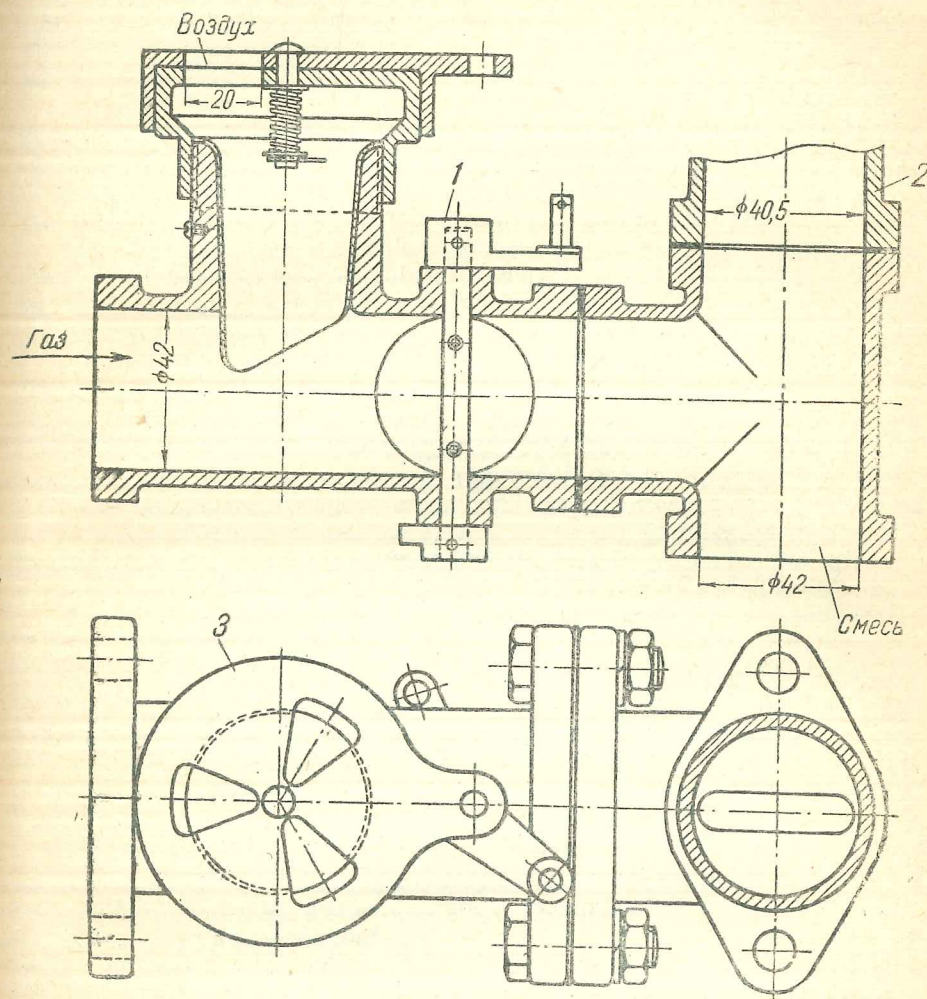


Фиг. 13. Смеситель двигателя трактора Катерпиллер-30 с древесноугольной газогенераторной установкой Гоен-Пуллен.

1 — всасывающий коллектор двигателя, 2 — коллектор для карбюратора Соллекс, 3 — ось дросселя регулировки воздуха.

мещении одной шайбы по другой, чем и регулируется количество поступающего в смеситель воздуха. У выхода газозоудной смеси из смесителя к нему присоединяется второй тройник. Два патрубка этого тройника используются для направления смеси во всасывающий коллектор, а третий для присоединения пускового карбюратора.

К группе смесителей с пересекающимися потоками воздуха и газа относится такая разновидность конструкции, когда поток воздуха вступает в смеситель под прямым углом к газовому потоку,



Фиг. 14. Схема смесителя автомобиля Прага — 3,5 т с газогенераторной установкой Витковиц.

1 — к дросселю смеси и к регулятору, 2 — патрубок к карбюратору, 3 — шайба регулировки воздуха.

но не через патрубок, а по всей окружности через ряд отверстий или отдельными струйками; рассматриваемый способ смешения называется также струйным.

Такой струйный смеситель с пересекающимися потоками воздуха и газа построен фирмой Дейтц. Основная часть смесителя представляет собою гладкую трубу, с одной стороны которой вхо-

дит газ, а с другой выходит готовая смесь. В месте входа воздуха труба имеет ряд сверлений, равномерно расположенных по всей окружности. Над этими отверстиями концентрически к основной трубе приварен коллектор с воздушным патрубком, в котором расположена дроссельная заслонка, регулирующая количество поступающего в смеситель воздуха. Воздушный патрубок через трубопровод небольшой длины соединяется с воздушным фильтром.

Несколько измененный тип смесителя (фиг. 15) применяет фирма Дейтц для двигателей, работающих на генераторном антрацитовом газе.

Основное отличие этого смесителя заключается в том, что воздух в него поступает не через сверления, а через щели.

Образованная газовоздушная смесь до поступления во всасывающий коллектор двигателя подвергается дополнительной очистке, проходя через соответствующий небольшой очиститель, присоединяемый непосредственно к смесителю.

Газ поступает в корпус смесителя 1 вдоль его оси, а воздух через воздухоочиститель 2 и патрубок 3, присоединяемый к кольцевому воздушному коллектору, устроенному вокруг корпуса смесителя. Отсюда воздух поступает в смеситель через восемь щелей 4 винтообразной формы (две щели условно совмещены с плоскостью чертежа).

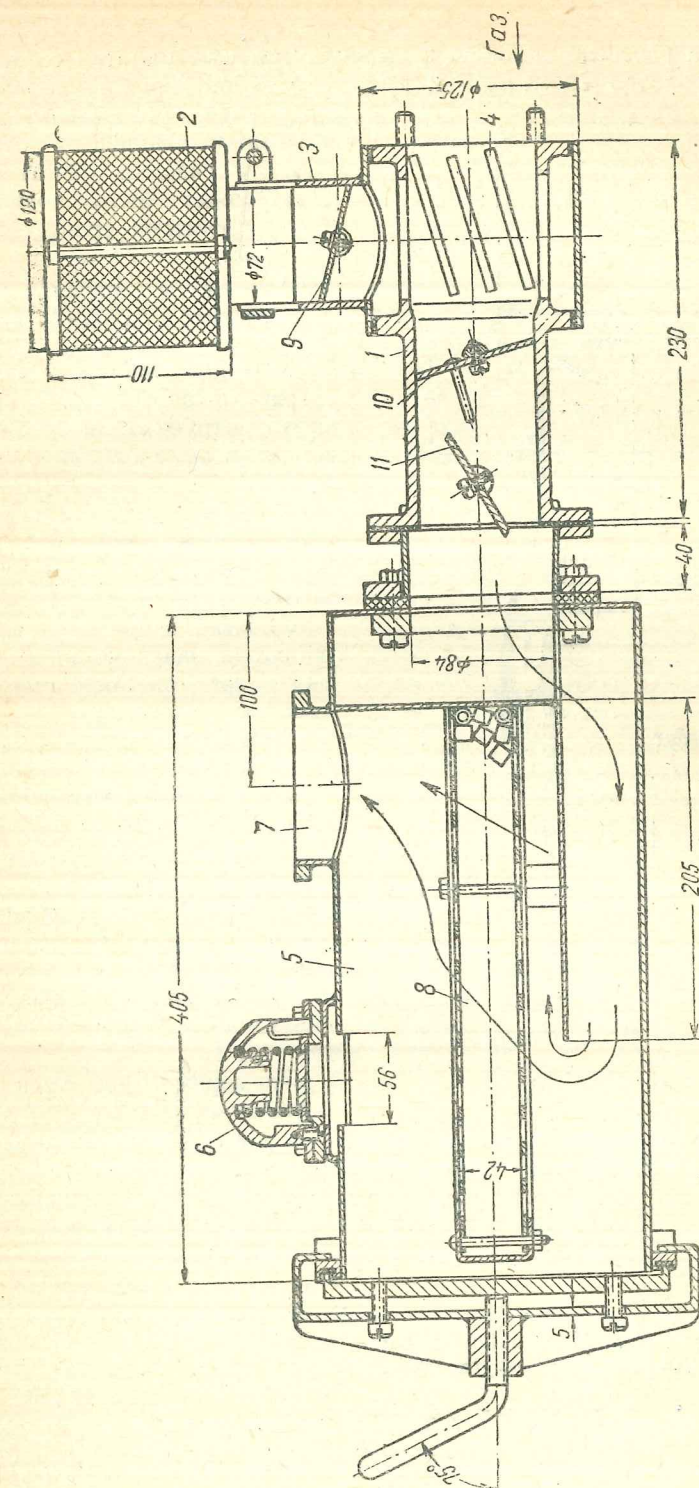
Другой конец смесителя присоединяется к очистителю 5, снабженному предохранительным клапаном 6 и выходным патрубком 7. Патрубок этот расположен таким образом, что до поступления в него газ проходит через очистительный элемент 8, заполненный мелкими фарфоровыми кольцами.

Для регулировки качества и количества смеси имеются три заслонки, из которых одна 9, ручная, находится в воздушном патрубке 3 и предназначена для регулировки воздуха, т. е. качества смеси. Две других заслонки 10 и 11, из которых одна связана с акселератором, служат для количественной регулировки смеси.

Смеситель, используемый фирмой Бедфорд при оборудовании своих автомобилей газогенераторными установками Кола, в своей основной части представляет собою простой тройник, усложненный следующими дополнительными приспособлениями.

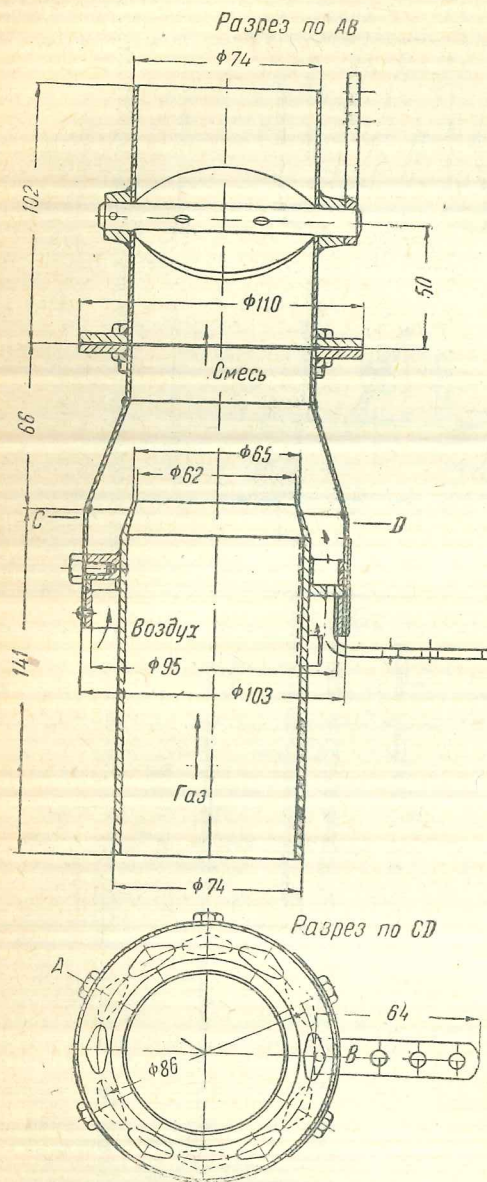
Первое заключается в том, что к воздушному патрубку присоединяется струйный регулятор воздуха, состоящий из цилиндра с двумя рядами отверстий и перемещающимся внутри цилиндра золотником, частично или полностью перекрывающим воздушные отверстия. Этот довольно сложный регулятор не имеет никаких преимуществ перед обычной дроссельной заслонкой, которая также может обеспечить хорошую регулировку состава смеси.

Второе дополнительное приспособление состоит в дополнительном очистителе рабочей смеси, состоящем из резервуара, наполненного металлической ватой, пропитанной маслом. К этому очистителю присоединяется смеситель. Необходимость такого устройства вызывается отсутствием у двигателя воздушного



Фиг. 15. Смеситель Дейтц с пересекающимися потоками воздуха и газа в сочетании с дополнительным очистителем смеси.

фильтра и рассчитано также на дополнительную очистку газа. В целом устройство громоздко и мало целесообразно, тем более, что небольшой объем очистителя не может обеспечить хорошую очистку газа, а очистка воздуха может быть достигнута более простыми средствами.



Фиг. 16. Смеситель Менк и Гомброк с параллельными потоками воздуха и газа.

Регулировка воздуха достигается подвижной шайбой с такими же отверстиями, которые при вращении шайбы могут перекрываться и ограничивать доступ воз-

Смесители с параллельными потоками воздуха и газа

Обычно такие смесители устраиваются путем глубокого ввода патрубка одного из компонентов смеси, в большинстве случаев газа, в смесительную камеру. Другой компонент поступает через кольцевое пространство вокруг центрального патрубка.

Смесители такого рода, получившие название инжекционных только по внешнему признаку расположения патрубков и параллельного направления струй воздуха и газа, по существу не являются инжекционными, так как в них не соблюдено основное, необходимое для этого условие — дросселирование воздуха в непосредственной близости к месту начала соприкосновения его с газом с целью использования избыточного давления воздуха над газом.

Примером смесителя с параллельными потоками воздуха и газа (но не инжекционного) является конструкция фирмы Менк и Гомброк, представленная на фиг. 16. Воздух подводится через ряд отверстий, сделанных в кольцевом пространстве между смесительной камерой и газовым соплом, входящим внутрь этой камеры. Регулировка воздуха дости-

гается подвижной шайбой с такими же отверстиями, которые при вращении шайбы могут перекрываться и ограничивать доступ воз-

духа в смеситель. Следует отметить, что при газификации древесины и других битуминозных топлив применение для дросселирования воздуха кранов, задвижек и других механизмов с развитыми трущимися поверхностями весьма нежелательно из-за возможности засмаливания. Лучше для этой цели пользоваться дроссельными заслонками.

Смеситель фирмы Греф-Штифт, устанавливаемый на автомобилях с газогенераторными установками Кромаг, имеет струйный вход воздуха, перпендикулярный направлению газового потока. Благодаря, однако, тому, что воздушный поток отклоняется удлиненным соплом подвода газа в смеситель, воздух далее следует по отношению к газу параллельно и относится к типу смесителей с параллельными потоками воздуха и газа. Регулировка воздуха достигается цилиндрической обечайкой, вращающейся относительно корпуса смесителя. Взаимное перекрытие отверстий и ограничение доступа воздуха осуществляется вращением этой обечайки. Смеситель имеет две дроссельные заслонки, из которых одна предназначена для его полного отъединения от всасывающего коллектора, а другая, соединяемая с регулятором, для регулировки количества смеси.

Смесители с подводом воздуха через центральное сопло выполняются фирмой Берлие. Один из них представлен на фиг. 17. Корпус смесителя имеет четыре патрубка: три — обычного назначения для подвода газа и воздуха и отвода смеси; четвертый патрубок присоединяется к вентилятору и служит для отсоса газа при розжиге газогенератора. Патрубок этот имеет заслонку, которая должна открываться только при розжиге. В воздушный патрубок вставлен грибок, положение которого может меняться путем его перемещения по винтовому стержню.

Другой тип конструкции смесителя той же фирмы отличается от описанной тем, что отсутствует регулировочный грибок в патрубке подвода воздуха. Этот смеситель применяется на легковой машине Берлие. Изготовлен он кустарно из отдельных сваренных между собой элементов.

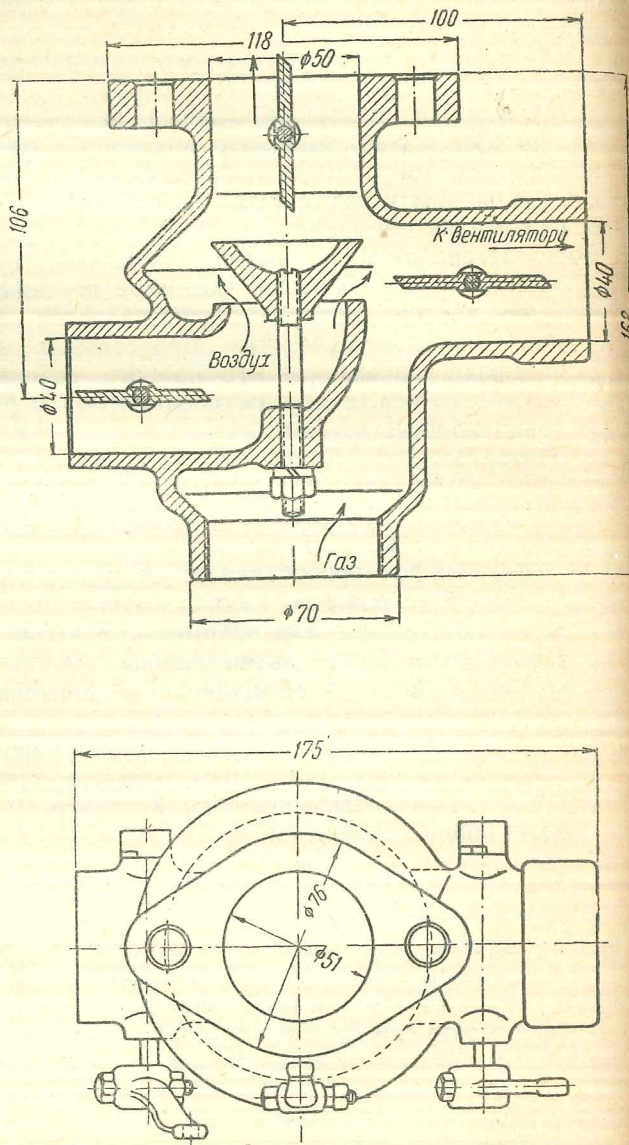
Вихревые смесители

На основании упомянутых выше результатов испытания смесителей можно было сделать вывод, что вихревые смесители никаких преимуществ не имеют, поскольку и другие, более простые конструкции обеспечивают достаточно хорошее перемешивание газа с воздухом. В чистом виде конструкции вихревых смесителей применяются редко. Иногда встречаются конструкции с дополнительными приспособлениями для завихрения одного из компонентов смеси, например газа. Таков, например, смеситель Бюсинг (фиг. 18), где в кольцевое пространство между корпусом и воздушным соплом вставлена крыльчатка, лопасти которой дают винтовое направление газу. Из двух расположенных перед выходом из смесителя заслонок одна, крайняя, предназначена для регулировки количества рабочей смеси, а вторая — для выключения газовой линии при запуске двигателя на бензине.

Смесители с автоматической регулировкой воздуха

На фиг. 19 представлен смеситель газа системы Пакар-Левасор с автоматической регулировкой воздуха, работающий по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха.

Для нормальной мощности состав рабочей смеси регулируется при помощи крана 1. Регулировка воздуха достигается тем, что, кроме основного воздушного трубопровода 2, имеется еще обводный канал 3 для дополнительной подачи воздуха; канал этот сообщается с основным воздушным трубопроводом через отверстие 4, перекрываемое заслонкой 5. Эта последняя связана с валиком дросселя смеси 6. При дросселировании валик дросселя 6 перекрывает заслонкой 5 отверстие 4, уменьшая доступ дополнительного воздуха через обводный канал. Этим достигается обогащение рабочей смеси при холостом ходе и малых нагрузках, что, как показали опыты, необходимо для устойчивой работы двигателя при этих режимах. Недостатком этого смесителя является то, что он реагирует лишь на перестановку главной дроссельной заслонки или на изменение нагрузки двигателя. При изменении же состава генераторного газа,



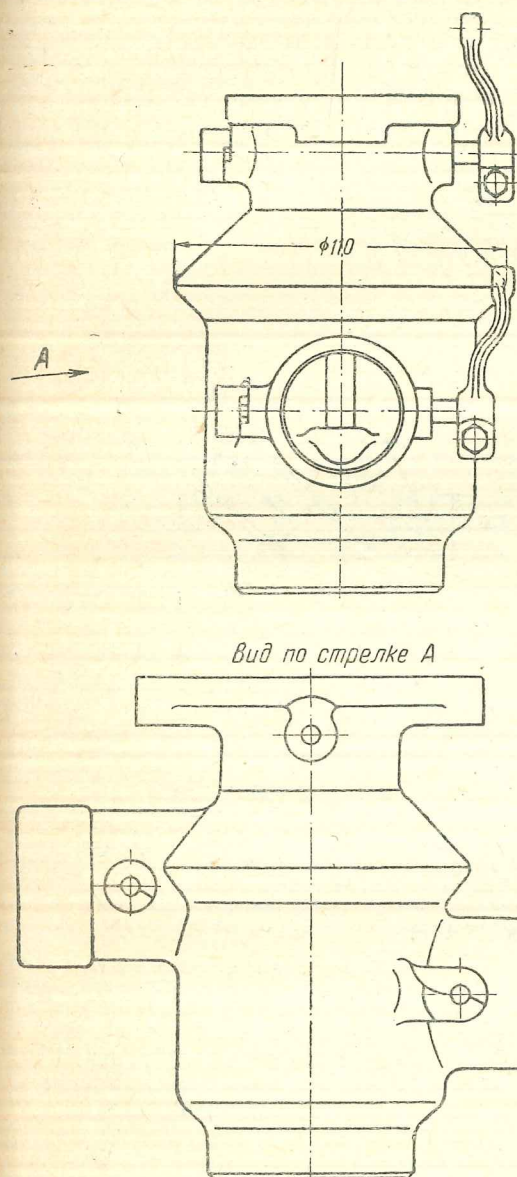
Фиг. 17. Смеситель Берлие, устан.

что на практике имеет место по вине газогенератора, наличие автомата может оказать даже отрицательное действие.

После главной дроссельной заслонки готовая смесь направляется к двигателю через патрубок 7. Внутри этого патрубка проходит цилиндрический кран 8, который путем перестановки его дает возможность работать на газозвушной смеси (при положении, указанном на чертеже), или же на бензине.

При работе на бензине выходной патрубок 7 сообщается с патрубком карбюратора 9, одновременно прекращая доступ газозвушной смеси. Промежуточное положение крана 8 позволяет также работать на газе с присадкой бензина.

Смеситель Виско-Автогаз (фиг. 20) также работает по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха, с углом между направлениями потоков 65°. Регулировка воздуха достигается непосредственным воздействием на дроссельную заслонку 1 воздуха, которая заблокирована с дроссельной заслонкой 2 смеси. Для этой цели рычаги обеих заслонок связаны между собою промежуточной тягой 3, которая заставляет обе дроссельные заслонки одновременно поворачиваться. Целью этой блокировки является сохранение постоянства состава рабочей смеси при ее дросселировании. Нетрудно видеть, что такая система может существовать при постоянстве сопротивления газогенератора. По мере его

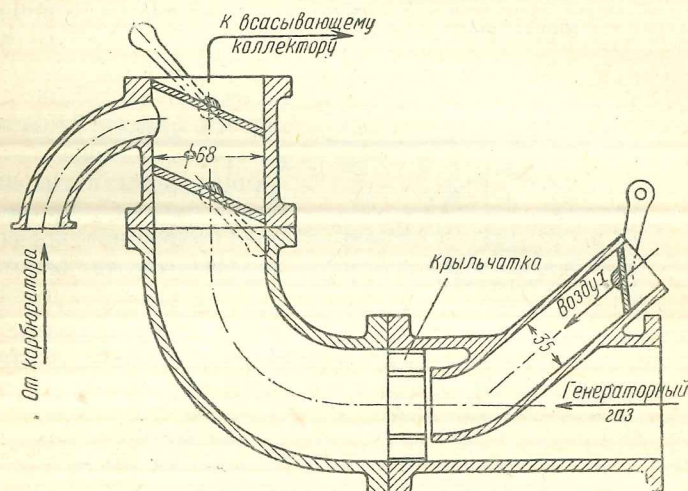


вливаемый на грузовых машинах.

загрязнения необходимо пользоваться ручным регулирующим органом, который должен быть независим от главной воздушной дроссельной заслонки и предусмотрен у входа в воздушный патрубок.

Кроме перечисленных заслонок имеются еще две — 4 и 5, из которых первая открыта при запуске на бензине, когда заслонка 5, перекрывающая доступ газовой смеси, должна быть закрыта. При работе на газе, наоборот, заслонка 4 должна быть закрыта, а 5 открыта. Обе эти заслонки должны быть между собой заблокированы и управляться одной тягой.

С точки зрения регулировки этому смесителю присущи те же недостатки, что и предыдущей конструкции. Кроме того, он громоздок и имеет слишком много заслонок, что также относится к его отрицательным качествам.



Фиг. 18. Смеситель с дополнительным устройством для за-
вихрения газа фирмы Бюссинг.

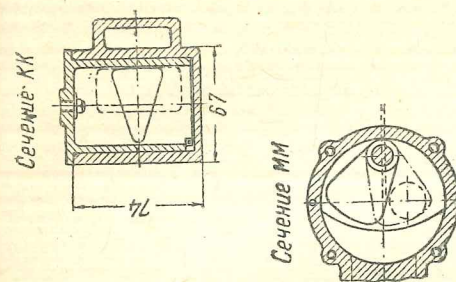
Конструкции для автоматического регулирования состава рабочей смеси на практике не оправдались, тем более, что водитель средней квалификации при некотором навыке с успехом справляется с регулировкой смеси вручную.

3. ЗАЖИГАНИЕ

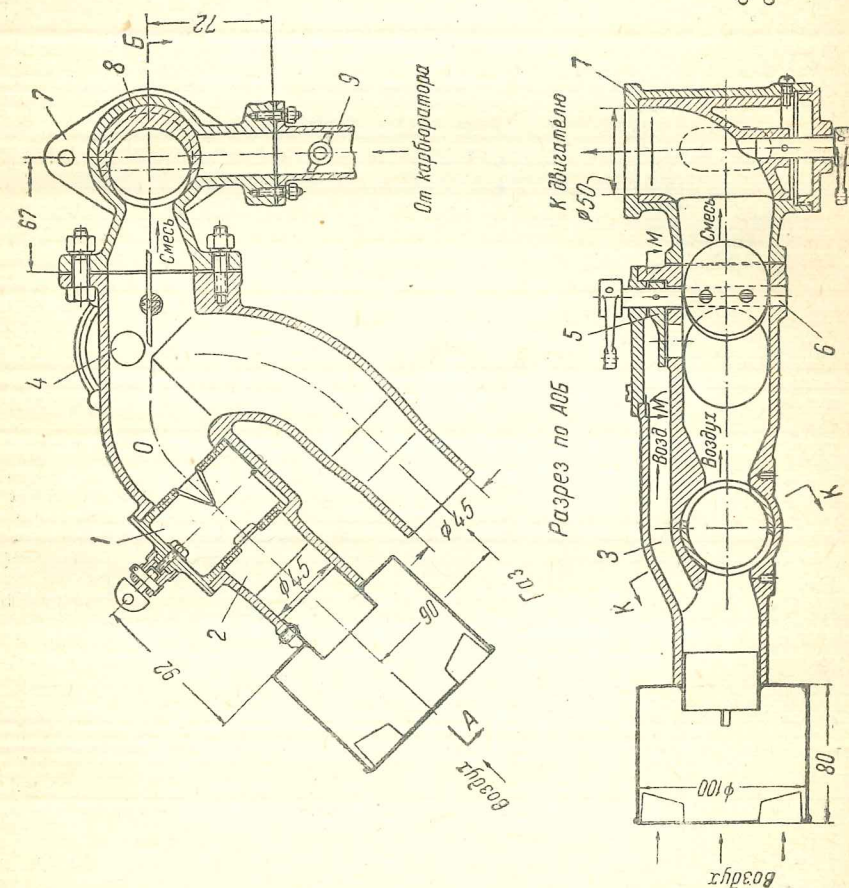
Назначение аппаратов зажигания в газовых двигателях такое же, как и в двигателях, работающих на жидком топливе, а именно — обеспечить в нужный момент взрыв рабочей смеси в цилиндрах двигателя. Угол опережения зажигания зависит от числа оборотов вала двигателя и от времени сгорания всего заряда.

В свою очередь, время сгорания зависит от размеров камеры сжатия и скорости распространения фронта пламени, на которую влияет степень сжатия, коэффициент остаточных газов, форма камеры сжатия и физико-химические свойства газа.

При одинаковых условиях время сгорания генераторного газа с воздухом меньше, чем для бензовоздушной смеси и с этой точки

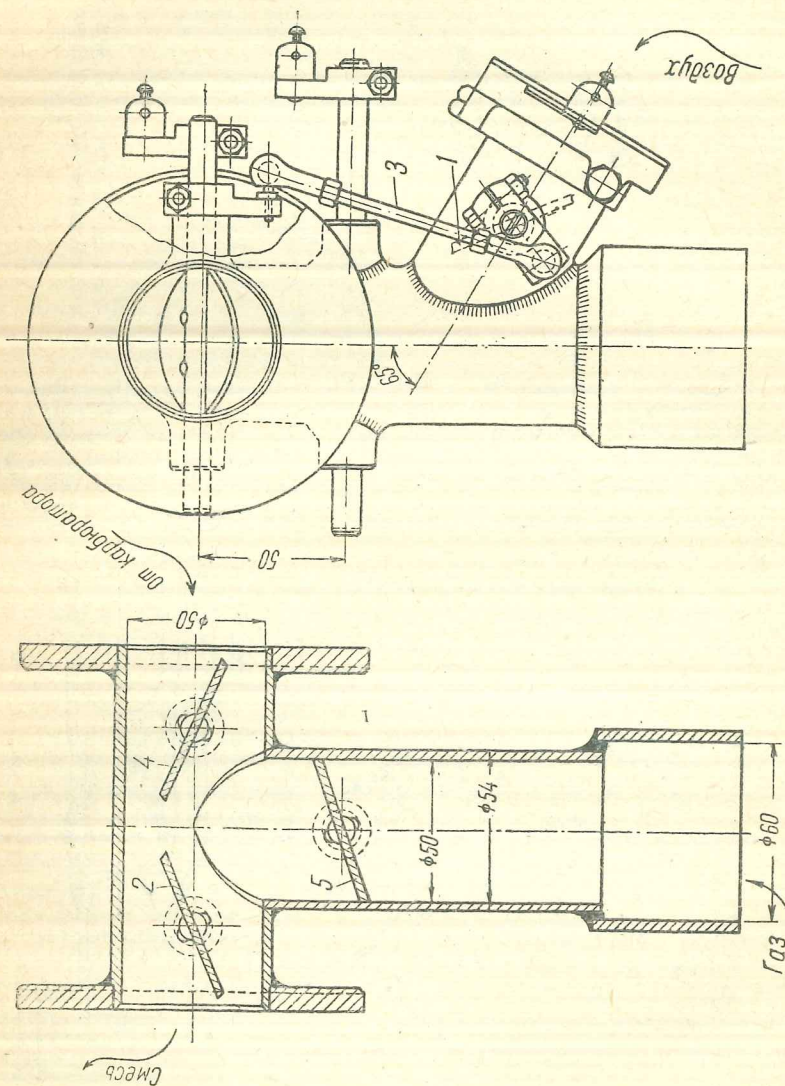


Фиг. 19. Смеситель Панар-Левассор
с автоматической регулировкой воз-
духа.



зрения угол опережения зажигания при одинаковых степенях сжатия должен быть в газовых двигателях больше, чем в бензиновых.

С повышением степени сжатия наивыгоднейший угол опережения зажигания уменьшается и при достаточно большой степени



Фиг. 20. Смеситель Виско-Автогаз с автоматической регулировкой воздуха.

сжатия порядка 9,0—10,0 увеличение угла опережения зажигания из-за уменьшения скорости сгорания может компенсироваться потребностью в уменьшении угла опережения зажигания из-за увеличения степени сжатия. В результате этот угол может потребоваться даже меньшим, чем в бензиновых двигателях. Однако,

в виду того что в современных двигателях столь высокие степени сжатия еще не применяются в газовых двигателях, работающих на генераторном газе, угол опережения зажигания все же несколько больше, чем на двигателях жидкого топлива.

Из аппаратов зажигания батарейного или магнето, последнее, как обеспечивающее лучшее пробивание искры, оказывается более надежным при высоких степенях сжатия. На многих зарубежных газогенераторных машинах применяется магнето. Автозавод им. Сталина устанавливает на газогенераторных машинах вместо батарейного зажигания магнето. Горьковский автозавод им. Молотова ставит на газогенераторных машинах обычное батарейное зажигание, что можно оправдать сравнительно небольшой степенью сжатия ($\approx 6,4$). Ввиду большой нагрузки на аккумулятор газогенераторного автомобиля применение для зажигания

Таблица 5

Основные данные двигателей, работающих на генераторном газе

Фирма	Число цилиндров	Диаметр цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Отношение хода поршня к диаметру цилиндра	Рабочий объем, л	Степень сжатия	Число оборотов в мин.	Мощность, л. с.	Среднее эффективное давление, кг/см ²	Литровая мощность, л. с./л.	Примечание
Берлие	4	110	155	1,41	5,9	6,61	1700	45,0	4,87	9,21	По данным НАТИ
Берна	4	125	170	1,36	8,30	8,1	1400	48,0	3,72	5,78	По данным НАТИ
Бюссинг	6	130	170	1,31	13,52	9,17	1500	88,5	3,92	6,54	
Греф-Штифт	4	105	155	1,48	5,36	7,4	1800	32,0	2,98	5,96	По данным НАТИ
То же	6	115	125	1,09	7,75	8,5	1700	—	—	—	
Заурер	4	110	150	1,36	5,7	8,7	1800	—	—	—	
То же	6	110	150	1,36	8,55	9,0	1800	88,0	5,2	10,4	
Климакс	4	114,3	130,2	1,14	5,35	8,0	2200	55,0	4,21	10,3	
Ланчия	6	100	150	1,5	7,07	7,5	1700	70,0	5,25	9,9	
Латиль	4	75	120	1,6	2,12	6,34	2500	—	—	—	
Панар-Левассор (для легков. автомоб.)	4	105	140	1,33	4,85	8,4	2125	45,0	3,9	9,22	
Прага	4	90	150	1,68	3,82	7,46	—	45,0	—	11,80	По данным НАТИ
Рено	4	85	105	1,24	2,38	7,12	2700	26,3	3,67	11,01	
Ситроен	4	100	110	1,1	3,45	—	2400	—	—	—	По данным НАТИ
Фаун-Дейтц	6	120	170	1,42	11,52	9,6	1450	69,5	3,72	6,03	
Фиат	6	115	120	1,04	7,48	7,2	2200	75,0	4,10	10,92	По данным НАТИ
Шкода	6	112,5	140	1,24	8,34	7,7	—	—	—	—	

магнето вместо батарейного имеет еще и то преимущество, что запуск двигателя не находится в зависимости от аккумуляторной батареи и вручную может быть осуществлен независимо от наличия батареи и ее состояния.

Надежность работы запальных свечей находится в большой зависимости от степени сжатия двигателя. При высоких степенях сжатия наблюдается перегрев свечей, что влечет за собой растрескивание изоляции, перегрев и выгорание электродов. Перегрев электродов вызывает преждевременные вспышки, являющиеся причиной обратных ударов в смеситель; такие удары сопровождаются падением мощности и ухудшением всей работы двигателя. Опыт эксплуатации советских машин привел к необходимости установки на двигателе газогенераторного трактора ХТЗ свечей авиационного типа.

При степенях сжатия более высоких, например свыше 10,0, возникают большие затруднения с подбором свечей и не исключается возможность появления детонации. Поэтому такие высокие степени сжатия на практике применения не получили.

Принципиально не исключена возможность дальнейшего повышения степени сжатия, например до 16,0, с тем, чтобы такому сжатию подвергать чистый воздух и в конце хода сжатия вдувать в него газ под высоким давлением. Нетрудно видеть, что в этих условиях воспламенение произойдет от сжатия по циклу Дизеля и надобность в свечах и прочих агрегатах зажигания отпадет вовсе. Опытные экземпляры газовых дизелей работали таким образом и по имеющимся сведениям показали удовлетворительные результаты. Однако необходимость иметь компрессор высокого давления для сжатия и подачи газа в цилиндры двигателя делает этот метод сложным. В последнее время получили развитие так называемые двигатели газ-дизель. Сущность их заключается в том, что на ходе всасывания в цилиндры поступает не чистый воздух, а газ-воздушная смесь, воспламенение которой достигается подачей в цилиндры некоторого количества жидкого топлива, подаваемого принудительно в конце хода сжатия. По литературным данным такие двигатели показывают в работе вполне удовлетворительные результаты.

Основные данные наиболее известных газовых двигателей заграничного производства приведены в табл. 5.

Данные о советских двигателях будут приведены в специальном разделе при описании соответствующих автомобилей и тракторов.

Глава IV

ТОПЛИВО ДЛЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ И ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЕГО ГАЗИФИКАЦИИ

В качестве топлива для газогенераторов могут применяться все виды твердого топлива, как например: дрова, древесный уголь, каменный уголь, бурый уголь, антрацит, торф, кокс каменноугольный и торфяной, различные брикеты из соломы, торфа, отходов древесины и др.

Несмотря на разнообразие твердых топлив, они могут быть с точки зрения использования в газогенераторах разбиты на две основных группы: 1) топлива, содержащие большой процент смол и летучих и 2) топлива, не имеющие в своем составе этих составляющих вовсе или содержащие их в незначительном количестве.

К первой группе относятся: древесина и ее отходы (опилки, стружки, кора и т. п.), торф, некоторые породы каменных углей с богатым выходом летучих (например 30—40%), солома разных сортов (ржи, пшеницы, овса, проса и т. п.) и различные растительные отходы.

Ко второй группе в первую очередь относятся хорошо выжженный древесный уголь и кокс, практически не содержащие летучих и смол, и, кроме того, — антрацит и некоторые сорта каменного угля с незначительным содержанием летучих.

При газификации топлив с целью использования газа в двигателях внутреннего сгорания основным требованием является получение бессмольного газа, поскольку последний нарушает нормальную работу двигателя. При газификации топлив первого класса (дров, торфа и т. п.) это важнейшее требование настолько трудно осуществимо, что для его выполнения требуется создание специальных газогенераторов с так называемым опрокинутым процессом газификации, сущность которого будет изложена ниже.

Помимо этого основного требования, каждое топливо вызывает необходимость соблюдения ряда других условий, вытекающих из его специфических особенностей. Можно с уверенностью сказать, что не все топлива одной и той же группы могут быть использованы в одном и том же газогенераторе. Очень часто переход с одного сорта на другой, скажем — с твердой породы (дуб, бук, береза) на мягкие (ель, сосна), уже вызывает необходимость некоторых конструктивных изменений или дополнений, например постановку колосниковой решетки, устройство шуровочных приспособлений и т. п.

Нетрудно отсюда сделать вывод, что конструкция газогенератора должна находиться в полном соответствии с топливом, предназначенным для газификации в нем. Топливо это, в свою очередь, должно отвечать основным техническим условиям, соблюдение которых обеспечивает его нормальное использование.

В инструкциях по уходу за газогенератором должны излагаться технические условия на топливо; отступление от этих условий не допускается.

Конкретные значения тех или иных показателей, характеризующих какое-либо топливо, могут быть разработаны лишь применительно к каждому определенному его сорту.

Важнейшими из этих показателей являются следующие:

а. Род топлива (дрова, антрацит, кокс и др.); этот признак, характеризующий физико-химическую сущность топлива, дает представление о том, к какой группе оно относится, содержит ли смолы и летучие и в каком количестве. Как уже упоминалось, род топлива тесно связан с конструкцией газогенератора. Произвольный переход с одного рода топлива на другой при одном и том же газогенераторе не допускается, если только применение предполагаемых разновидностей топлива не оговорено инструкцией.

б. Состав топлива. Каждое топливо, независимо от своего происхождения и последующей обработки, состоит из органической массы, минеральных примесей (золы) и влаги.

Органическая масса, в свою очередь, состоит из двух частей — горючей и негорючей. Основными составляющими горючей массы являются углерод (С) и водород (Н). Чем больше содержание этих элементов в органической массе, тем выше калорийность топлива и тем большую ценность оно представляет. Негорючую часть органической массы, называемую балластом, составляют кислород (О) и азот (N). Эти балластные составляющие в сумме колеблются для различных топлив от 1,5—2,0% для кокса и хорошо выжженного древесного угля, до 45—48% — для древесины, торфа, соломенных брикетов и т. п.

Зольность. Ценность газогенераторной установки тем больше, чем реже приходится открывать и чистить зольник газогенератора и другие элементы газогенераторной установки, нуждающиеся в периодической очистке. Так как зола является негорючим остатком и основным загрязнителем установки, то во всех случаях преимущества имеют малозольные топлива. Особенно вредно наличие золы в случае ее легкоплавкости, т. е. когда она при сравнительно низкой температуре переходит в жидкое состояние и стекает в виде шлака, увлекая с собою горючие остатки в виде мелких угольков. Шлакообразование затрудняет нормальную работу газогенератора, а иногда прерывает ее, заливая жидким шлаком все проходы для воздуха и газа. Борьба с этим вредным явлением ведется путем устройства специальных приспособлений, направленных к своевременному удалению шлака, или же путем снижения температуры процесса, например, присадкой воды. Это должно предотвратить плавление золы и шлакообразование.

Влажность. Содержание влаги в топливе неизбежно. Так,

например, свежесрубленная древесина содержит 50—60% влаги в зависимости от породы и времени рубки; через 1½—2 года естественной сушки влажность падает до 15—20%. Древесный уголь непосредственно после выжига практически не содержит влаги, но обладает высокой гигроскопичностью, т. е. способностью впитывать влагу из атмосферы. Торф, соломенные брикеты, изготовленные без подогрева, и ряд других топлив обладают высоким содержанием влаги. Другие, наоборот, отличаются низким влагосодержанием.

Наивыгоднейшее содержание влаги для разных топлив не является стабильным; в то время как для дров влага не должна превышать 20—25%, для антрацита, в целях нормального протекания процесса газификации, требуется присадка в газогенератор воды в пределах 40—50% от веса топлива, не считая влаги, содержащейся в самом топливе.

Поэтому, в технических условиях на газогенераторное топливо должно быть указано предельное содержание влаги, допустимое для данного топлива.

в. Размерность кусков топлива. В целях хорошей осадки топлива в бункере газогенератора, необходимой для непрерывности процесса, бесперебойной работы газогенератора и поддержания нормального температурного режима, размер этот, различный для каждого сорта топлива, зависит как от конструкции и типа газогенератора, так и от свойств самого топлива.

Можно указать немало случаев, когда газогенератор выходит из строя по причине несоблюдения размерности топлива. Так, например, древесноугольный газогенератор, предназначенный для работы на мелком древесном угле (6—10 мм) и надежно работающий при соблюдении этой размерности топлива, быстро выходит из строя в случае замены мелкого угля крупным с размерами, например, 30—50 мм и выше.

1. ДРЕВЕСНОЕ ТОПЛИВО

Ценность газогенераторного топлива с точки зрения возможности широкого использования в газогенераторах определяется не только его физико-химическими свойствами, но также распространенностью в стране.

Дрова

По обилию лесов и богатству древесного топлива СССР занимает первое место в мире. Около 30% всей мировой площади лесов приходится на СССР.

По своим физико-химическим свойствам, по удобству использования, по результатам газификации, по зольности и другим эксплуатационным признакам древесина является одним из лучших видов газогенераторного топлива. Несмотря на то, что теплотворная способность различных пород дерева отличается одна от другой не очень значительно (примерно в пределах 10%), отнюдь не все по-

роды являются равноценными для использования в газогенераторах и вовсе не по признаку теплотворной способности, так как не те породы являются наилучшими, которые обладают наивысшей теплотворной способностью. Многочисленные лабораторные и эксплуатационные данные показали, что наилучшими сортами древесины для газогенераторов являются твердые породы — дуб, бук, граб, береза и другие, обеспечивающие выход наиболее прочного древесного угля, который образуется при газификации и должен участвовать в процессе газообразования. Применение мягких пород дерева также вполне возможно, но, благодаря меньшей механической прочности древесного угля, имеет место образование большого количества угольной мелочи, забивающей зольник и проходы для газа. Наличие большого количества мелочи увеличивает унос из газогенератора и перегружает все очистительные и охлаждающие элементы газогенераторной установки, которые по этой причине нуждаются в более частой очистке.

В табл. 6 приведен элементарный состав органической массы древесных топлив разных пород и их теплотворная способность.

Таблица 6
Состав и теплотворная способность некоторых пород дерева

№ по пор.	Порода	Состав органической массы в %			Теплотворная способность органической массы в кал/кг
		Углерод С	Водород Н	Кислород и азот О + N	
1	Береза	49,3	6,1	44,6	4460
2	Бук	49,5	6,1	44,4	4500
3	Дуб	50,7	6,05	43,25	4390
4	Ель	49,95	6,4	43,65	4510
5	Лиственница	50,1	6,3	43,6	4465
6	Сосна	50,2	6,0	43,8	4560

Если за 100% принять не органическую массу, а полный состав сухого топлива (т. е. органическую массу вместе с золой), то по отношению к этому сухому топливу зольность не превышает 2—2,5%. Этот процент, отнесенный к рабочему топливу, не является постоянной величиной даже для одной породы, так как он меняется в зависимости от влажности топлива, которая, само собою разумеется, также не является постоянной величиной.

Влажность топлива зависит от многих обстоятельств, среди которых важнейшими являются сама порода дерева и время рубки. В зависимости от времени рубки, условий роста, почвы и других причин влажность свежесрубленных твердых пород колеблется от 35 до 40%, а мягких пород, в особенности хвойных, достигает 60%.

Свежесрубленное дерево даже при самых благоприятных обстоятельствах не годится для непосредственного использования в виде газогенераторного топлива ввиду слишком высокой влажности. Поэтому древесина должна быть подвергнута сушке — естественной или искусственной.

Естественная сушка заключается в том, что срубленный лес

складывается штабелями из досок или бревен (в последнем случае окоренных) и длительно выдерживается на воздухе с возможным ограждением от попадания влаги, от которой древесина должна быть защищена путем складывания штабелей под навесами или же путем устройства непосредственно под каждым штабелем соответствующего защитного перекрытия из досок.

Естественная сушка дерева идет весьма медленно и лишь через 1½—2 года влажность снижается до 15—20%, т. е. до такого уровня, который уже позволяет использовать топливо в газогенераторе без дальнейшей сушки.

При хорошо налаженном топливном хозяйстве, правильно рассчитанных запасах, обеспечивающих полную потребность в топливе всех газогенераторных машин данного хозяйства, можно пользоваться естественной сушкой. Преимуществом этого способа является дешевизна из-за отсутствия расходов на процесс сушки. Недостатком является занятие под сушку больших площадей и необходимость иметь большие запасы топлива в объеме примерно двухгодичной потребности.

В случае необходимости по каким-либо соображениям ускорить процесс сушки пользуются искусственной сушкой, которая, независимо от применяемого способа, заключается в том, что древесина помещается в закрытую камеру, где подвергается действию высокой температуры, которая, однако, не должна превышать 170° С. При более высоких температурах уже начинается сухая перегонка дерева с выделением летучих.

Наиболее удобный, дешевый, а потому самый распространенный способ искусственной сушки заключается в сушке горячим воздухом. По этому способу атмосферный воздух подогревается до температуры порядка 100—120° С и подается непосредственно в сушильную камеру. Полный процесс сушки продолжается до двух суток в зависимости от типа сушилки. За это время влажность просушиваемой древесины доводится примерно до 12—15%. Ниже этого уровня спускаться не следует, так как при более глубокой сушке древесина после выхода из сушилки в течение ближайших нескольких дней поглощает влагу из атмосферы, доводя влажность до указанного уровня (12—15° С).

Все советские автомобильные и тракторные газогенераторные установки, принятые для массового производства и предназначенные для работы на древесном топливе, используют дерево в виде чурок определенных размеров. Чем больше размеры газогенератора, тем могут быть допущены большие размеры чурок. Так, например, для газогенератора Г-14, наилучшие размеры чурок 5—6 см в длину при сечении 20—25 см². Форма сечения чурки может быть любой — круглая, полукруглая, квадратная и т. п., причем размеры сечения не должны резко отличаться один от другого. Для самого большого из существующих генераторов этого типа Г-25 для трактора ЧТЗ СГ-65 размеры чурок соответственно увеличиваются: длина до 8 см при сечении 40—50 см².

Разделка древесины на чурки может производиться вручную или механическим способом. Первый способ чрезвычайно трудо-

евок и дорог и применяется редко. Механическая разделка заключается в распиловке дров круглыми или ленточными пилами с механическим приводом и в расколке на отдельные чурки механическими колунами. Часто применяется комбинированный способ — механическая распиловка и колка вручную, что практикуется даже и в довольно крупных хозяйствах, так как при небольшой высоте распиленных брусков колка их вручную также достаточно производительна.

Древесный уголь

Древесный уголь получается из древесины путем ее переработки при высокой температуре. Процесс этот довольно сложный и начинается он при температуре примерно 170°C с выделением газов и может быть закончен при довольно высокой температуре, например при 1000°C . Образование древесного угля начинается при температуре не ниже 275°C , однако лишь при температуре от 350° начинается выход так называемого черного древесного угля, в котором уже почти нет летучих составляющих.

Процентное содержание углерода и других составляющих органической массы, а также теплотворная способность готового продукта находятся в зависимости не только от исходного материала — породы дерева, но и от процесса углежжения: его продолжительности и конечной температуры, причем значительно большее влияние оказывает температура. Так, например, при конечной температуре обугливания 400°C содержание углерода в древесном угле составляет 83%, а при 500°C увеличивается до 90%. Содержание суммы кислорода с азотом соответственно уменьшается с 13 до 6%.

Таким образом химический состав древесного угля не является постоянной величиной, а строго зависит от принятого процесса переработки древесины. Уголь, выжженный при температуре 350° , отличается небольшой механической прочностью и твердостью, почему мало пригоден для использования в газогенераторах. Наиболее пригодным для этой цели является уголь, выжигаемый при конечной температуре порядка $600\text{—}800^{\circ}\text{C}$.

Для этого диапазона температур выжигания получается примерно следующий химический состав древесного угля в %:

$$\frac{\text{C}}{92,0-95,0}, \quad \frac{\text{H}}{1,0-2,6}, \quad \frac{\text{O} + \text{N}}{7,0-2,4}.$$

Теплотворная способность древесного угля зависит не только от указанных причин, но и от способа углежжения. Так, например, березовый уголь, выжженный при температуре $600\text{—}800^{\circ}\text{C}$ в печах, имеет теплотворную способность органической массы около 7300 кал/кг , а в кучах — свыше 7800 кал/кг .

Несмотря на более высокую теплотворную способность кучного угля, рекомендовать его не следует, главным образом ввиду невозможности улавливания весьма ценных продуктов перегонки: смолы, уксусной кислоты, метилового спирта и других. С этой точки зрения наилучшим способом получения древесного угля является

ретортный, при котором имеется полная возможность улавливания газообразных и жидких продуктов сухой перегонки дерева. За счет уловленных продуктов древесный уголь получается очень дешевым и весьма рентабельным газогенераторным топливом.

Оценивая древесный уголь как газогенераторное топливо, необходимо отметить: 1) способность поддерживать устойчивую работу газогенератора, 2) возможность газифицироваться при любом из существующих процессов газификации и 3) весьма высокую реактивную способность, т. е. способность соединяться с кислородом.

Из всех известных твердых топлив древесный уголь является наиболее легко газифицируемым.

К недостаткам древесного угля следует отнести его малую механическую прочность и большую хрупкость, что вызывает большие потери при перевозках. В сочетании с малым удельным весом древесный уголь является мало транспортабельным топливом. К другим недостаткам следует отнести высокую гигроскопичность, т. е. способность поглощать влагу из атмосферы, почему трудно создать условия для сохранения малой влажности угля. Применительно к использованию в газогенераторах допустимая влажность древесного угля может быть принята равной $15\text{—}20^{\circ}\text{C}$.

В древесном угле, как и во всяком другом газогенераторном топливе, размеры кусков играют большую роль. Однако в этом случае не требуется специального оборудования для разделки, поскольку размерность можно регулировать подбором исходного материала древесины. При использовании вершин, сучьев, отходов щепы и т. п. уголь получается мелким и может быть использован в газогенераторах соответствующей конструкции; кроме того, мелочь может с успехом брикетироваться в куски любого размера.

Пригодным для газогенераторов древесным углем мелким принято считать такой уголь, отдельные куски которого имеют размер от 6 до 15 мм, а крупным — где преобладающий размер кусков составляет 30—50 мм при небольшом содержании промежуточных кусков примерно от 15 до 30 мм.

Зольность древесного угля в процентах от влажного топлива колеблется от 1 до 3% в зависимости от породы дерева, из которого выжигался уголь.

Солома

Огромная распространенность соломы и ее большие количества, особенно на Украине, в Поволжье и т. п., привлекают внимание к этому виду сельскохозяйственного сырья, как к возможному газогенераторному топливу. Состав и теплотворная способность некоторых видов соломы представлены в табл. 7.

По сравнению с древесиной солома имеет несколько худший состав органической массы при значительно большей зольности, превосходящей зольность древесины в 1,5—3 раза.

Тонкотрубчатое строение соломы имеет следствием малый насыпной вес и не позволяет использовать ее без предварительной обработки в качестве газогенераторного топлива. Удельный вес соломенной массы заметно увеличивается брикетированием, кото-

Таблица 7

Состав и теплотворная способность соломы

№ по пор.	Происхождение соломы	Состав органической массы в %			Зольность сухого топлива в %	Теплотворная способность органической массы кал/кг
		Углерод С	Водород Н	Кислород и азот О + N		
1	Рожь	47,5	5,9	46,6	3,6	До 4500
2	Пшеница озимая	48,2	5,9	45,9	4,3	
3	Пшеница яровая	48,2	5,9	45,9	5,2	
4	Овес	47,9	5,6	46,5	7,8	
5	Ячмень	45,6	5,7	48,7	7,0	

рое выполняется непосредственным прессованием измельченной соломенной массы или же ее прессованием после предварительного подогрева.

Ряд проведенных испытаний показал возможность использования соломенных брикетов в качестве газогенераторного топлива, одновременно выявив возникающие при этом трудности. Основные трудности заключаются в высокой зольности и ее легкоплавкости, что влечет за собой обильное шлакообразование, нарушающее нормальный процесс. Кроме того, замечается разбухание брикетов в бункере, что главным образом относится к брикетам, изготовленным без предварительного подогрева. Все эти обстоятельства влекут за собою зависание топлива в бункере и перегрев его.

В настоящее время у нас ведутся работы, направленные как к улучшению качества брикетов и прессов для брикетирования, так и к созданию специальных газогенераторов.

2. ТОРФ, КАМЕННЫЙ УГОЛЬ, АНТРАЦИТ

Из всех видов ископаемых топлив торф, особенно молодой, приближается по своему составу и теплотворной способности к древесине, превосходя ее по содержанию зольности, доходящей до 10% и выше, и отличаясь, кроме того, меньшим удельным весом и меньшей механической прочностью. По мере увеличения возраста торфа возрастает содержание в нем углерода и соответственно падает содержание балласта в органической массе. Одновременно растут механическая прочность и теплотворная способность.

В зависимости от возраста торфа содержание углерода в нем (в органической массе) колеблется примерно от 52 до 62%, водорода от 4,5 до 6%, серы от 0,1 до 0,4%, и остальное, как разность, составляет сумму азота с кислородом. Теплотворная способность, отнесенная к органической массе, колеблется от 4800 до 5800 кал/кг. Влажность свежезаготовленного торфа очень высока и колеблется от 60 до 90% абс.

Сухой торф имеет влажность порядка 25—30%.

При газификации торфа в транспортных газогенераторах наибольшие трудности представляет борьба со шлакообразованием;

последнее имеет место особенно при использовании многозольного торфа, к которому в основном относится так называемый низинный торф.

Для газификации этого торфа требуется создание специальных газогенераторов с устройством для шуровки и удаления шлаков и золы. Подобный газогенератор создан Институтом торфа Белорусской академии наук, который, однако, при испытании показал, что он нуждается в конструктивных переделках и доводке.

Что касается использования малозольного торфа, характерного содержанием золы порядка 2—3%, то это не вызывает затруднений и, как показали опыты, возможно даже в газогенераторах, предназначенных для работы на дровяных чурках.

В результате сухой перегонки торфа может быть наряду с другими продуктами (смолы, газы) получен торфяной кокс, выход которого по отношению к исходному продукту составляет примерно 27%.

Торфяной кокс является прекрасным газогенераторным топливом, обладающим высокой теплотворной способностью, превышающей для некоторых сортов 7700 кал/кг по органической массе и доходящей до 7000 кал/кг в пересчете на рабочее топливо. Использование торфяного кокса вполне возможно в принятых уже для серийного производства автомобильных древесноугольных газогенераторных установках без всяких переделок в них.

Каменные угли

Промежуточной стадией между торфом и каменным углем является бурый уголь. Использование его в чистом виде в качестве газогенераторного топлива возможно, но связано с большими трудностями ввиду высокой зольности, большой влажности и недостаточной прочности.

Лучшие результаты можно ожидать от буроугольного полуккокса, который отличается высоким содержанием углерода и большой теплотворной способностью, превышающей 7000 кал/кг.

Каменные угли весьма разнообразны по своему составу и свойствам — влажности, зольности, выходу летучих, механической прочности, содержанию вредных примесей, например серы и т. п.

Поэтому вывод об использовании в газогенераторах того или иного сорта каменного угля может быть сделан в каждом отдельном случае в зависимости от особенностей этого угля.

Применительно к коксующимся углям можно сказать, что приготовленный из них кокс, как правило, отличается высоким содержанием углерода — до 98%, и калорийностью до 8000 кал/кг. Это топливо с успехом можно использовать в транспортных газогенераторах при наличии устройства для удаления золы и шлаков при присадке воды и пара в газогенератор и пр.

Наиболее старым по возрасту из всех видов ископаемых углей является антрацит. Этот вид топлива характеризуется большой твердостью, высокой температурой воспламенения и отсутствием спекания при горении, а также весьма малым выходом

летучих, что является следствием низкого содержания кислорода и водорода.

Антрацит отличается очень высоким содержанием углерода — от 94 до 97%. Вследствие большой твердости и малой гигроскопичности влажность антрацита невысока и не превышает 5%. Зольность в зависимости от месторождения колеблется в широких пределах, не превышая в лучших сортах 2% и достигая в худших, особенно в мелких сортах (семячко, зубок, штыб), до 20%. Содержание серы в антраците колеблется от 1 до 3%.

По причине низкой реактивной способности и трудности очистки от серы антрацит до последнего времени в транспортных газогенераторах почти не применялся.

Теперь найдены вполне удовлетворительные параметры газогенератора, обеспечивающие нормальную газификацию антрацита при хорошей экономичности. Построенные на базе лабораторных испытаний опытные образцы дали в пробегах хорошие результаты. Поэтому, проблему использования антрацита в легких газогенераторах автотракторного типа можно считать вполне разрешенной.

Совокупность всех перечисленных топлив: дров и древесного угля, соломенных брикетов, торфа и торфяного кокса, буроугольного полукокса, каменных углей и антрацита дает полную возможность повсеместно эксплуатировать газогенераторные тракторы и автомобили на местном твердом топливе. Для полноты картины о возможных ресурсах газогенераторного топлива следует назвать еще один источник использования низкосортных топлив, например угольной и торфяной пыли и мелочи и различных отходов — опилок, стружек, хлопковых коробочек, лузги и т. п. Как правило, большинство этих отходов для непосредственного использования не годится и нуждается в предварительной обработке, которой обычно является брикетирование.

3. ПРОЦЕСС ПРЕВРАЩЕНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В ГАЗООБРАЗНОЕ

Основной горючей частью твердого топлива, независимо от его происхождения, является углерод. Кроме того, в нем содержится большее или меньшее количество водорода; в некоторых породах, преимущественно ископаемых, имеет место также наличие серы. При сжигании топлива с целью получения наибольшего теплового эффекта процесс ведется таким образом, чтобы конечные продукты горения к дальнейшему соединению с кислородом были бы неспособны. Примером такого сжигания топлива может служить топка парового котла.

Газогенераторный процесс резко отличается от описанного. Сущность его заключается в том, что в результате соединения топлива с кислородом получают газообразные продукты, способные к дальнейшему окислению с выделением тепла, т. е. газ, который обладает определенной теплотворной способностью и может быть использован в цилиндрах двигателя в качестве рабочего топлива. Горючими составляющими генераторного газа являются:

окись углерода CO , водород H_2 и метан CH_4 . К негорючим составляющим (балластная часть генераторного газа) относятся: углекислый газ CO_2 , кислород O_2 и азот N_2 , а также водяные пары H_2O .

В настоящее время нет вполне установившегося взгляда на течение процессов и на пути образования генераторного газа в части окончательного выхода CO и CO_2 . Известно лишь, что в значительной мере эти пути зависят от скорости протекания газовых масс через слой топлива, а в меньшей степени также от скорости дутья первичного воздуха, поступающего в газогенератор.

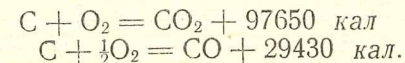
По так называемой редуccionной теории весь углерод топлива превращается в результате окисления в CO_2 , после чего, из-за контактирования с раскаленным углеродом, происходит восстановление CO_2 в CO . Применительно к этой теории в газогенераторе обязательно должны существовать зоны окисления и восстановления, расположенные одна после другой по направлению движения газа.

Теория скоростной газификации придерживается взгляда, что все количество CO и CO_2 , входящее в состав генераторного газа, является продуктом прямого окисления в зоне горения газогенератора. По этой теории наличие восстановительной зоны в газогенераторе не имеет места.

В транспортных газогенераторах ни одна из приведенных теорий не может быть приложена в чистом виде, несмотря на то, что во многих случаях существующие в этих газогенераторах скорости газа в слое топлива и скорости входа первичного воздуха приближают эти типы к газогенераторам скоростного процесса газификации. С другой стороны, неоднократные попытки ликвидации или значительного сокращения в транспортных газогенераторах той части газогенератора, которую принято называть восстановительной зоной, приводили к неудовлетворительным результатам, снижая содержание в газе CO и, главным образом, H_2 (по реакции $\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO} + \text{H}_2$).

Изложенные соображения позволяют сделать вывод, что в рассматриваемых автотракторных газогенераторах наиболее вероятным представляется параллельное течение процессов образования окиси углерода, как путем непосредственного окисления без последующих превращений, так и путем восстановления CO_2 , являющегося продуктом первоначального и полного окисления углерода топлива.

Реакции образования CO_2 и CO путем непосредственного окисления углерода являются экзотермическими, т. е. сопровождаются выделением тепла и протекают по следующим формулам:¹



¹ В трудах разных авторов количество выделяющегося при одной и той же реакции тепла указывается различным, в зависимости от принятого значения теплотворной способности углерода. В настоящей работе эта теплотворная способность в соответствии с опытами Бертелло, Менделеева и академика М. А. Павлова, принята равной 8137 кал/кг, чему соответствуют все приводимые ниже данные по тепловым эффектам при реакциях с участием углерода.

Реакция восстановления углекислого газа является эндотермической и протекает с поглощением тепла по формуле



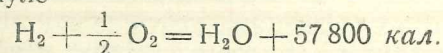
По закону Гесса тепловой эффект в результате каких-либо химических реакций не зависит от промежуточных реакций, а лишь от начального и конечного состояния системы.

На основании этого закона можно легко подсчитать количество тепла, которое выделяется в газогенераторе в результате газификации топлива, если только известен состав генераторного газа. Следует при этом иметь в виду, что в последних трех формулах количество газов указано в кг-молях.

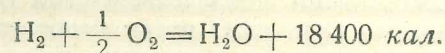
При изучении процессов, определяющих содержание водорода в генераторном газе, следует иметь в виду, что водород входит в состав топлива и может в каком-то количестве выделяться в виде свободного водорода. Явление это сложное и определяется на основании правила Дюлонга, по которому весь водород топлива можно разделить на 2 части, из которых первая, в количестве необходимом для того чтобы связать весь кислород топлива и образовать воду, называется связанным водородом, а вода, которая образуется из всего кислорода топлива и соответствующей части водорода топлива, называется «химической водой» или водой Дюлонга. Согласно этому же правилу при разложении топлива реакция соединения кислорода топлива с соответствующим ему количеством водорода не сопровождается выделением тепла.

Д. И. Менделеев опроверг гипотезу Дюлонга и своими исследованиями доказал, что рассматриваемая реакция также сопровождается выделением тепла хотя и в меньшей мере, чем в результате соединения свободного кислорода с водородом.

Смесь водорода с кислородом (гремучий газ), дающая в результате химического соединения этих элементов воду, подвергается реакции по формуле

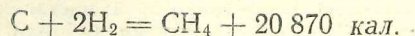


Менделеевым же установлено, что реакция соединения кислорода топлива с водородом топлива, т. е. образование химической воды, протекает следующим образом:



Часть воды, не подвергшейся в газогенераторе разложению по реакции $\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO} + \text{H}_2$, уносится с газом и входит в его состав в виде водяных паров.

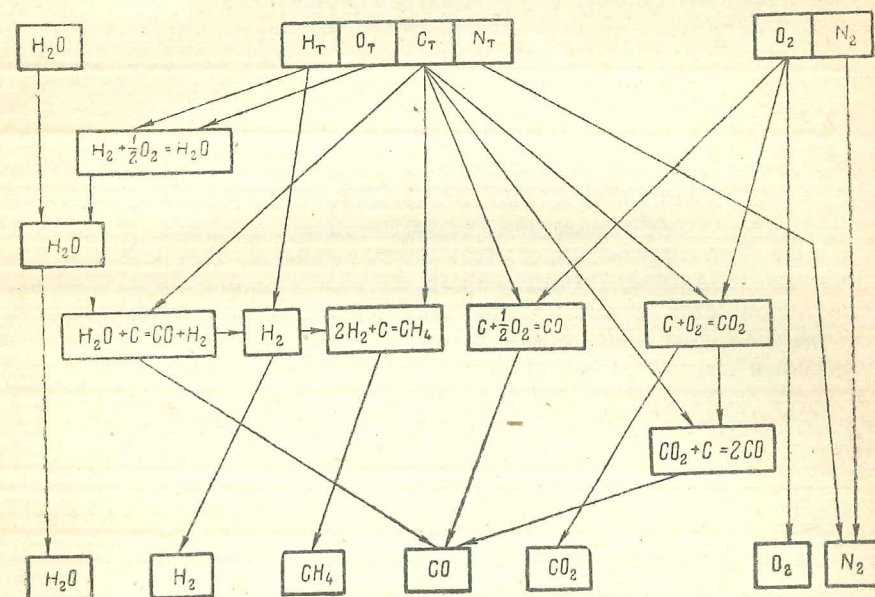
Из других реакций, имеющих место в газогенераторе, следует упомянуть еще о реакции образования метана в результате соединения углерода с водородом с выделением тепла.



Изложенными процессами ограничиваются основные реакции, происходящие в газогенераторе при газификации топлива. Наряду

с ними, в зависимости от температурного режима и других условий, могут иметь место и другие реакции, как, например, соединение воды с окисью углерода, с выходом углекислого газа и свободного водорода и с выделением тепла, и некоторые разновидности реакции образования метана. Однако эти реакции играют второстепенную роль. К тому же они, как промежуточные реакции, на основании закона Гесса, на суммарный тепловой эффект влияния не оказывают.

Вода, образующаяся в результате разложения топлива (химическая вода), смешивается с водой, выделяющейся из топлива при его абсолютной подсушке (гигроскопическая влага), и в сумме составляет всю воду, получающуюся при газификации топлива.



Фиг. 21. Схема процесса газификации твердого топлива.

Часть этой воды вступает в реакцию с углеродом топлива, образуя при этом окись углерода и водород, что сопровождается поглощением тепла:



Эта реакция известна под названием реакции водяного газа.

Весьма наглядное представление о схеме происходящих в газогенераторе процессах дает графическое изображение по методу, впервые предложенному инж. И. С. Мезиным. Такой график в несколько измененном виде представлен на фиг. 21. В верхнем ряду клеток обозначены первичные продукты, поступающие в газогенератор, — топливо, состоящее из углерода C_T водорода H_T , кислорода O_T и азота N_T , воздух, состоящий из кислорода O_2 и азота N_2 , и влага топлива H_2O .

В нижнем ряду клеток показаны составляющие генераторного газа, полученные в результате горения топлива и восстановительных процессов. Это влага газа H_2O , водород H_2 , метан CH_4 , окись углерода CO , углекислый газ CO_2 , кислород O_2 и азот N_2 .

В промежутке между верхним и нижним рядами размещены клетки, в которых записаны реакции горения и восстановления и связь между ними. Схема фиг. 21 составлена применительно к существующей теории газификации, согласно которой процессы протекают следующим образом.

Весь кислород топлива, соединившись при разложении топлива с соответствующим количеством водорода, образует химическую воду. Не участвующий в этой реакции водород выделяется в виде так называемого свободного водорода. Одна часть образовавшейся упомянутым выше образом влаги (гигроскопическая плюс химическая вода) переходит в виде паров в газ, а другая часть используется для реакции



Из продуктов, которые получаются в результате этой реакции, окись углерода целиком переходит в генераторный газ, а водород, суммируясь со свободным водородом топлива, частично тоже переходит в генераторный газ, а частично вступает во вторичную реакцию с углеродом для образования метана. Основная масса углерода соединяется с кислородом топлива, образуя углекислый газ ($C + O_2 = CO_2$) и окись углерода ($C + \frac{1}{2}O_2 = CO$); образовавшийся углекислый газ частично вновь вступает в соединение с углеродом, и в результате этой восстановительной реакции также образуется окись углерода, которая целиком переходит в генераторный газ вместе с тем остатком углекислого газа, который не подвергается восстановлению.

Суммируя все сказанное об углероде топлива, можно сказать, что этот элемент расходуется на образование окиси углерода и углекислого газа, на восстановление части углекислого газа в окись углерода, на участие в реакции



и на образование метана.

Весь азот воздуха и топлива, который, как инертный газ, не участвует ни в каких реакциях, переходит в генераторный газ, без всяких изменений.

Глава V

ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Назначением газогенераторной установки является переработка твердого топлива в газообразное, которое должно обладать определенной теплотворной способностью. С получением такого газа, образование которого происходит в главной части установки — газогенераторе, основная роль установки считается выполненной. Наличие в установке других элементов, их устройство и назначение зависят исключительно от требований, предъявляемых к газу. Эти требования особенно высоки, если газ предназначен для использования в двигателе внутреннего сгорания.

По выходе из газогенератора газ имеет высокую температуру и увлекает с собою довольно большое количество золы и угольной мелочи. Высокая температура газа неизбежно ведет к уменьшению наполнения двигателя и к снижению его мощности.

Присутствие в газе твердых примесей увеличивает износ трущихся поверхностей двигателя и в первую очередь цилиндров, поршней и поршневых колец. Кроме того, происходит загрязнение масла попадающими в него твердыми частицами, что имеет следствием износ шеек коленчатого вала, подшипников и т. п. Высокая температура газа, а также наличие в нем твердых частиц не могут быть допущены при нормальной эксплуатации двигателей внутреннего сгорания, откуда вытекает необходимость предварительного охлаждения и очистки газа до его поступления в цилиндры двигателя.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к современной газогенераторной установке автотракторного типа, является быстрый и безопасный розжиг топлива в газогенераторе и обеспечение надежного пуска двигателя, который может быть затруднен в связи с применением повышенной степени сжатия.

Не касаясь отдельных требований, предъявляемых к элементам газогенераторной установки, можно сказать, что каждая газогенераторная установка автотракторного типа должна включать следующие составные части:

1) газогенератор, 2) агрегаты очистки газа, 3) агрегаты охлаждения газа, 4) приспособления для розжига топлива в газогенераторе и 5) устройства для облегчения пуска газовых двигателей.

1. ГАЗОГЕНЕРАТОР

Основным показателем, характеризующим любой газогенератор, является его производительность, т. е. количество газа, вырабатываемого им в единицу времени¹.

Производительность газогенератора всегда находится в полном соответствии как с мощностью двигателя, так и с его основными параметрами: рабочим объемом, числом оборотов коленчатого вала в единицу времени и коэффициентом наполнения.

Пользуясь этими основными параметрами, можно определить объем рабочей газовой смеси, поступающей в цилиндры двигателя в час, на основании следующего соотношения:

$$Q_{\text{см}} = \frac{V_h \cdot n \cdot 60}{2 \cdot 1000} \eta_v \text{ м}^3/\text{час.}$$

где V_h — рабочий объем всех цилиндров в л;

n — число оборотов двигателя в мин;

η_v — коэффициент наполнения двигателя.

Рабочая смесь двигателя состоит из газа и действительного количества воздуха, поступающего в цилиндры

$$Q_{\text{см}} = Q_{\text{газ}} + Q_{\text{газ}} \cdot L_0 \cdot \alpha$$

или

$$Q_{\text{газ}} = \frac{Q_{\text{см}}}{1 + \alpha L_0},$$

где $Q_{\text{газ}}$ — часовой объем поступающего в двигатель генераторного газа в м³/час;

α — коэффициент избытка воздуха;

L_0 — теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 м³ газа;

L_0 определяется по формуле

$$L_0 = \frac{1}{0,21} [0,5 (\text{CO} + \text{H}_2) + 2 \text{CH}_4 - \text{O}_2] \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

В этой формуле CO, H₂, CH₄ и O₂ соответственно представляют собой содержание в газе окиси углерода, водорода, метана и кислорода в долях единицы.

Для приведения к нормальным условиям (0° С и 760 мм рт. ст. или $T = 273^\circ$ абс и $P = 760$ мм рт. ст.) можно пользоваться уравнением

$$Q'_{\text{газ}} = \frac{273}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P} Q_{\text{газ}},$$

где P_0 и T_0 — действительные давления и температура газа;

$Q'_{\text{газ}}$ — часовой объем поступающего в двигатель генераторного газа, приведенного к нормальным условиям в м³/час сухого нормального газа.

¹ Для удобства сравнения производительность газогенератора всегда дается в единицах (обычно м³) сухого нормального газа, т. е. газа без примеси водяных паров, приведенного к нормальным условиям (0° С и 760 мм рт. ст.)

Производительность газогенератора дает вполне достаточные основания для определения его основных размеров.

Действительно, выход газа из 1 кг топлива для каждого данного сорта колеблется в небольших пределах, например, для дров составляет около 2,5 м³/кг, для древесного угля ≈ 5 м³/кг, для антрацита $\approx 4,5$ м³/кг и т. д. Обозначив эту величину через a м³/кг, можно получить часовой расход топлива в газогенераторе

$$G_{\text{час}} = \frac{Q'_{\text{газ}}}{a} \text{ кг/час.}$$

Для того чтобы от этой величины перейти к определению размеров камеры горения, необходимо знать допускаемую напряженность горения. Под напряженностью горения следует понимать количество топлива, сжигаемого в час на 1 м² сечения камеры горения в средней плоскости поступления воздуха. Обозначив эту величину через b в кг/м²час, можно получить площадь рассматриваемого сечения

$$F = \frac{G}{b} \text{ м}^2.$$

В зависимости от конфигурации сечения можно далее определить линейные размеры; например, для круглого сечения диаметр

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \text{ м.}$$

Расход первичного воздуха на 1 кг топлива также колеблется в небольших пределах. Поэтому, зная часовой расход топлива, нетрудно определить и количество поступающего в газогенератор воздуха. Далее, по наивыгоднейшей скорости воздуха, зависящей от рода топлива и конструкции газогенератора (например, для дровяного газогенератора при фурменном дуте эта скорость составляет 20—25 м/сек), определяются необходимые проходные сечения для воздуха.

Пример. Определить производительность и размеры камеры горения древесноугольного газогенератора, предназначенного для двигателя мощностью 100 л. с. со следующими основными показателями:

число цилиндров	$i = 6$,
диаметр цилиндра	$D = 120$ мм,
ход поршня	$S = 160$ мм,
число оборотов	$n = 1800$ об/мин,
коэффициент наполнения	$\eta_v = 0,78$
рабочий объем цилиндров	

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} S \cdot i = \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4} 1,6 \cdot 6 = 10,8 \text{ л.}$$

Для расчета принимаем следующий состав древесноугольного газа в процентах по объему:

окись углерода	CO—29,0,
водород	H ₂ — 8,0,
метан	CH ₄ — 2,5
кислород	O ₂ — 0
углекислый газ	CO ₂ — 2,5,
азот	N ₂ —58,0

$$L_0 = \frac{1}{0,21} [0,5 (\text{CO} + \text{H}_2) + 2 \text{CH}_4 - \text{O}_2] = \frac{1}{0,21} [0,5 (0,29 + 0,08) + 2 \cdot 0,025] = 1,12 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

α — коэффициент избытка воздуха может быть принят равным 1,1.
Подставляя эти значения в приведенные выше формулы, получаем

$$Q_{\text{см}} = \frac{V_h \cdot n \cdot 60}{2 \cdot 1000} \eta_v = \frac{10,8 \cdot 1800 \cdot 60}{2000} 0,78 = 455 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$Q_{\text{газ}} = \frac{Q_{\text{см}}}{1 + \alpha L_0} + \frac{455}{1 + 1,1 \cdot 1,12} = 204 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Для приведения к нормальным условиям допускается, что $P_0 = 730 \text{ мм рт. ст.}$ и $T_0 = 273 + 40 = 313^\circ \text{ абс.}$, тогда *

$$Q'_{\text{газ}} = \frac{273}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P} Q_{\text{газ}} = \frac{273}{313} + \frac{730}{760} 204 = 171 \text{ м}^3/\text{час}.$$

При указанном выше выходе генераторного газа из 1 кг древесного угля == 5 м³/кг, часовой расход топлива в газогенераторе

$$G_{\text{час}} = \frac{Q'_{\text{газ}}}{a} = \frac{171}{5} \approx 34 \text{ кг/час}.$$

Древесноугольные газогенераторы относятся к типу газогенераторов низкой напряженности горения, для которых $b \leq 250 \text{ кг/м}^2 \text{ час}$. Для этого предельного значения

$$F = \frac{G_{\text{час}}}{b} = \frac{34}{250} = 0,136 \text{ м}^2,$$

$$\text{откуда } D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,136}{\pi}} = 0,415 \text{ м}.$$

В древесноугольных газогенераторах расход первичного воздуха составляет около 3,4 м³/кг, откуда часовой расход воздуха составляет $3,4 \times 34 = 115 \text{ м}^3/\text{час}$.

Скорость воздуха в древесноугольных газогенераторах может в зависимости от принятого типа колебаться в очень широких пределах приблизительно от 1 м/сек, например, при поступлении воздуха через колосниковую решетку или щель до величин, превышающих 40 м/сек для конструкций, приближающихся по своему процессу к скоростной газификации.

ТИПЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

По принципиальным схемам рабочего процесса современные автомобильные и тракторные газогенераторы разделяются на газо-

* Эта поправка учитывает разницу между состоянием рабочей смеси, которая по обычно принятому значению коэффициента наполнения считается отнесенной к 0° С и 760 мм рт. ст., и действительным состоянием газа перед смесителем, т. е. до вступления в соприкосновение с воздухом.

генераторы: а) с прямым процессом газификации, б) с опрокинутым процессом и в) с горизонтальным процессом газификации.

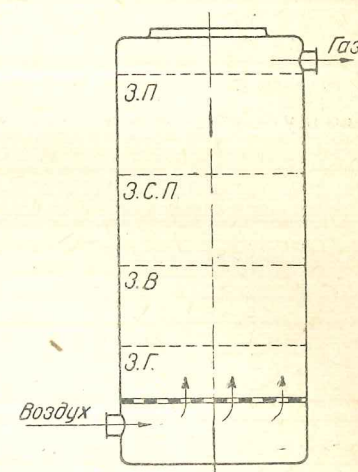
Газогенераторы с прямым процессом газификации

Сущность такого процесса газификации (фиг. 22) заключается в том, что воздух подается снизу под колосниковую решетку, а непосредственно над ней находится область, где происходит горение топлива. Эта область газогенератора называется зоной горения или окисления. Здесь происходит соединение основной массы углерода с кислородом и образование окиси углерода и углекислого газа с выделением большого количества тепла.

Над окислительной зоной находится слой топлива, раскаленный за счет тепла, выделяющегося при горении и служащий для восстановления процесса, т. е. для обогащения газа углеродом. Здесь углекислый газ превращается в окись углерода, а если имеются пары воды, то последние, в результате химического взаимодействия с углеродом, образуют водород и окись углерода. Это так называемая зона восстановления.

Еще выше лежит слой топлива, где происходят основные процессы сухой перегонки с выходом летучих, если таковые имеются в топливе. Эти последние, поднимаясь в верхние слои газогенератора, не в состоянии уже разложиться и оставляют газогенератор в парообразном состоянии в смеси с газами.

При дальнейшем следовании через газогенераторную установку летучие конденсируются и осаждаются на более холодных поверхностях. Если газ предназначен для использования в двигателе, то различные смолы попадают в цилиндры, что совершенно недопустимо. Нетрудно видеть, что топлива с богатым содержанием летучих, как дрова, торф и другие, не могут быть использованы в газогенераторах с прямым процессом, если они предназначены для обслуживания двигателей внутреннего сгорания.



Фиг. 22. Схема газогенератора с прямым процессом газификации.

З. Г. — зона горения, З. В. — зона восстановления, З. С. П. — зона сухой перегонки, З. П. — зона подсушки.

Газогенераторы с опрокинутым процессом газификации

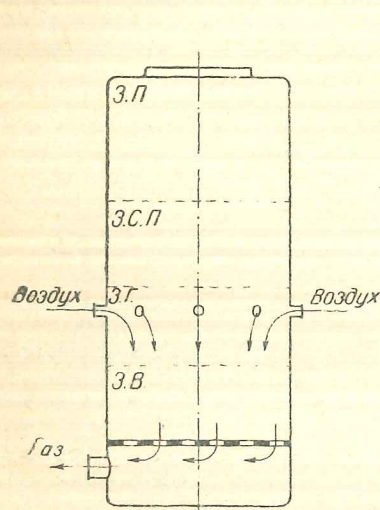
На фиг. 23 дана схема газогенератора с опрокинутым процессом газификации. Нетрудно видеть, что основным отличием этого процесса от описанного выше прямого процесса является то, что воздух поступает в среднюю часть газогенератора, зона вос-

становления находится под зоной окисления, а зона сухой перегонки над ней, и газ отсасывается снизу. При таком расположении зон все продукты сухой перегонки, в том числе и смолы, проходят через окислительную зону, соединяясь с кислородом, а затем попадают в восстановительную зону наравне с основными продуктами горения, образуя горючий газ требуемого состава.

При правильном выборе размеров газогенератора, определяющих собою напряженность горения, высоту восстановительного слоя, скорость воздуха и т. п., газогенераторы с опрокинутым процессом позволяют газифицировать топлива с большим содержанием смол, обеспечивая выход бессмольного газа. Этим объясняется, что газогенераторы с опрокинутым процессом газификации получили большое распространение во всех случаях, когда газификации подлежали смолистые топлива и в первую очередь дрова.

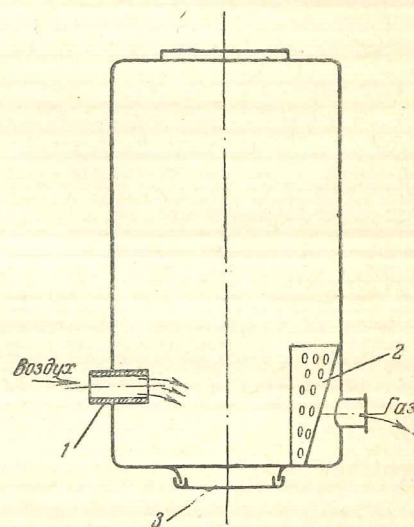
Газогенераторы с горизонтальным процессом газификации

Сущность этого процесса (фиг. 24) заключается в том, что воздух обычно подается в газогенератор через горизонтальное



Фиг. 23. Схема газогенератора с опрокинутым процессом газификации.

З. Г. — зона горения, З. В. — зона восстановления, З. С. П. — зона сухой перегонки, З. П. — зона подсушки.



Фиг. 24. Схема газогенератора с горизонтальным процессом газификации.

1 — фурма, 2 — решетка, 3 — крышка зольника.

сопло сбоку со скоростью, значительно превышающей скорость подачи воздуха в обычных газогенераторах прямого и опрокинутого процессов. Отбор газа производится через патрубок, расположенный на стороне, противоположной входу воздуха, примерно на такой же высоте. Все процессы газификации осуществляются на

сравнительно небольшом участке между концом сопла и патрубком отбора газа, что оказывается возможным при больших скоростях воздуха и высокой напряженности горения. Для газификации топлив, содержащих смолы, рассматриваемый процесс непригоден, так как не может обеспечить выход бессмольного газа; он с успехом применяется для бессмольных топлив, как, например, для древесного угля, показывая при этом высокую эффективность.

Перечисленные основные типы процессов газификации современных автотракторных газогенераторов и принятая выше классификация топлив (в зависимости от содержания в них летучих) дают основание для классификации всех существующих типов и конструкций газогенераторов по роду газифицируемого топлива.

Топлива с высоким содержанием летучих составляющих (дрова, торф, брикеты из растительных отходов и мелочи и т. п.), применяемые в легких газогенераторах, могут быть использованы для двигателей внутреннего сгорания только в случае их газификации в газогенераторах с опрокинутым процессом газификации. Бессмольное топливо может с успехом газифицироваться в газогенераторе любого типа с прямым, горизонтальным и опрокинутым процессом газификации.

По способу подвода воздуха газогенераторы опрокинутого процесса делятся на газогенераторы с центральным, периферийным и комбинированным подводом воздуха.

Кроме того, существуют еще некоторые модификации, а именно: во всех случаях воздух может поступать с подогревом и без подогрева и каждый из типов может иметь по два характерных варианта. Для центрального подвода воздуха этими вариантами являются верхнее сопло (воздух идет по соплу сверху вниз) и нижнее сопло, проходящее через днище и дающее направление воздуху снизу вверх.

При периферийном подводе воздуха характерными разновидностями являются: 1) наиболее часто встречающийся подвод воздуха через фурмы и 2) конструктивно возможный, но устарелый и редко применяющийся подвод воздуха через щель по всей окружности камеры горения. Независимо от подвода воздуха могут применяться камеры горения цельнометаллические и футерованные огнеупорными материалами в виде кладки из кирпичей или обмазки сплошным слоем. Встречаются также и комбинированные конструкции с частичной футеровкой.

Особое значение для газогенераторов имеет вопрос о предварительном подогреве топлива в бункере, до его поступления в зону горения. Многочисленные лабораторные исследования и опыт эксплуатации газогенераторных установок на автомобилях и тракторах показали, что в случае применения смолосодержащих топлив процесс их газификации значительно улучшается при наличии подогрева бункера. В этом случае не только улучшается осадка топлива в бункере и ликвидируется накопление на его стенках смолистых отложений, но и заметно повышается мощность двигателя за счет улучшения качества газа. Это последнее чрезвычайно важное обстоятельство привело к тому, что современные

газогенераторы рассматриваемого типа без подогрева бункера почти уже не встречаются.

Применительно к прямому и горизонтальному процессам газификации подогрев бункера может применяться, но, как показали опыты, никаких преимуществ не имеет, а в некоторых случаях оказывается даже вредным. Так, например, замечено, что при газификации антрацита его предварительный подогрев до поступления в зону горения снижает его реактивную способность, что ведет к ухудшению эксплуатационных качеств. Как правило, подогрев бункера является благоприятным лишь для топлив с высоким содержанием смол и летучих.

Вопрос о колосниковой решетке является бесспорным в отношении газогенераторов прямого процесса, для которых наличие колосниковой решетки весьма характерно и является их особенностью.

В газогенераторах опрокинутого процесса в случае применения высокосортного топлива, например дров твердых пород, образующих прочный древесный уголь, преимущества колосниковой решетки не доказаны. В других случаях, при газификации топлив высокой зольности и при наличии в восстановительной зоне угля малой механической прочности с высоким процентом отходов угольной мелочи, наличие колосниковой решетки весьма полезно, а иногда и неизбежно. К типам колосниковых решеток можно отнести неподвижные и вращающиеся или качающиеся конструкции решеток. Последние предназначаются для облегчения удаления золы, шлака и угольной мелочи, накапливающихся в восстановительной зоне.

Газогенераторы прямого процесса в большинстве случаев применяются для таких топлив, как антрацит, каменноугольный и торфяной коксы и т. п., при горении которых развивается высокая температура даже в случае присадки воды. Наиболее характерным для газогенераторов этого типа является камера горения из огнеупорного материала или, вернее, с огнеупорной футеровкой. Тем не менее встречаются также конструкции с цельнометаллическими камерами горения.

Газогенераторы с горизонтальным процессом газификации могут осуществляться в двух модификациях, когда патрубок отбора газа лежит не в одной плоскости с патрубком подвода воздуха, а выше или ниже его. Первую из этих модификаций можно назвать газогенератором горизонтального процесса с восходящим потоком (напоминает прямой процесс), а вторую — с нисходящим (опрокинутым).

Газогенераторы с опрокинутым процессом газификации для топлив с высоким содержанием смол и летучих

Газогенераторы этого типа могут быть разделены на две группы с периферийным и центральным подводом воздуха. Все прочие особенности отдельных конструкций будут рассмотрены внутри этих групп.

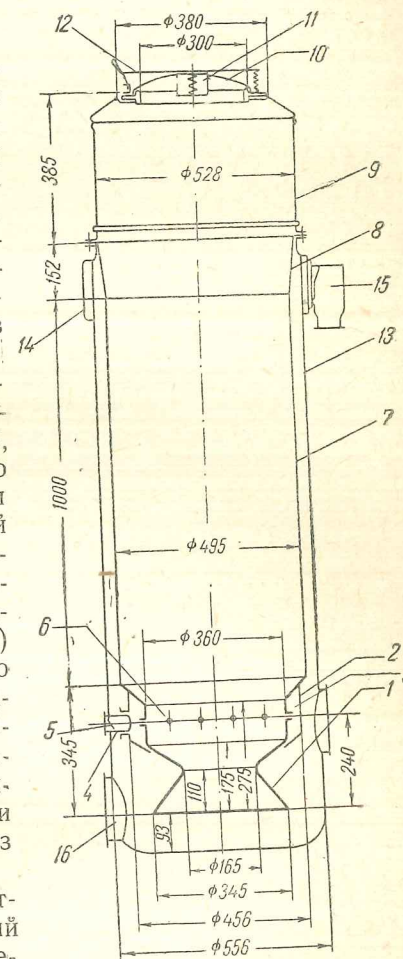
а. Газогенераторы с периферийным подводом воздуха

Наиболее характерным типом газогенераторов с периферийным подводом воздуха являются конструкции Берлие (Франция) и Имберт (Германия), которые в разных модификациях применяются также в ряде других стран.

Дровяные газогенераторы Берлие. Схема газогенератора Берлие представлена на фиг. 25. Основной его частью является камера горения 1, которая состоит из хромоникелевой отливки с привариваемой к ней обечайкой 2. Между этими частями камеры горения образуется кольцевой канал 3, в который воздух поступает через футорку 4. У входного конца имеется автоматический клапан 5, который во время работы газогенератора открывается под действием разрежения в нем.

Из кольцевого воздушного канала воздух поступает в зону горения газогенератора через фурмы 6, равномерно расположенные по окружности. Особенностью камеры является наличие в ней суженной горловины в верхней части восстановительной зоны. Ввиду значительного уменьшения проходного сечения (по сравнению с зоной горения) в области горловины имеет место повышение скорости газов и сохранение их температуры. Это способствует хорошему протеканию восстановительного процесса и окончательному разложению той части смол, которая могла пройти через зону горения.

К камере горения 1 приваривается бункер для топлива, состоящий из трех частей: цилиндра 7, переходного конуса 8 и верхнего цилиндра 9. Последний имеет сверху загрузочный люк, герметически закрываемый крышкой 10, которая прижимается посредством пружины 11 и планки 12. Запорное устройство в целом играет роль предохранительного клапана на случай возможных вспышек в самом газогенераторе. Цилиндр 9 заканчивается внизу фланцем, к которому присоединяется корпус газогенератора 13 цилиндрической формы, также снабженный фланцем.



Фиг. 25. Схема газогенератора Берлие.

К верхней части корпуса газогенератора приваривается газовый коллектор 14, сообщающийся с кольцевым пространством между корпусом газогенератора и бункером через два окна, вырезанные в корпусе газогенератора. К газовому коллектору 14 приваривается патрубок 15, через который газ отводится из газогенератора.

В нижней части корпуса газогенератора имеются три люка 16, герметически закрываемые крышками. Один из этих люков (нижний) служит для чистки зольников, а два других для загрузки древесного угля с наружной стороны камеры горения.

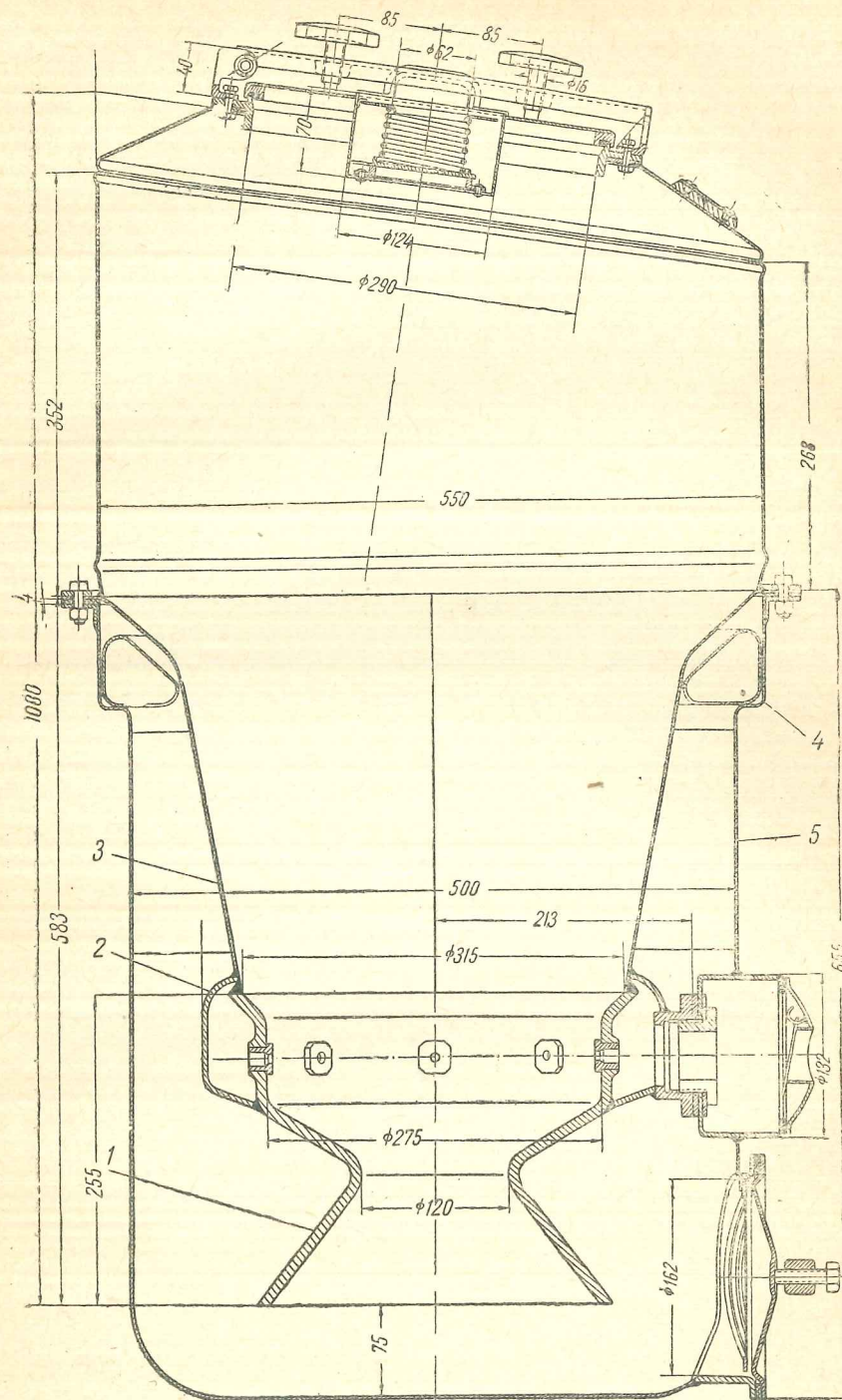
При каждой новой перезарядке газогенератора свежим топливом (чурками), нижнюю часть газогенератора следует заполнить древесным углем до уровня примерно на 100 мм выше плоскости фурм и с наружной стороны до горизонтальной плоскости, проходящей через горловину или несколько выше.

Описанный газогенератор, предназначенный для автомобиля грузоподъемностью 3—3,5 т, отличается устойчивостью процесса газификации, а также хорошей приспособляемостью к переменным режимам, например в условиях городского движения автомобиля. Обслуживание газогенератора несложно и производство его сравнительно просто. При изготовлении газогенератора особое внимание следует обращать на производство камеры горения, работающей в тяжелых условиях. Лабораторные замеры температур стенок камеры горения показали, что перепад температур между отдельными точками очень велик, и это является причиной высоких термических напряжений. Например, разность температур стенок между точками, лежащими у патрубка входа воздуха и в области горловины, достигает во время работы под нагрузкой 500° и выше. При режимах работы, вызывающей попеременно нагрев и охлаждение камеры, такой перепад температур вызывает неизбежно высокие напряжения, угрожающие прочности камеры. Насколько серьезно обстоит вопрос о создании надежной конструкции у фирмы Берлие, свидетельствует то обстоятельство, что эта фирма в течение многих лет не смогла правильно разрешить вопрос и создать конструкцию простую в производстве и надежную в эксплуатации. До 1935 г. выпускались цельнолитые камеры горения, т. е. с воздушным каналом заодно со всей камерой, которая отливалась из хромоникелевой стали с высоким содержанием хрома (20—25%) и никеля (6—8%). Для облегчения литья допускался высокий процент углерода (0,5—0,6%), что, однако, ухудшало качество отливки. В целях упрощения производства была принята комбинированная конструкция (фиг. 25).

Новая конструкция камеры оказалась недостаточно долговечной. Нижний сварной шов не выдерживал высоких напряжений и давал трещины. Это усугублялось еще применением различных материалов для камеры и обечайки (камера из хромоникелевой стали, обечайка — из углеродистой), что не обеспечивало однородности и прочности сварного соединения.

В дальнейшем фирма вновь перешла к выпуску цельнолитых камер горения из жароупорной хромоникелевой стали.

Газогенератор для легковой машины (фиг. 26) по своему устрой-



Фиг. 26. Газогенератор для легковой машины Берлие.

ству не отличается от описанного газогенератора для грузового автомобиля. Внешние признаки газогенератора — прямоугольный бункер и наличие двух загрузочных люков объясняются специфичностью монтажа установки на автомобиле, где газогенератор расположен сзади и облицован кожухом в виде чемодана. Газовый коллектор 4 расположен внутри, в кольцевом пространстве между корпусом газогенератора 5 и бункером 3.

Испытания легкового газогенераторного автомобиля Берлие показали, что машина обладает хорошей динамикой и надежно работает в условиях движения по городу, т. е. при резкопеременных режимах; это подтверждает правильность выбора схемы камеры горения и ее основных размеров.

Дровяной газогенератор Имберт. Фирма Имберт строит только древесные газогенераторы, которые по основной идее, т. е. по типу камеры горения и, следовательно, по процессу газификации аналогичны описанным газогенераторам Берлие.

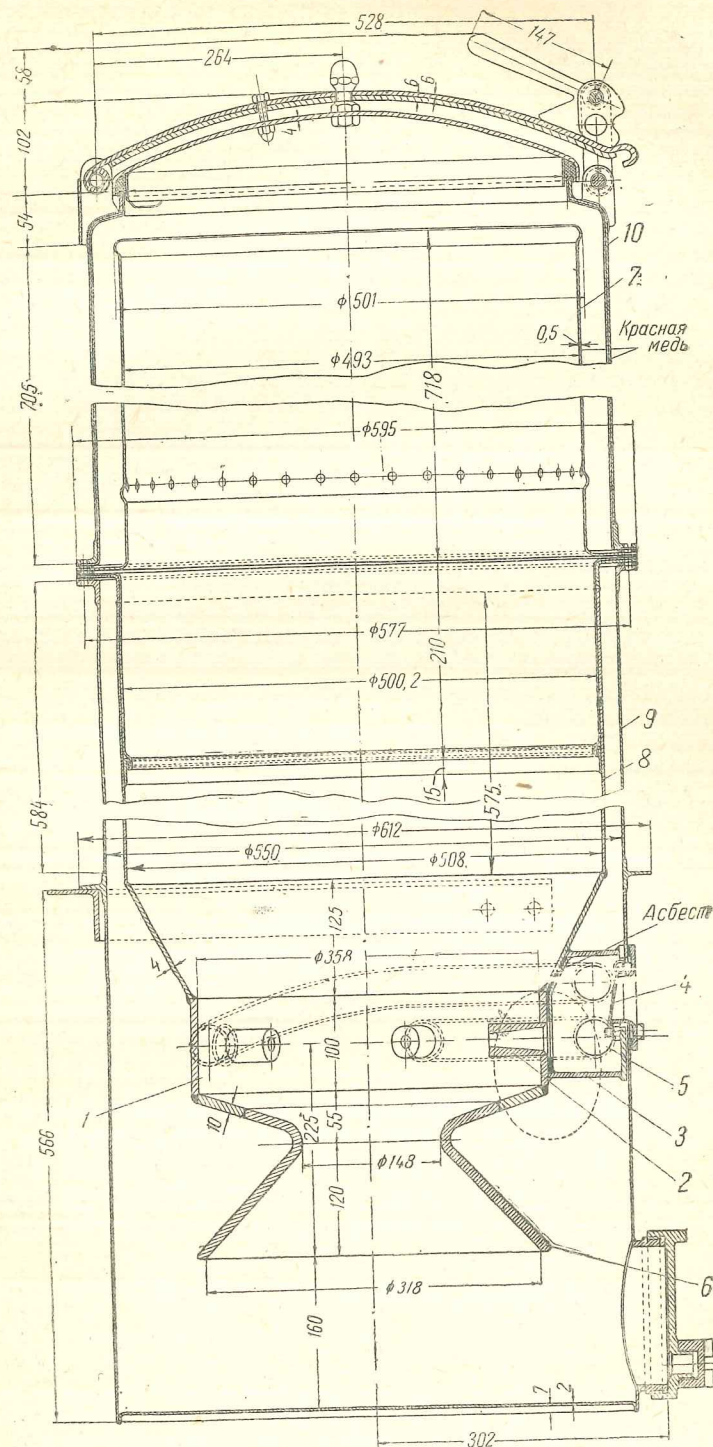
Основные изменения коснулись двух пунктов — конструкции камеры горения и отбора конденсата из верхней части бункера.

Один из газогенераторов Имберт постройки завода Вествагон¹ показан на фиг. 27. Камера горения 1 отличается тем, что она не имеет воздушного канала, который служил бы распределителем воздуха по фурмам 2. Число фурм уменьшено до пяти, причем каждая фурма имеет индивидуальный подвод воздуха, который первоначально поступает в коробку 3, снабженную у входа автоматическим обратным клапаном 4 и с другой стороны плотно присоединяемую к камере горения. К боковым стенкам коробки 3 приварены по две трубы 5, которые другими концами привариваются к стенке камеры горения в том месте, где к ней присоединены фурмы. Этими четырьмя трубами обеспечивается подвод воздуха к четырем фурмам, пятая фурма присоединяется непосредственно к воздушной коробке 3, проходя через стенку, лежащую против воздушного клапана.

Другой особенностью камеры горения являются удлиненные фурмы, выступающие внутрь на 50 мм от стенок. Этим достигается удаление фронта пламени от стенок камеры, чем они предохраняются от перегрева.

Наконец, третьей особенностью камеры горения составляет метод ее изготовления. Являясь сварной конструкцией, она в местах невысоких температурных напряжений изготовлена из простой углеродистой стали, а в частях, подверженных высокому нагреву, из легированной жароупорной стали. Как уже упоминалось, наибольшие температуры в камере горения имеют место в области горловины. Поэтому нижняя часть камеры 6, примыкающая к этой области и состоящая из двух усеченных конусов, обращенных друг к другу меньшими основаниями, изготавливается из хромоникелевой стали.

Испытание нескольких камер подобного типа в смысле их надежности дало удовлетворительные результаты. Крупнейшим недо-



Фиг. 27. Газогенератор Имберт-Вествагон с отбором конденсата

¹ Vereinigte Westdeutsche Waggonfabriken Aktiengesellschaft Köln-Deutz.

статком камеры является трудоемкость изготовления и непригодность к массовому производству. Действительно, вместо одной отливки, хотя и более трудной, при цельнолитой конструкции, мы получаем здесь камеру, состоящую из множества отдельных свариваемых между собою частей. К недостаткам же следует отнести необходимость сварки разнородных металлов в месте присоединения нижней части камеры, так как такой шов не может отличаться высокой прочностью.

До сих пор в практике легкого газогенераторостроения, особенно за границей, замечается тенденция к устройству в газогенераторах приспособлений для отбора конденсата, что достигается за счет сокращения обогреваемой части бункера. В газогенераторе Имберт-Вествагон (фиг. 27) конденсационное устройство занимает более половины бункера по высоте. Оно состоит из цилиндра 7, изготовленного из красной меди и имеющего внизу отбортовку, которая вместе с отбортовкой бункера 8 зажимается фланцами, приваренными к корпусу газогенератора, имеющему в этом месте разъем. Таким образом образуются два кольцевых пространства, — одно между бункером 8 и нижней частью корпуса газогенератора 9 и другое — между цилиндром 7 и верхней частью корпуса 10. Первое из этих пространств служит для подогрева топлива в бункере, а второе для отвода конденсата.

Пары воды и легкие погоны смол, накапливающиеся в верхней части газогенератора, конденсируются от соприкосновения с более холодными стенками корпуса, к которым они попадают через верхний открытый конец цилиндра 7.

Часть паров конденсируется от соприкосновения с внутренней поверхностью цилиндра 7, конденсат стекает вниз по этой внутренней поверхности и попадает в сборник через ряд отверстий, имеющих в нижней части цилиндра. Из сборника конденсат через присоединенную к нему трубу (на чертеже не показана) стекает в конденсационный бак, откуда удаляется наружу.

Для предохранения от разъедания кислотами вся внутренняя поверхность верхней части корпуса 10 и часть поверхности бункера 8 облицованы красной медью.

Устройства для отвода конденсата преследуют цель путем удаления испаряющихся погонных сделать возможным газификацию топлива более высокой влажностью.

Достигается это за счет заметного снижения возможного подогрева топлива в бункере и нуждается в ряде дополнительных устройств, в то же время несколько усложняя уход за установкой в целом. Конечный эффект в смысле действительного использования топлива повышенной влажности не получается большим. Поэтому не следует увлекаться этими мало эффективными устройствами, а стремиться к возможно большему подогреву топлива в бункере. В этом случае парообразные погоны отсасываются вниз и проходят через зону горения и восстановления, частично образуя полезные горючие газы и увеличивая этим калорийность генераторного газа. Неразложившаяся часть водяных паров отводится из

газогенератора и конденсируется в других частях газогенераторной установки.

Фирма Имберт выпускает и другой тип газогенератора марки GM, где при такой же камере горения осуществлен принцип полного подогрева бункера.

Этот газогенератор установлен на шасси Бюссинг и при испытании дал хорошие результаты.

Газогенератор Хэрдрих. Газогенератор Хэрдрих (фиг. 28) может быть отнесен к дровяным газогенераторам типа Имберт. От этих газогенераторов он отличается своеобразным конструктивным оформлением камеры горения 1. Последняя изготавливается из трех самостоятельных частей: нижней 2, состоящей из двух усеченных конусов, соединенных меньшими основаниями, футеровки 3 и верхней части 4, образующей фурменный пояс.

Нижняя часть 2 камеры горения составляет одно целое с бункером 5, к которому она приварена, а верхняя часть, несущая в себе воздушную коробку 6 и воздухоподводящие к фурмам трубки 7, опускается сверху через бункер. Воздушная коробка 6 соединяется с корпусом газогенератора 8 помощью футеровки 9, которая также служит для подвода воздуха в генератор. Как обычно, в генераторах этого типа газ идет после камеры горения вверх через кольцевое пространство между бункером и корпусом газогенератора. Для равномерного отбора газа в верхней части кольцевого пространства имеется экран 10

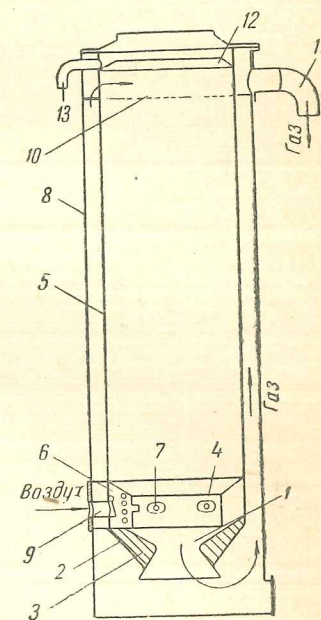
с соответствующими вырезами для прохода газа. Пройдя этот экран, газ поступает в верхнюю полость кольцевого пространства, откуда собирается через патрубок 11.

Другой особенностью этого газогенератора является устройство для отвода конденсата, которое состоит из лотка 12 и трубки для отвода конденсата 13.

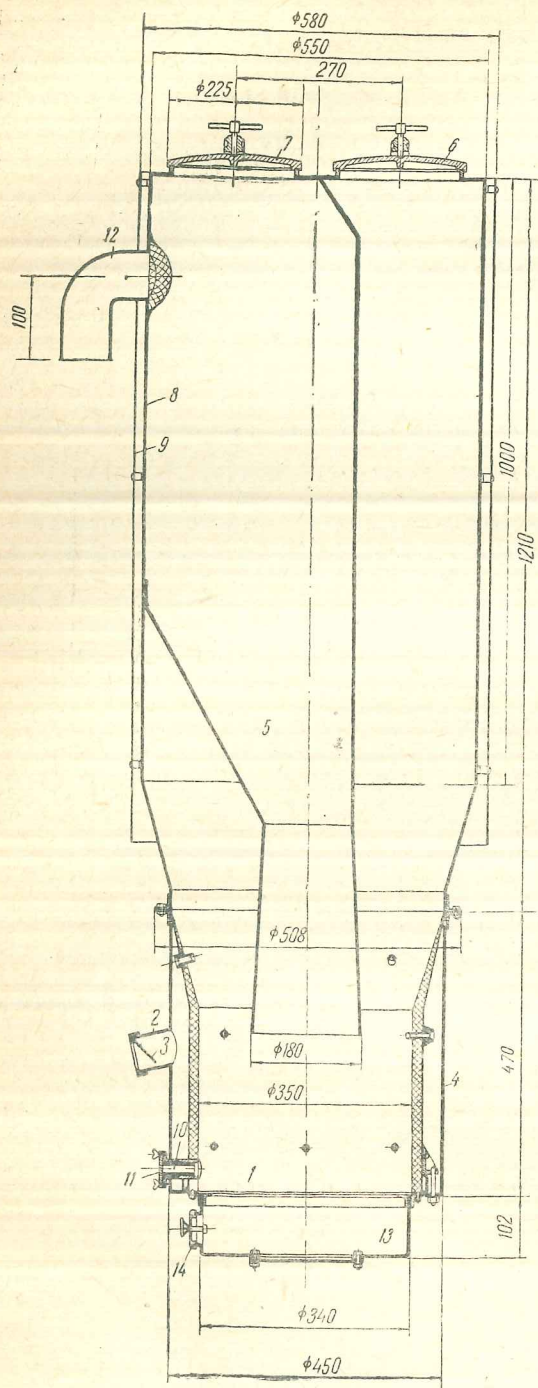
К преимуществам этого газогенератора можно отнести простоту изготовления, удобство сборки фурменного пояса с трубками, независимо от газогенератора, и наличие полного почти подогрева бункера благодаря высокому расположению газоотборного патрубка.

Недостатками являются:

1) отсутствие прочного соединения между верхним корпусом камеры горения и бункером, а следовательно, и отсутствие необходимой герметичности;



Фиг. 28. Схема дровяного газогенератора Хэрдрих.



Фиг. 29. Газогенератор Брандт.

2) отсутствие связи между фурменным поясом и нижней частью камеры горения.

Эти два обстоятельства, сводящие на- нет преимущества составной конструкции, могут быть причиной проникновения смол непосредственно в зону восстановления, минуя зону горения, и повлечь за собой выход засмоленного газа. Частично это явление может быть ослаблено футеровкой нижней части, поддерживающей в восстановительной зоне более высокую температуру, чем при цельнометаллической конструкции.

Устройство для отбора конденсата, сделанное в верхней части бункера при почти полном подогреве его, должно отличаться весьма низкой эффективностью и может рассматриваться лишь как мало целесообразное усложнение конструкции.

Газогенератор Брандт. Газогенератор Брандт (фиг. 29) относится к типу газогенераторов с так называемой многозонной газификацией. Сущность этой газификации заключается в том, что воздух подводится в нескольких плоскостях, расположенных одна над другой, через соответствующие фурмы. Опу-

скается вниз, топливо постепенно обугливается, освобождается от смол и летучих и к последней зоне газификации подходит совершенно бессмольным и обугленным. В данной конструкции третья зона (в плоскости нижнего ряда фурм), рассмотренная отдельно от двух других, может быть отнесена к прямому процессу, газификации. Такие дополняющие один другой различные процессы характерны для многозонной газификации.

Фирма Брандт рекомендует свои газогенераторы как универсальные, пригодные для любого топлива.

Газогенератор имеет футерованную камеру горения цилиндрической формы; верхняя часть камеры на $\frac{1}{3}$ общей высоты заканчивается конусом. Воздух поступает через патрубок 2, снабженный автоматическим обратным клапаном 3, в кольцевое пространство между камерой и ее наружным кожухом 4. Отсюда воздух следует в камеру горения через три верхние фурмы $\varnothing 10$ мм, три средние $\varnothing 8$ мм и шесть нижних $\varnothing 6$ мм.

Второй отличительной особенностью газогенератора Брандт является наличие в нем очень высокой восстановительной зоны, которая осуществляется путем выделения из общего объема газогенератора сектора 5, заполняемого древесным углем. Для удобства обслуживания газогенератора в верхней части его находятся две крышки: 6 — для загрузки основного топлива и 7 — для загрузки угля восстановительной зоны.

Вокруг корпуса газогенератора 8 имеется предохранительный щит 9.

Розжиг газогенератора осуществляется через специальный патрубок 10, закрываемый во время работы крышкой 11, а отбор газа происходит через патрубок 12, присоединяемый к сектору восстановительной зоны через отверстие, защищенное предохранительной сеткой.

Зола, угольная мелочь и прочие отходы собираются в зольнике 13, откуда периодически удаляются через люк, закрываемый крышкой 14.

Исследования показали, что ни один вид топлива не нуждается в восстановительной зоне столь большой высоты, как в газогенераторе Брандт. Поэтому, если даже рассматривать этот газогенератор как универсальный, то наличие большой восстановительной зоны, отнимающей значительную часть полезного объема бункера, не может быть оправдано.

Неизбежным следствием допущения большой восстановительной зоны является громоздкость газогенератора. Действительно, рассматриваемый тип, предназначенный для полуторатонного автомобиля, имеет наибольший диаметр 580 мм, в то время как советский газогенератор Г-14 (ГАЗ-42), работающий на древесных чурках и предназначенный для такого же автомобиля, имеет диаметр лишь 450 мм и обеспечивает на одной загрузке газогенератора топливом не меньший пробег, чем Брандт.

Многозонная газификация, использованная в газогенераторе Брандт, обеспечивает получение бессмольного газа при топливе с высоким содержанием смол, но такой же эффект достигается и в

рассмотренных газогенераторах типов Берлие — Имберт при значительно меньшей восстановительной зоне и лучшем использовании общего объема бункера и газогенератора в целом.

Слой топлива, прилегающие к стенкам части газогенератора, занимаемого восстановительной зоной, подогреваются, что, как уже было указано, является полезным отнюдь не для всех видов топлива, а в некоторых случаях даже вредно.

Наконец отсутствие колосниковой решетки позволяет газифицировать лишь малозольные сорта топлив.

Для проверки возможности использования разных видов топлива в газогенераторе Брандт, последний был испытан в НАТИ на шести видах топлива: березовых чурках, прессованных чурках твердых пород, сосновых чурках, щепе разной, древесном угле и смеси из 75% древесного угля и 25% каменного угля по весу.

Наилучшей оказалась работа на прессованных и березовых чурках, а также на указанной смеси древесного угля с каменным. Для этих топлив устойчивость работы была, примерно, одинаковой. Колебания мощности и других величин составляли не более 3% от средних значений.

При работе на щепе часто забивалась восстановительная зона, что сильно повышало сопротивление за генератором и вызывало понижение мощности.

На древесном угле устойчивая работа в течение более 10 мин. при больших нагрузках оказалась невозможной ввиду быстрого выгорания топлива в зоне горения и отставания его пополнения из бункера и восстановительной зоны.

На сосновых чурках, наоборот, оказалось невозможным работать при малых нагрузках ввиду затухания процесса газификации в газогенераторе.

Таким образом рассмотренный газогенератор Брандт, допускающий газификацию нескольких сортов топлив, является далеко не универсальным. Для действительной его универсальности требуется ряд дополнительных устройств, например, для многозольных топлив — качающаяся колосниковая решетка, для антрацита — приспособление для присадки воды и др.

Громоздкость газогенератора, вследствие указанных причин, является крупнейшим дефектом конструкции и затрудняет его использование в эксплуатации.

6. Газогенераторы с центральным подводом воздуха

Создание газогенераторов этого типа вызвано стремлением упростить конструкцию и удешевить производство камеры горения. Это удалось осуществить, разгрузив стенки от высоких температур путем переноски очага горения в центральную часть камеры. Появляющиеся при этой замене новые детали (сопла) для подвода воздуха к центру камеры, в свою очередь, могут также подвергаться высокому нагреву, постепенному прогоранию и разрушению. Однако эти детали по своим размерам значительно меньше камер горения, в производстве они проще и замена их в эксплуатации никаких трудностей не представляет. Кроме того, они целиком или

частично могут изготавливаться из жароупорных сталей, что заметно увеличивает их долговечность при незначительном удорожании.

Камеры горения газогенераторов с центральным подводом воздуха, как менее напряженные, могут изготавливаться из простых материалов, например из нелегированных сталей; футеровка не требуется. Тем не менее встречаются также газогенераторы, имеющие камеры горения с жароупорной футеровкой.

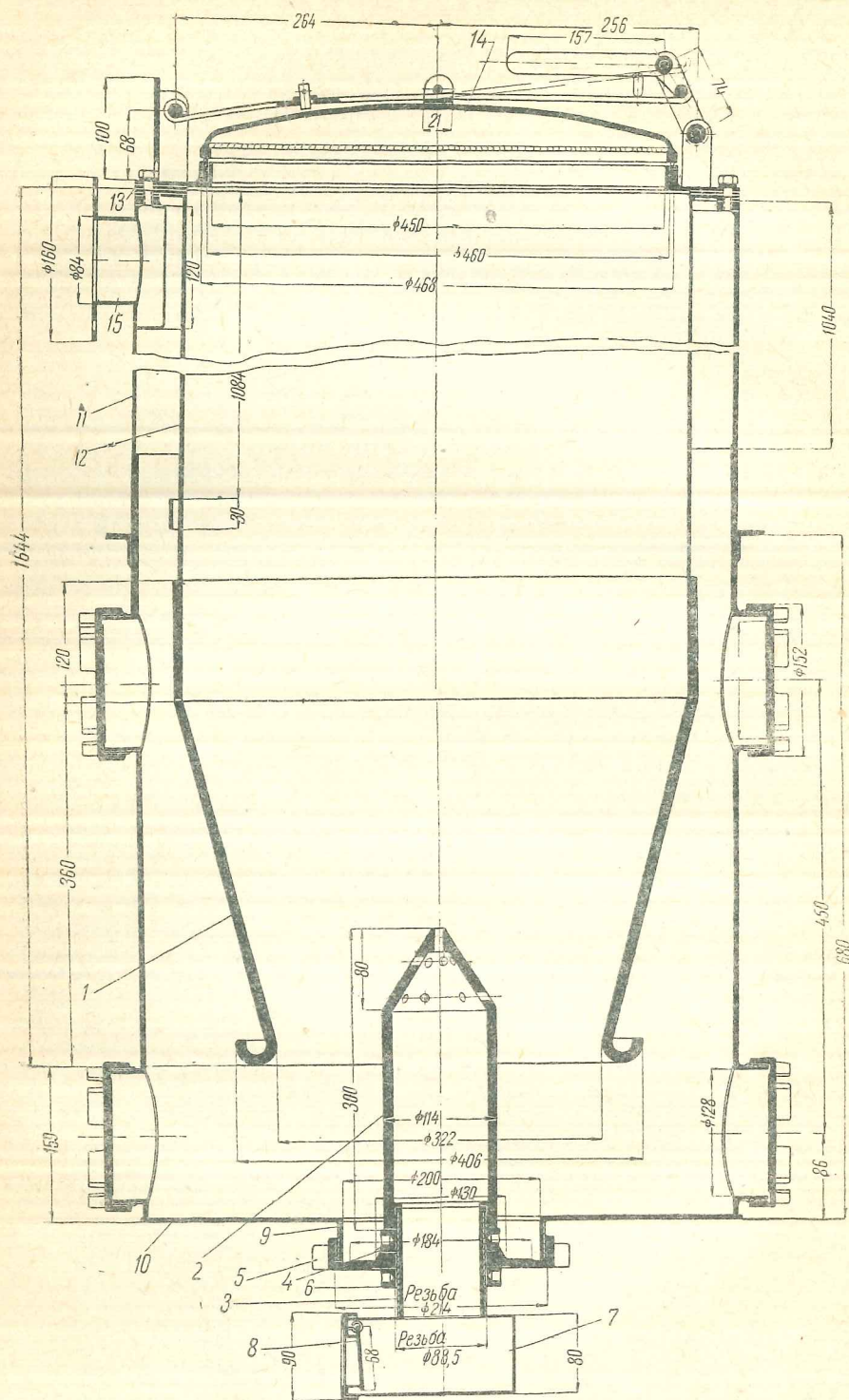
По другим признакам газогенераторы рассматриваемого типа имеют такие же разновидности, как и газогенераторы с периферийным дутьем, например, с полным или частичным подогревом бункера и без подогрева бункера, с отбором и без отбора конденсата из бункера и т. д.

Газогенератор Менк и Гамброк. Этот газогенератор (фиг. 30), предназначенный для пятитонного грузовика, наиболее полно отвечает идее газогенератора с центральным подводом воздуха. Он представляет собою цельнометаллическую конструкцию, имеет камеру горения 1 весьма простой конфигурации (усеченный конус); в этой конструкции наиболее просто решен вопрос с подводом воздуха через центральное сопло 2, проходящее через днище газогенератора. Верхний конец сопла заканчивается конусом, что уменьшает сопротивление осадке топлива, а также возможность его зависания.

Для подбора наивыгоднейшего положения сопла относительно камеры горения оно может перемещаться по высоте, что достигается следующим образом. Сопло навертывается доотказа на трубу 3, имеющую снаружи нарезку по всей длине, и контрится гайкой 4. На ту же трубу 3 навертывается крышка 5, которая в любом положении фиксируется контргайкой 6. Выбранное положение крышки 5 определяет положение сопла в газогенераторе. К нижнему концу трубы 3 приваривается воздушная коробка 7, снабженная обратным воздушным клапаном 8, который одновременно служит также и для ввода факела при розжиге топлива в газогенераторе. После сборки весь узел сопла с воздушной коробкой присоединяется к газогенератору через крышку 5, которая навертывается на патрубок 9, приваренный к днищу газогенератора 10. Нетрудно видеть, что смена сопла и регулировка его положения в данной конструкции осуществляется очень просто и никаких затруднений не представляет.

В газогенераторе осуществлен полный подогрев бункера, что наряду с улучшением процесса позволяет упростить конструкцию. Корпус газогенератора 11 и бункер 12 представляют собою два цилиндра, снабженные сверху фланцами, которые скрепляются болтами вместе с верхним фланцем 13, несущим на себе крышку загрузочного люка 14. Отбор газа производится через патрубок 15.

К интересным особенностям можно отнести конструкции крышек 16 всех люков для загрузки добавочного угля в восстановительную зону. Уплотнение их выполнено без прокладок, только за счет металлического контакта между торцевой поверхностью патрубка и опорной поверхностью крышки, путем проточки соприкасающихся поверхностей. Как показали опыты, уплотнение этих



Фиг. 30. Дровяной газогенератор Менк и Гамброк.

крышек при хорошем их выполнении вполне удовлетворительно. К недостаткам относится необходимость производства нарезки (внутренней и наружной) больших диаметров, например, в данной конструкции $\varnothing 140$ мм и $\varnothing 214$ мм, и, кроме того, возможность коробления нарезки патрубков во время их приварки.

В целом газогенератор Менк и Гамброк отличается несложной конструкцией и при правильном подборе основных параметров — размеров сопла и выходных отверстий для воздуха, угла наклона конуса камеры горения и диаметра меньшего основания — может работать весьма эффективно.

Газогенератор Германского общества дровяных газогенераторов (ГОДГ). Этот газогенератор (фиг. 31) по форме камеры горения и способу подвода воздуха напоминает газогенератор Менк и Гамброк, но имеет некоторые особенности конструкции.

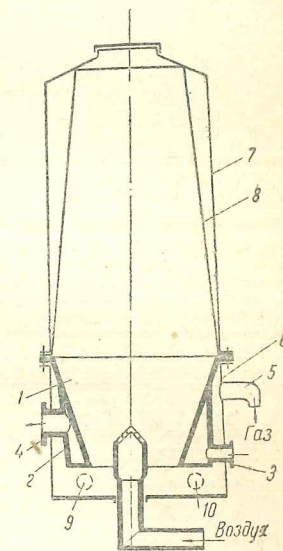
Камера горения 1 окружена кожухом 2 и двумя патрубками 3 и 4, посредством которых пространство между камерой и кожухом соединяется с наружной атмосферой; устройство это предназначено для воздушного охлаждения камеры, для чего воздух входит в патрубок 3 и выходит уже в нагретом состоянии через патрубок 4. Отбор газа осуществлен через патрубок 5, присоединяемый к газовому пространству между камерой горения и нижней частью корпуса газогенератора 6. Таким образом газогенератор не имеет совершенно подогрева бункера, что относится к его крупнейшим недостаткам.

Для предотвращения зависания топлива, которое может быть особенно сильным при отсутствии подогрева бункера, последний имеет форму усеченного конуса, обращенного меньшим основанием кверху. Пространство между верхней частью корпуса газогенератора 7 и бункером 8 может быть использовано для отбора конденсата.

Газогенератор колосниковой решетки не имеет. Для очистки зольника предусмотрены люки 9 и 10.

Газогенератор Кромаг. Газогенератор Кромаг (фиг. 32) относится к наиболее сложным современным конструкциям автомобильных газогенераторов ввиду наличия в нем частичного подогрева воздуха, качающейся колосниковой решетки и довольно сложного сопла подвода воздуха.

Для подогрева воздуха нижняя часть газогенератора 1 до патрубков отбора газа 2 имеет двойные стенки, между которыми поступает необходимый для горения воздух, подогрев которого происходит за счет внутренних стенок, смываемых горячими газами. Поступивший через воздушный патрубок 5 в нижнюю часть газо-



Фиг. 31. Схема дровяного газогенератора ГОДГ (германского общества дровяных газогенераторов).

генератора воздух подводится к центральному соплу 4 через три трубы 5. Этим достигается дальнейший подогрев воздуха, так как трубы проходят через зону высоких температур. Камера горения 6 металлическая, образована из двух усеченных конусов, сложенных меньшими основаниями с целью получения небольшого перехвата в виде горловины.

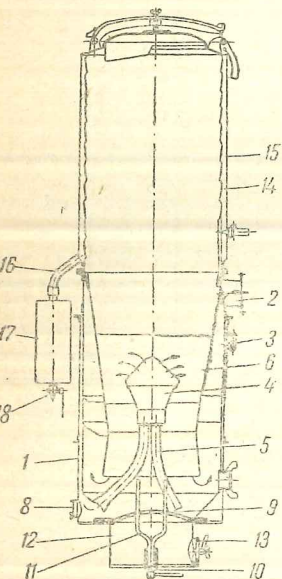
Для защиты камеры горения от действия высоких температур часть верхнего конуса в области зоны горения облицована внутри вставкой 7, изготовленной из жароупорной хромоникелевой стали. Между основной камерой и вставкой имеется воздушный зазор.

Розжиг топлива через основной воздушный патрубок 3 невозможен ввиду сложности пути и большого расстояния до выходных отверстий воздушного сопла. Для этой цели предусмотрен специальный запальный лючок 8, расположенный против одной из труб, подводящих воздух к соплу.

Газогенератор имеет «холодную» колосниковую решетку 9, которая называется так потому, что горячие газы через нее не проходят, и предназначена она исключительно для отсеивания золы и угольной мелочи, накапливающейся в нижней части газогенератора.

Вращение колосниковой решетки осуществляется рукояткой 10 и валиком 11, который заканчивается вилкой, производящей при вращении шуровку топлива в этой части газогенератора.

Верхняя, не обогреваемая часть газогенератора имеет внутри медную рубашку 14, которая является частью устройства для отбора конденсата. Последний, стекая по стенкам, попадает через многочисленные



Фиг. 32. Схема дровяного газогенератора Кромаг.

прорези в рубашке в кольцевое пространство между нею и верхней частью корпуса газогенератора 14. Далее конденсат поступает через трубку 16 в бачок 17, откуда периодически сливается наружу через спускной кран 18.

Газогенератор Кромаг работает удовлетворительно и является одним из распространенных типов.

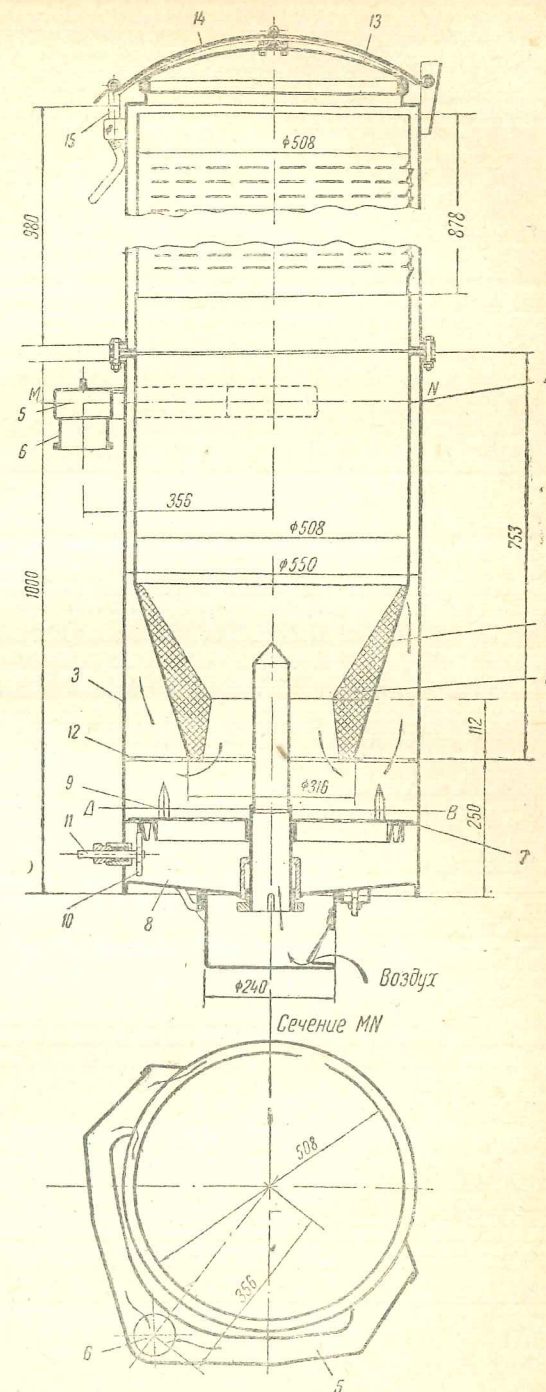
К недостаткам этого газогенератора относится конструктивная сложность, которая лишает его преимуществ центрального подвода воздуха. Главным образом это объясняется тем, что наличие широкого грушевидного сопла приближает очаг горения к стенкам камеры. Поэтому последняя нуждается в облицовке вставкой из дорогой хромоникелевой стали.

Дровяной газогенератор Гумбольдт-Дейтц. По способу подвода воздуха и типу применяемого для этой цели сопла газогенератор

Гумбольдт-Дейтц (фиг. 33) весьма близко напоминает конструкцию Менк и Гамброк, но существенно отличается от нее наличием футерованной камеры, колосниковой решетки и устройства для отбора конденсата.

Камера горения состоит из наружного металлического кожуха 1 и футеровки 2, представляющей собой кладку из огнеупорных кирпичей. Наличие этой кладки изолирует камеру от тепловых потерь, почему в зоне горения и верхней части восстановительной зоны поддерживается более высокая температура, чем это могло бы иметь место при цельнометаллической конструкции. Это обстоятельство способствует, кроме того, более длительному сохранению тепла в камере горения, что должно иметь следствием увеличение гибкости газогенератора при переменных режимах за счет меньшего остывания при малых нагрузках, а также улучшение запуска после длительных стоянок. К недостаткам камеры можно отнести увеличение веса и подверженность кладки разрушению под действием высоких температур.

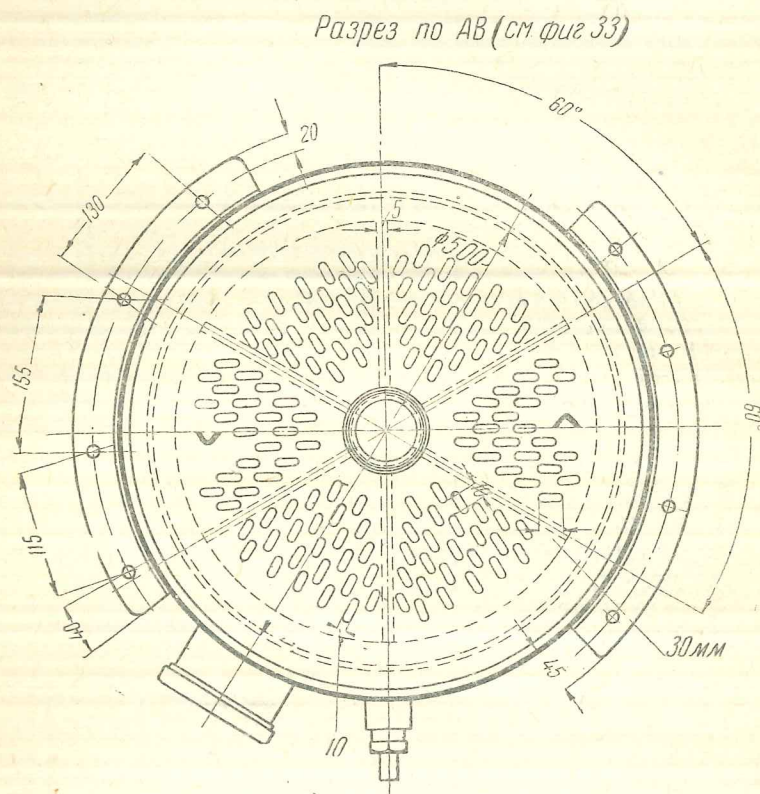
Из камеры горения газ направляется к выходу через кольцевое



Фиг. 33. Дровяной газогенератор Гумбольдт-Дейтц для 5-тонного грузовика.

пространство между нижней частью корпуса газогенератора 3 и нижней частью бункера 4.

Равномерный отбор газа достигается тем, что газ выходит через два диаметрально противоположных окна, сделанных в корпусе газогенератора в плоскости отбора газа. Через эти окна газ поступает в газовый коллектор 5, откуда выходит через патрубок 6, присоединенный к средней части газового коллектора.



Фиг. 33а. Вращающаяся колосниковая решетка газового генератора Гумбольдт-Дейтц.

В газогенераторе применена «холодная» колосниковая решетка 7, расположенная ниже камеры горения, так что газ проходит через пространство между камерой и решеткой. Таким образом последняя предназначена только для отсеивания золы и угольной мелочи в зольниковое пространство 8, что достигается вращением колосниковой решетки и наличием на ней шуровочных штырей 9. Вращение решетки производится звездочкой 10, снабженной для ручного привода валиком 11 и сцепляющейся с зубчатым венцом, составляющим одно целое с колосниковой решеткой. Общий вид решетки представлен отдельно (фиг. 33а).

Рассматриваемый газогенератор имеет еще одну дополнительную неподвижную колосниковую решетку 12, которая расположена на уровне нижней плоскости камеры горения и предназначена для загрузки на нее древесного угля через специальный люк. Загружаемый в эту полость уголь должен образовать дополнительную восстановительную зону. Такое устройство нельзя признать удачным, так как и без этой добавочной решетки можно было загрузить через тот же люк уголь до любой высоты, и в этом случае между ним и основной восстановительной зоной не было бы разрыва. Температура дополнительной восстановительной зоны была бы выше и ее восстановительная способность лучше.

Конденсационное устройство конструктивно напоминает такое у описанного выше газогенератора Кромаг.

Газогенератор имеет загрузочный люк очень больших размеров (диаметр 474 мм), что ускоряет процесс загрузки топлива.

Загрузочный люк закрывается крышкой 13, прижимаемой пружиной 14, захватываемой сереежкой запорной рукоятки 15.

Благодаря такому устройству крышки загрузочного люка, она, как и в ряде других описанных уже газогенераторов (Берлие, Мекк), одновременно играет роль предохранительного клапана.

Произведенные испытания показали высокие качества газогенератора Гумбольдт-Дейтц, который не только обеспечивает бесперебойную работу двигателя при переменных нагрузках, но и надежный запуск его на газе без применения бензина. Фирма выпускает двигатели без карбюраторов.

Газогенераторы для бессмольных топлив

К этой группе относятся газогенераторы с любым из существующих процессов для газификации самых разнообразных топлив от древесного угля до различных ископаемых топлив в естественном виде, например антрациты, или после их переработки — коксы: каменноугольный, буроугольный, торфяной.

Не следует делать вывод, что все газогенераторы, которые могут быть отнесены к настоящей группе, являются универсальными для всего перечисленного ряда топлив, хотя именно эта группа газогенераторов наиболее полно отвечает идее универсализации. Как правило, газогенераторы, предназначенные для более трудно газифицируемых топлив, например для антрацита или каменного угля, с успехом могут быть использованы для топлив, легче поддающихся газификации, например для торфяного кокса, древесного угля и т. п. В случае применения этих топлив в указанных газогенераторах речь может идти лишь о приспособлении для них некоторых специальных устройств, например, присадки воды, шлакоудаления.

Из всех рассматриваемых видов топлив настоящего раздела и газогенераторных топлив вообще наиболее легко газифицируемым является древесный уголь, который может быть использован в

газогенераторе любого процесса газификации при любом способе подвода воздуха.

Принимая, кроме того, во внимание, что и по температурному режиму древесный уголь занимает лучшее место, можно сказать с уверенностью, что все газогенераторы бессмольного ряда топлив пригодны для газификации в них древесного угля, но, разумеется, не все древесноугольные газогенераторы пригодны для газификации других топлив бессмольного ряда.

Исходя из этих соображений, в дальнейшем изложении газогенераторы классифицированы по примененному в них процессу и в каждом отдельном случае название газогенератору по топливу (антрацитовый, древесноугольный) дано по тому виду, для которого он является специально приспособленным или наиболее характерным.

а. Газогенераторы с прямым процессом газификации

Древесноугольный газогенератор Кола. Этот газогенератор пригоден также для работы на смеси древесного угля с антрацитом или коксом.

Газогенераторы фирмы Кола (Англия) являются типичными образцами газогенераторов с прямым процессом газификации при наличии колосниковой решетки с поступающим через нее воздухом и футерованной огнеупорным материалом камеры горения.

На фиг. 34 представлен газогенератор, который по данным фирмы рассчитан на трехтонный грузовик.

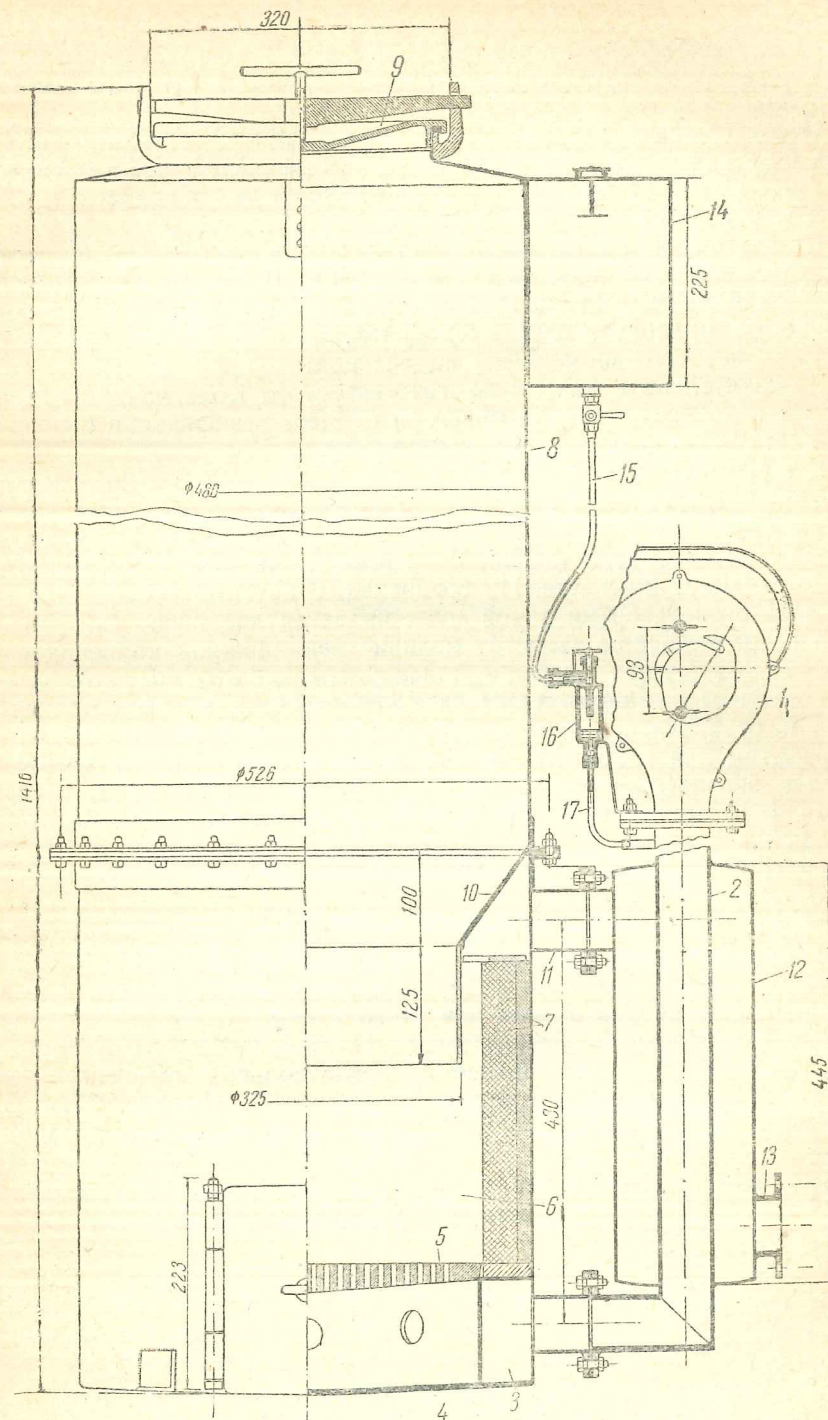
Отличительной особенностью газогенератора Кола является устройство для подачи воды, подогрев первичного воздуха и наличие нагнетающего вентилятора для розжига топлива в газогенераторе. Все эти дополнительные устройства монтируются вместе с газогенератором, составляя с ним одно целое.

Через вентилятор 1 с ручным приводом воздух подается в трубопровод 2, откуда поступает в нижнюю кольцевую полость 3. Из этой кольцевой полости воздух через шесть отверстий 4 диаметром 36 мм проникает в зольниковое пространство и затем через колосниковую решетку 5 в камеру горения 6. Последняя имеет футеровку 7, состоящую из 2 слоев — огнеупорных кирпичей и обмазки, связывающей эти кирпичи с металлическим корпусом камеры горения. Последняя снабжена в верхней части фланцем, через посредство которого соединяется с цилиндрическим бункером 8, имеющим такой же фланец. Сверху бункер имеет загрузочный люк, закрываемый крышкой 9 без предохранительного клапана с жестким запорным устройством.

К бункеру, в месте присоединения фланца, приварена воронка 10 конической формы, которая оканчивается внизу цилиндрическим насадком, опускающимся внутрь камеры горения.

Через кольцевое пространство между насадком и камерой горения газ идет через патрубок 11 и газовую рубашку 12 к выходному патрубку 13. Газовая рубашка расположена concentрически вокруг трубы подвода воздуха и предназначена для его подогрева.

К верхней части газогенератора прикреплен водяной бачок 14,



Фиг. 34. Древесноугольный газогенератор Кола (работает также на смеси древесного угля с коксом или антрацитом).

откуда через трубку 15, капельницу 16 и вторую трубку 17 поступает в верхнюю часть воздухопровода 2 и увлекается потоком воздуха в газогенератор. Количество поступающей воды регулируется от руки на капельнице.

После окончания розжига приемный патрубок вентилятора должен остаться открытым, так как при нормальной работе воздух идет таким же путем, как и при розжиге, — через полость вентилятора, воздухопровод и т. д.

Из чертежа (фиг. 34) видно, что при желании все дополнительные устройства могут легко сниматься; в этом случае газ будет отбираться непосредственно из патрубка 11, а воздух подводится в кольцевую полость 3 без предварительного подогрева. Так же легко может быть выключена подача воды.

Положительным качеством газогенератора Кола является простота его конструкции и устойчивый процесс газификации при применении древесного угля в качестве топлива.

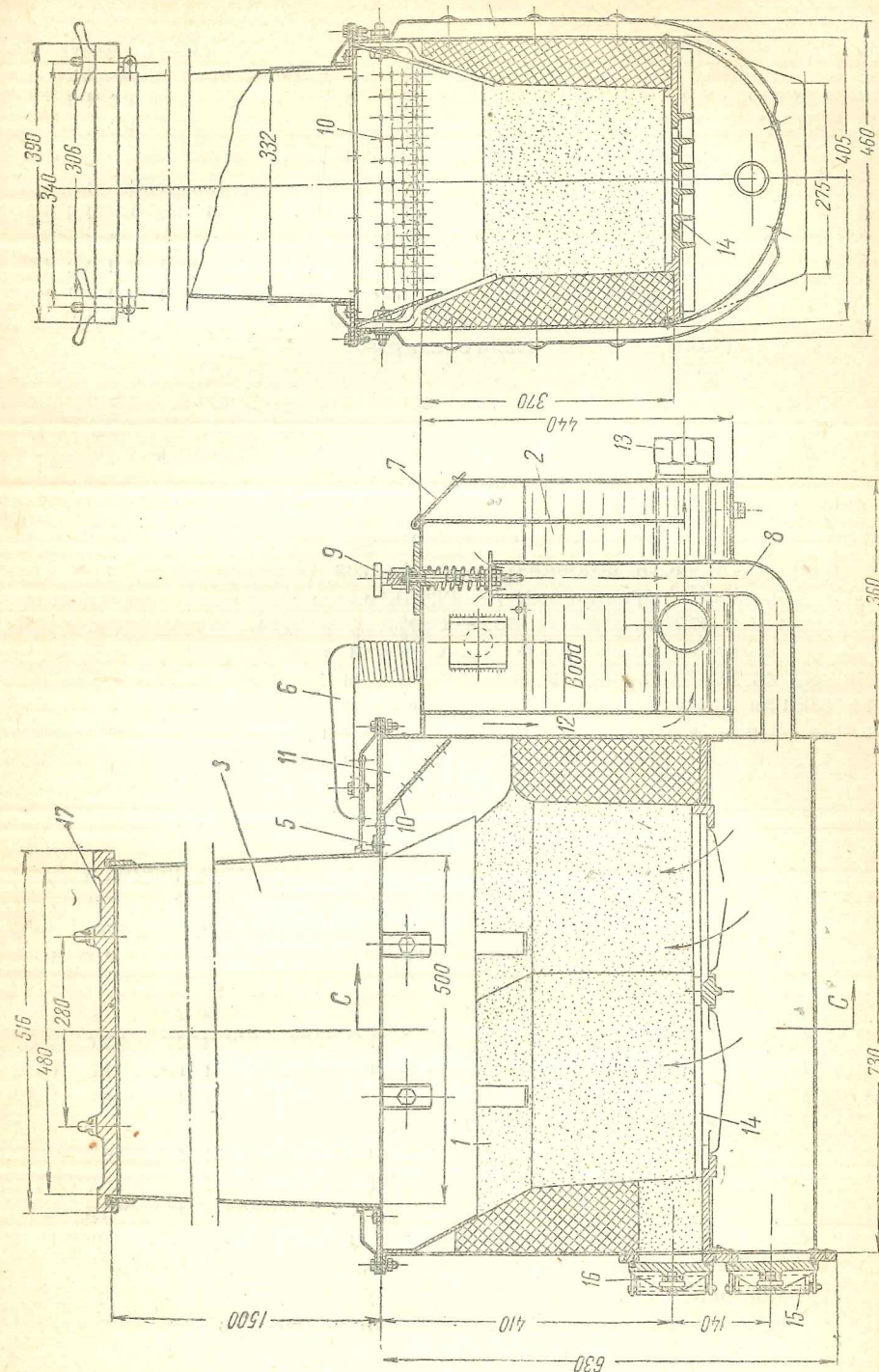
К недостаткам относятся не вполне удовлетворительные пусковые качества, так как для запуска двигателя требуется раздувка газогенератора в течение 8—9 мин., затем прогрев двигателя, запущенного на бензине, в течение 2—3 мин. и, наконец, перевод на газ также занимает 2—3 мин. По сравнению с другими древесноугольными газогенераторами такой пуск является чрезмерно затяжным. Другим недостатком является наличие неподвижной колосниковой решетки. Затрудняя операции шлакоудаления, это обстоятельство не позволяет в данном газогенераторе работать на чистом антраците и ограничивает также применение смеси древесного угля с антрацитом или коксом. За время последней европейской войны в Англии значительно возрос интерес к газогенераторам на транспорте. В частности большое развитие получил газогенератор Кола, который приспособлен для работы на антраците и выпускается в больших количествах (конвейерная сборка). Основные изменения в конструкции газогенератора коснулись шлакоудаления (изменена колосниковая решетка) и пуска — введена дополнительная подача воздуха через горизонтальную фурму. Последняя позволяет вести розжиг газогенератора по горизонтальному процессу, что значительно сокращает потребное для этого время.

Древесноугольный газогенератор Виско-Автогаз. Фирма Виско-Автогаз выпускает однотипные древесноугольные газогенераторы для двигателей разных размеров и мощностей. На фиг. 35 представлен один из таких газогенераторов для четырехтонного грузовика.

Газогенератор включает устройство для подогрева воздуха и его увлажнения, так что в камеру горения поступает паровоздушная смесь.

Конструктивно газогенератор состоит из собственно газогенератора 1, включающего футерованную камеру горения с колосниковой решеткой и зольником, увлажнителя 2, привариваемого непосредственно к корпусу газогенератора, и бункера 3 прямоугольной формы, присоединяемого к корпусу газогенератора болтами.

В целях подогрева воздуха он пропускается через воздушную



Фиг. 35. Древесноугольный газогенератор Виско-Автогаз.

рубашку 4, присоединяемую к газогенератору вдоль его корпуса снаружи камеры горения. Из верхней части воздушной рубашки 5 воздух по трубе 6 поступает внутрь увлажнителя 2. Последний представляет собою резервуар, в который вода наливается до уровня контрольных отверстий через крышку 7.

Через днище увлажнителя и всю толщу находящейся в нем воды проходит труба 8, верхний открытый конец которой лежит выше уровня воды. Труба эта предназначена для подвода под колосниковую решетку паровоздушной смеси. Закрывается эта труба клапаном 9, которым по желанию можно регулировать величину проходного сечения или же вовсе прекращать доступ воздуха в трубу и, следовательно, в газогенератор.

Испаряемость воды достигается не только поступлением в резервуар 2 (увлажнитель) подогретого воздуха, но и, главным образом, тем, что она подогревается выходящими из газогенератора газами. Последние после камеры горения поступают через наклонную перегородку (решетку) 10 в призматическую полость 11 и далее через отверстия в вертикальной стенке этой полости входят в канал 12, примыкающий непосредственно к увлажнителю.

В нижней части водяного пространства увлажнителя проложен крестообразный трубопровод 13, предназначенный для отвода газа. Один конец этого трубопровода сообщается с каналом 12, а три других выходят наружу. В зависимости от условий монтажа к одному из выходящих наружу концов присоединяется трубопровод следующего агрегата газогенераторной установки, а два других конца закрываются заглушками. Следовательно, газы, омывая стенку увлажнителя вдоль канала 12 и проходя через трубопровод 13, испаряют воду увлажнителя, одновременно подвергаясь интенсивному охлаждению. Таким образом увлажнитель первичного воздуха является также охладителем газа.

Устройство других частей газогенератора — колосниковой решетки 14, крышки зольникового люка 15, крышки 16 люка для шуровки топлива над колосниковой решеткой и очистки газогенератора, а также крышки загрузочного люка 17 ясны из чертежа (фиг. 35).

К недостаткам газогенератора следует отнести большой вес и сложность его конструкции, которая повышает стоимость. Рассмотренный газогенератор весит 260 кг, что в $1\frac{1}{2}$ —2 раза превышает вес других газогенераторов для автомобилей такого же тоннажа. К этому следует еще прибавить вес воды порядка 50 кг.

Само по себе наличие в установке большого запаса воды связано с дополнительным уходом. В зимнее время вода, несмотря на ее подогрев, подвержена при длительных стоянках опасности замерзания, что ограничивает применение данного газогенератора не только в северных районах, но и в средней полосе.

Антрацитовый газогенератор Гумбольдт-Дейтц. Этот газогенератор по внешнему виду напоминает описанный выше дровяной газогенератор с опрокинутым процессом газификации той же фирмы. Соблюден также принцип центрального подвода воздуха.

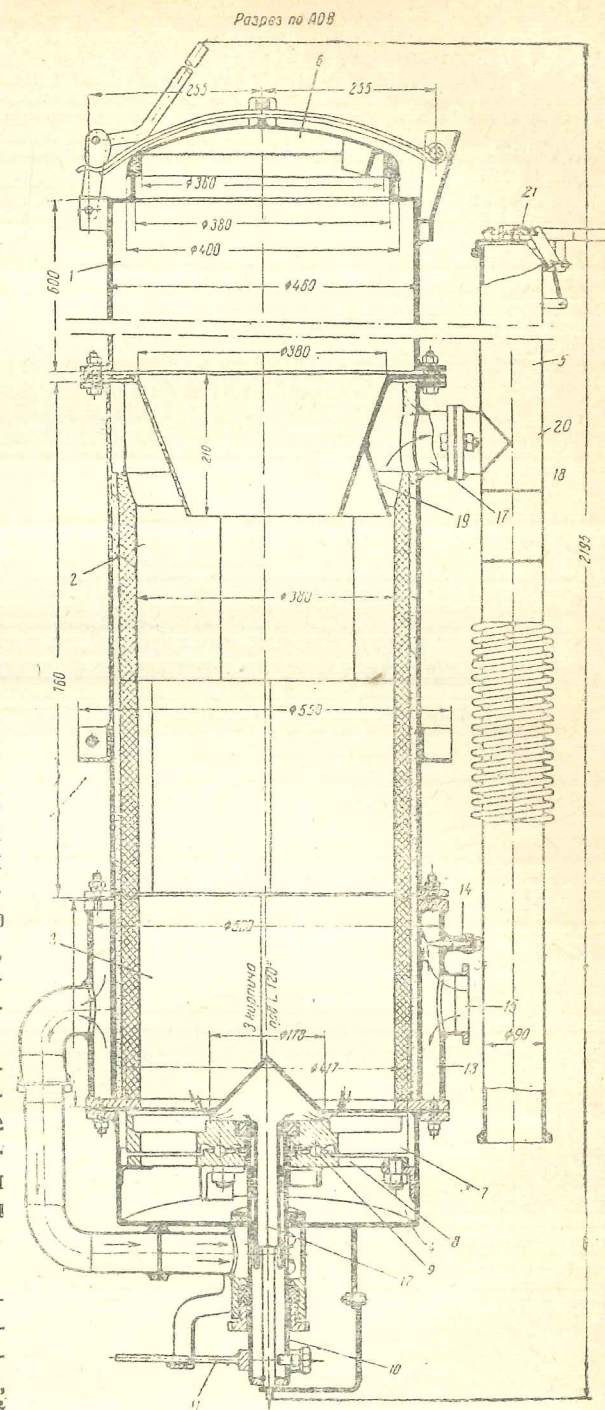
По своему устройству газогенератор отличается введением прямого процесса газификации, отсутствием подогрева бункера, устройством для присадки воды и другими особенностями, вызванными применением в виде топлива антрацита.

Газогенератор (фиг. 36) состоит из четырех основных частей: верхней части 1 с загрузочным люком, средней части 2, камеры горения 3 и зольниковой коробки 4, несущей в себе центральное воздушное сопло, колосниковую решетку и механизм для вращения одной из ее частей.

Перечисленные части газогенератора снабжены фланцами и соединяются между собой по трем плоскостям разъема, тщательно уплотненными надежными прокладками.

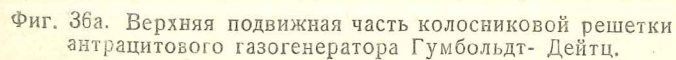
Описываемый газогенератор установлен на автомобиле Фаун грузоподъемностью 4,5 т и был испытан в Научном автотракторном институте (НАТИ).

Верхняя часть газогенератора, расположенная выше патрубка отбора газа, представляет собой цилиндр 5 высотой 600 мм, который из-



Фиг. 36. Антрацитовый газогенератор Гумбольдт-Дейтц.

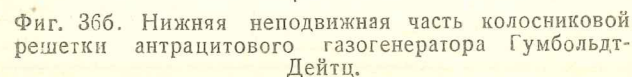
Средняя часть газогенератора, охватывающая всю восстановительную зону, и камера горения облицованы внутри огнеупорной



Зольниковая коробка футеровки не имеет и, как уже упоминалось, несет в себе колосниковую решетку, состоящую из двух частей: верхней, подвижной 7 (фиг. 36, 36а) и нижней, неподвижной 8 (фиг. 36, 36б).

Воздух поступает в камеру горения через центральное сопло 10, снабженное восемью щелями. Верхняя часть сопла имеет прямо-угольный фланец, входящий в соответствующее гнездо вращаю-

Для полной очистки газогенератора вращающаяся часть решетки приводится относительно неподвижной в положение, при котором большие просветы их совпадают.



Детали распылителя (кроме валика) изготавливаются фирмой из хромоникелевой стали с содержанием хрома 25% и никеля 16—20% при низком содержании углерода порядка 0,2%. Распылитель находится в зоне самых высоких температур и подвергается значительному выгоранию и потому часто нуждается в замене, что является большим недостатком данной установки.

В целях снижения температуры зоны горения и уменьшения шлакообразования процесс газификации ведется с присадкой воды, которая подается в рубашку 13 вокруг камеры горения через сопло 14. Испарившись здесь и смешавшись с воздухом, входящим

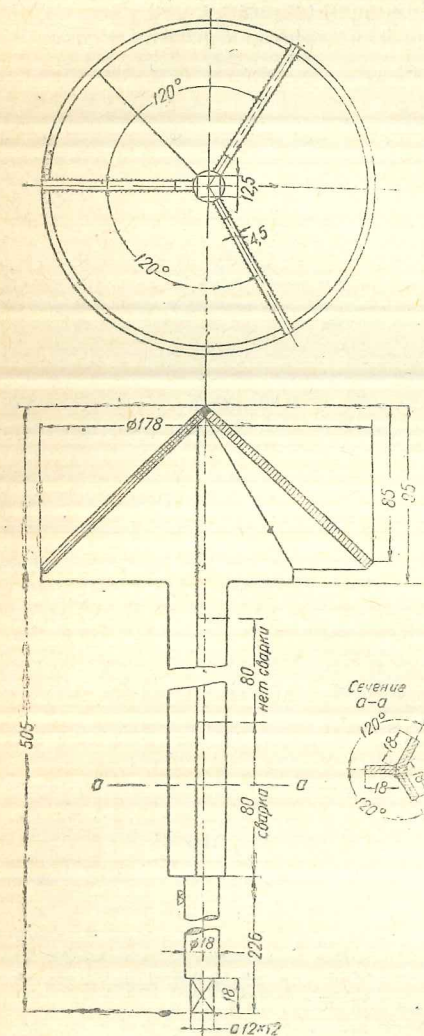
через патрубок 15, паровоздушная смесь по трубопроводу 16 поступает в центральное сопло и далее в камеру горения.

Газ отбирается через патрубок 17 из кольцевого пространства между средней частью газогенератора и воронкой 18. Для равномерного отбора газа по всей периферии к воронке приварен козырек 19, занимающий 120° по окружности симметрично оси патрубка.

По выходе из газогенератора газ поступает в вертикальную трубу 20, имеющую сверху затвор 21. При розжиге воздух поступает в патрубок 15 под действием присоединенного к нему нагнетающего вентилятора, а газ выходит по трубе 20 через открытый верх наружу, минуя всю систему газогенераторной установки. Во время работы установки воздух под влиянием разрежения поступает через полости неработающего вентилятора, а газ до трубы 20, в которой в это время затвор 21 закрыт, идет по такому же пути, как и при розжиге, а далее направляется вниз к другим элементам установки, для охлаждения и очистки.

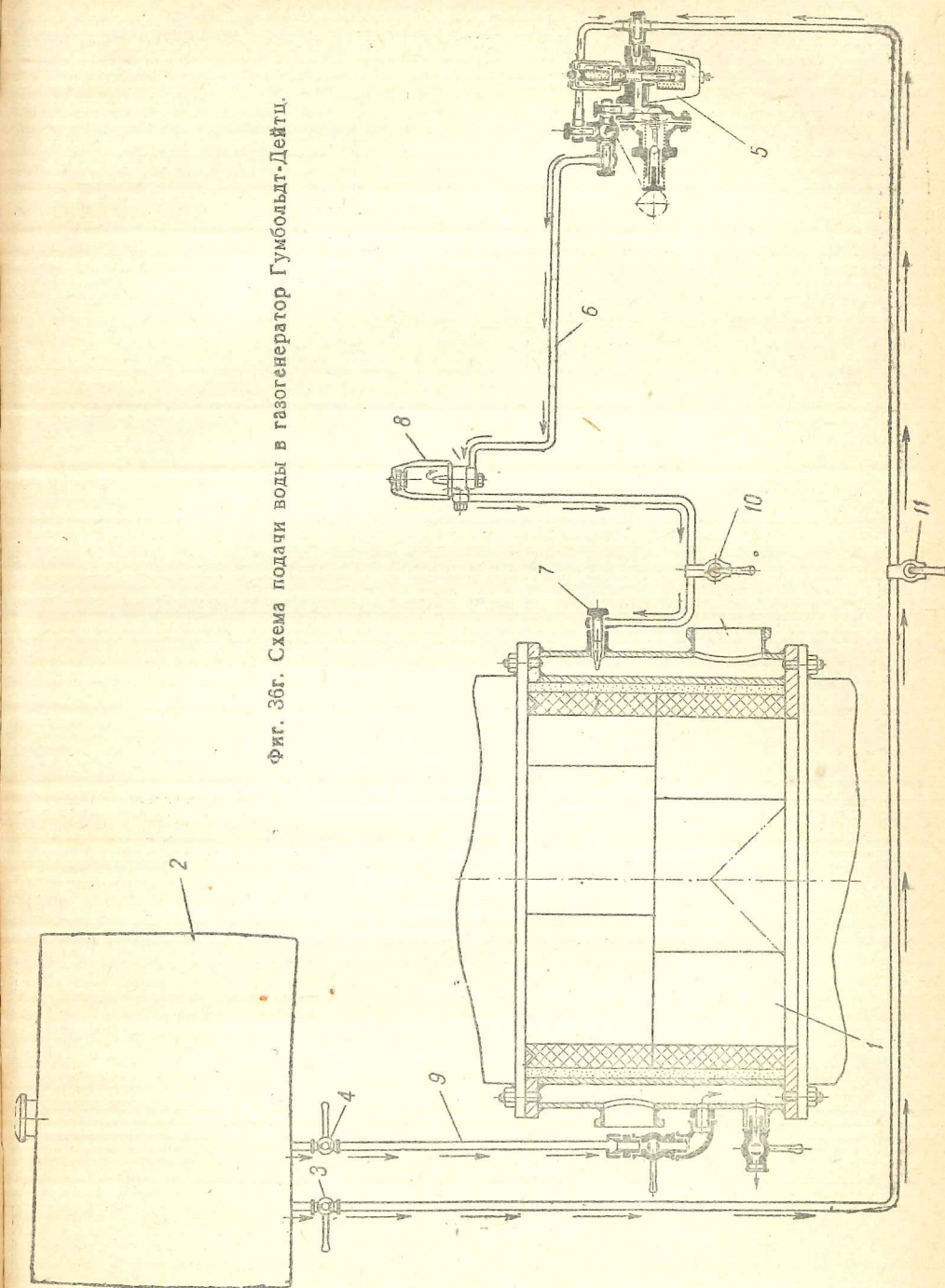
Верхний люк 22 предназначен для розжига, а нижний 23 для очистки зольника.

На фиг. 36г представлена схема подачи воды в газогенератор. Здесь 1 — камера горения газогенератора с рубашкой вокруг нее, 2 — водяной бак, имеющий два патрубка и два запорных крана 3 и 4. При открытом кране 3 вода по трубопроводу поступает к водяной помпе 5, приводимой в действие от двигателя. Из помпы вода подается по нагнетательной линии 6 к соплу 7, через которое поступает в рубашку вокруг камеры горения. В нагнетательный трубо-



Фиг. 36в. Распылитель воздуха центрального сопла антрацитного газогенератора Гумбольдт-Дейтц.

провод включается контрольный стаканчик 8, установленный в кабине водителя. По этому несложному прибору водитель судит о наличии воды в системе. В случае прекращения ее подачи вследствие неисправности водяной помпы открывается кран 4, через который по трубке 9 вода поступает в рубашку самотеком. Краны 10



Фиг. 36г. Схема подачи воды в газогенератор Гумбольдт-Дейтц.

и 11 служат для спуска воды из трубопроводов на стоянках в холодное время во избежание их замерзания.¹

Основным недостатком установки является сильное шлакообразование и перегрев камеры горения и восстановительной зоны.

При испытаниях был применен сорт антрацита — плита, который имел влажность 4,9—6,1%, зольность 9,7—3,1%, содержание серы 1,95—1%.

В обоих случаях шлакообразование было высоким, так что нормальный процесс газификации нарушался через 70—90 км пробега, вызывая необходимость полной очистки газогенератора.

Бункер газогенератора вмещает 150 кг антрацита, что могло бы обеспечить пробег не менее 150 км. Однако весь запас топлива не может быть использован, так как значительно раньше наступает необходимость полной очистки газогенератора.

Розжиг газогенератора сложен и занимает не менее 15 мин., а после небольших стоянок весьма затруднителен.

Во время испытаний этого газогенератора были выявлены следующие дефекты:

1) недолговечность распылителя воздуха (работает не более 2000 км);

2) к концу испытаний обмуровка топливника дала трещины и обнаружено выкрашивание вокруг некоторых трещин;

3) вода в трубопроводе от бака к помпе при температуре от минус 14°С и ниже замерзла;

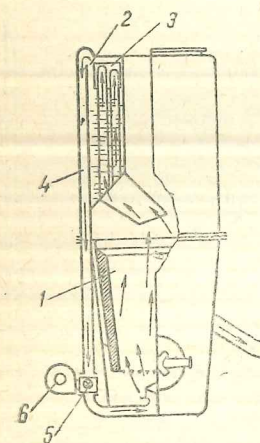
4) износ двигателя за короткий срок службы был очень большим.

Все перечисленные дефекты позволяют сделать вывод, что работа газогенераторной установки Гумбольдт-Дейтц на антраците не может быть признана удовлетворительной.

Газогенератор Ганза. Камера горения 1 (фиг. 37) имеет форму усеченного конуса и покрыта внутри огнеупорной футеровкой; снизу имеется колосниковая решетка, через которую поступает паровоздушная смесь в зону горения.

Вопрос об образовании паров воды решен в данной конструкции оригинально, но значительно сложнее, чем в описанных выше конструкциях.

Для образования паров воды часть бункера выделена из общего объема, предназначенного для запаса топлива, и занята устройством водоиспарителя 2. Через водяное пространство испарителя объемом 20—25 л проходит система трубопроводов, по которым



Фиг. 37. Схема древесноугольного газогенератора Ганза.

¹ Проведенные в начале 1938 г. в НАТИ испытания автомобиля Фаун 4,5 т с установкой Гумбольдт-Дейтц в пробеге на 2500 км показали, что при исправной и очищенной установке автомобиль работает удовлетворительно, имея максимальную скорость свыше 56 км/час и достигая средней технической скорости при движении по шоссе 38 км/час.

газ из камеры горения направляется к газоотборному коллектору 3. Образовавшиеся водяные пары смешиваются с воздухом, который также подогревается за счет тепла генераторного газа. Готовая паровоздушная смесь поступает в специальный канал 4, в нижней части которого расположен трехходовой кран 5. Снаружи к этому крану присоединяется нагнетающий вентилятор 6.

При розжиге топлива в газогенераторе и в период раздувки и образования газа кран 5 ставится в положение, при котором наружный воздух подается вентилятором в камеру горения. Для увлажнения воздуха в этот период работы в зольник наливается вода на высоту 15—20 мм.

После получения газа, пригодного для запуска двигателя, трехходовой кран ставится в положение, соединяющее паровоздушный канал 4 с камерой горения. Это положение является нормальным рабочим. Наконец, при остановке газогенератора, камера горения изолируется как от паровоздушного канала, так и от наружного воздуха третьим положением трехходового крана.

К недостаткам генератора относятся:

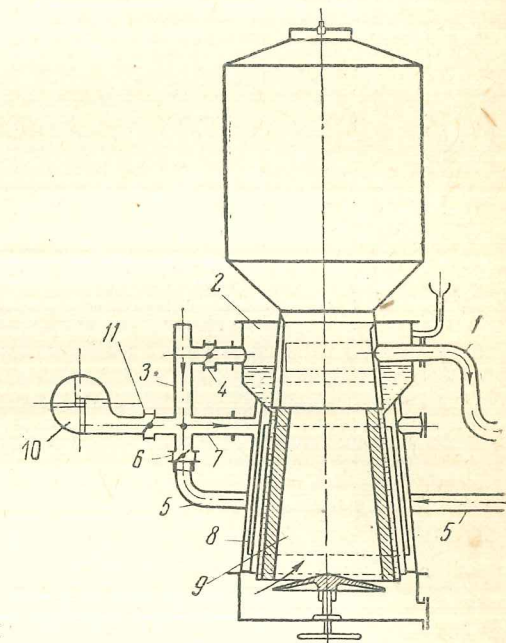
а) сложная конструкция водоиспарителя,

б) забиваемость трубок водоиспарителя проходящим через них неочищенным генераторным газом, что приводит к необходимости периодической продувки трубок под давлением;

в) необходимость заливки воды в зольник перед пуском, что в дорожных условиях является неприятной, а иногда и трудно выполнимой операцией;

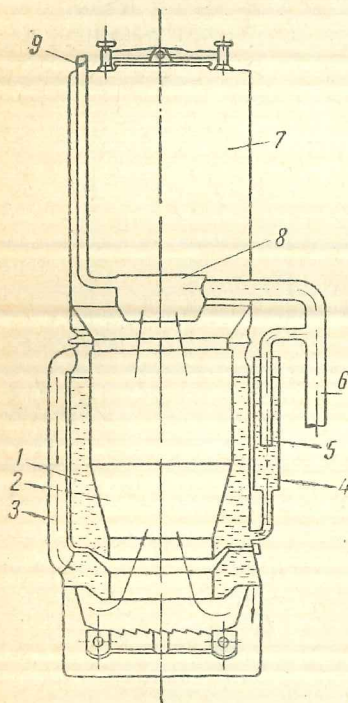
г) дополнительные манипуляции, связанные с переключениями трехходового крана.

Продолжительность розжига до получения годного для запуска двигателя газа составляет около 5 мин. После стоянок с неработающим двигателем свыше 15 мин. вновь требуется включение вентилятора для раздувки генератора на 3—4 мин. Для древесноугольного газогенератора такие пусковые качества по сравнению с лучшими современными образцами отнюдь не могут быть признаны хорошими.



Фиг. 38. Схема древесноугольного газогенератора Мальбай.

Газогенератор Мальбай. Несколько проще решен вопрос с подогревом воды и воздуха во французском газогенераторе Мальбай (фиг. 38). Здесь вокруг нагретой металлической части газогенератора в области присоединения газоотборной трубы 1 устроен кольцевой резервуар 2, играющий роль парового котла. Образующиеся в нем водяные пары отводятся по трубе 3, причем количество пара может регулироваться заслонкой 4.



Фиг. 39. Схема газогенератора Фойгт, предназначенного для газификации бурого угля.

большим процентом летучих и для газификации в генераторах прямого процесса мало пригоден. Для этой цели с успехом применяется переработанный бурый уголь в виде полукокса или кокса.

Схема газогенератора Фойгт, в котором используется такое топливо, изображена на фиг. 39. Этот газогенератор представляет интерес также и в том смысле, что он является редким типом газогенератора прямого процесса для ископаемых топлив с цельнометаллической камерой горения без футеровки.

Питание газогенератора производится паровоздушной смесью, причем увлажнение воздуха достигается за счет воды, наполняющей водяную рубашку 1 вокруг камеры горения 2. Уровень воды в рубашке поддерживается специальным водяным баком, находящимся вне газогенератора и снабженным поплавком.

Образовавшийся в водяной рубашке водяной пар смешивается

Необходимый для горения воздух подводится по трубе 5. Количество его может регулироваться дроссельной заслонкой 6. Поступающий в газогенератор воздух предварительно используется в охладителе, омывая трубки, по которым идет горячий газ, и подогреваясь за счет тепла последнего. Таким образом в газогенератор при его нормальной работе всегда поступает подогретый воздух. Паровоздушная смесь, качественный состав которой может регулироваться упомянутыми заслонками 4 и 6, идет далее по трубе 7 и через концентрические каналы 8 вокруг камеры горения 9 поступает в ее нижнюю часть.

Для раздувки газогенератора установлен электровентилятор 10, который присоединен к патрубку трубопровода 3. В устье патрубка имеется заслонка 11, которая при работе газогенератора закрыта. При пуске же эта заслонка открывается, а заслонка 6 закрывается, так что генератор питается наружным не подогретым воздухом.

Газогенератор Фойгт. Обычный бурый уголь, в своем натуральном виде наиболее родственен торфу, обладает

с воздухом, после чего паровоздушная смесь идет по каналу 3 и далее поступает в камеру горения. Последняя в нижней части снабжена охлаждающими ребрами, которые вследствие притока к ним большого количества тепла находятся в раскаленном состоянии и одновременно служат для подогрева паровоздушной смеси и испарения той части влаги, которая могла бы дойти до камеры горения в неиспаренном состоянии.

Значение водяной рубашки не ограничивается ролью увлажнителя воздуха. Она, кроме того, охлаждает стенки камеры горения, предохраняя их от выгорания и уменьшая шлакообразование на внутренней поверхности.

При исправности водяной системы (бака, поплавка, трубопроводов) и наличии воды в баке обеспечивается постоянство уровня воды в водяной рубашке камеры горения. На случай неисправности системы и прекращения подачи воды в рубашку имеется предохранительное устройство, автоматически выключающее двигатель и прекращающее тем самым работу газогенератора. Устройство это состоит из вертикального цилиндра 4, сообщаемого с водяной рубашкой камеры горения, и трубы 5, соединяющейся с основным газопроводом 6 и опущенной открытым концом внутрь цилиндра 4. При опускании уровня воды ниже трубы 5 через нее начинается интенсивное поступление воздуха в газопровод, следствием чего является чрезмерное обеднение газа и прекращение работы двигателя. Это устройство гарантирует постоянство состава паровоздушной смеси и долговечность камеры горения, которая хорошо охлаждается водой.

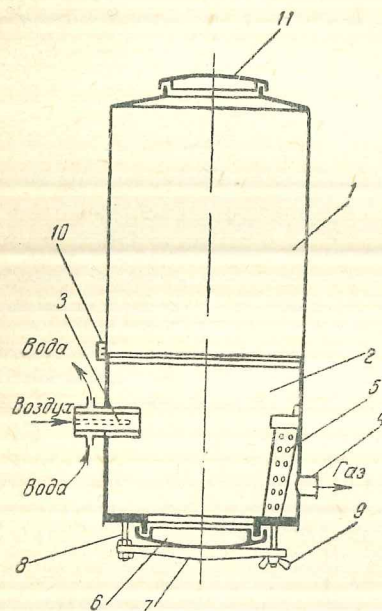
Над камерой горения в центральной части бункера 7 имеется газовый коллектор 8, представляющий собой открытую снизу коробку. К газовому коллектору с одной стороны присоединяется трубка холостого хода с заслонкой 9, которая во время работы газогенератора под нагрузкой должна быть плотно закрыта. При холостой работе двигателя и его выключении заслонка 9 открывается, чем обеспечивается небольшой отбор газа и предотвращается затухание газогенератора. С другой стороны газовый коллектор соединяется с основным газопроводом 6 и направляется в другие элементы газогенераторной установки для очистки и охлаждения.

6. Газогенераторы с горизонтальным процессом газификации

Благодаря особым свойствам газогенераторов этого типа, сводящимся в основном к сравнительно простой конструкции, небольшому весу, гибкости работы и легкости розжига, они в последнее время получили большое распространение, главным образом во Франции, где они строятся фирмой Гоен-Пуллен и применяются на автомобилях Рено, Латиль, Пежо и др. В Англии газогенераторы с горизонтальным процессом выпускает фирма Макдональд.

Газогенераторы Гоен-Пуллен. Стандартные газогенераторы этой фирмы, применяемые для грузовых машин, рекомендуются ею для работы на древесном угле и антраците. Обычная схема газогенератора Гоен-Пуллен представлена на фиг. 40, где корпус 1 газогене-

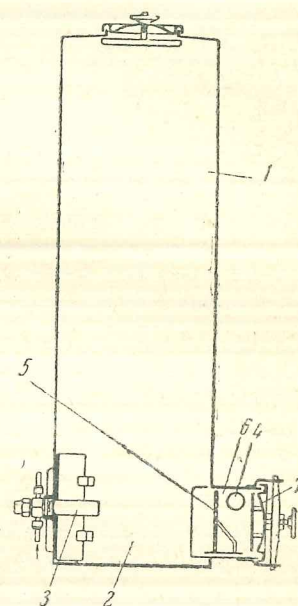
ратора круглого или овального сечения. Нижняя часть газогенератора 2 имеет такое же сечение, но изготавливается из более толстого материала (6—8 мм) и служит камерой горения. Воздух подводится через фурму 3, входящую вглубь газогенератора и охлаждаемую водой. Подвод и отвод воды осуществляется через трубки. Для отбора газа в нижней части газогенератора имеется патрубок 4. Для защиты патрубка отбора газа от попадания в него угля и золы перед ним находится предохранительная решетка 5.



Фиг. 40. Схема газогенератора Гоен-Пуллен с откидным дном для очистки газогенератора от золы и шлака.

Днище газогенератора, в котором имеется зольниковый люк, закрывается крышкой 6. Последняя прижимается траверсой 7, одна сторона которой вращается вокруг шпильки 8, приваренной к неподвижной части днища, а другая крепится барашком 9. Такое устройство днища имеет целью облегчить разгрузку газогенератора от золы и шлака и рекомендуется фирмой для газификации антрацита, как топлива, характерного большим выходом шлака.

В целях сохранения при чистке газогенератора несгоревшей части топлива имеется устройство 10, сущность которого сводится к тому, что в газогенератор через соответствующее отверстие и направляющие вводится заслонка, поддерживающая весь лежащий на ней запас топлива и не допускающая его удаления. Во время нормальной работы заслонка удаляется и отверстие для ее ввода герметически закрывается соответствующей деталью с уплотнительной прокладкой.



Фиг. 40а. Схема газогенератора Гоен-Пуллен с боковым расположением зольникового люка.

В верхней части газогенератора для загрузки топлива предусмотрен люк, герметически закрываемый крышкой 11.

В последнее время фирма Гоен-Пуллен начала выпускать для древесного угля более простой тип газогенератора, схема которого представлена на фиг. 40а.

Корпус 1 газогенератора, нижняя часть газогенератора 2, с дном из утолщенного материала и охлаждаемая водою фурма 3 такого же типа, как и предыдущая конструкция (фиг. 40).

Патрубок для отбора газа 4 и предохранительная решетка 5 скомбинированы вместе с зольниковым люком, расположенным сбоку. Конструктивно такая комбинация осуществлена очень просто путем применения удлиненного патрубка зольникового люка. У входа в этот патрубок установлена предохранительная решетка 5, а наружный конец патрубка герметически закрывается крышкой 7 с соответствующим запорным механизмом.

Патрубок для отбора газа присоединяется к удлиненному патрубку зольникового люка в промежутке между предохранительной решеткой и крышкой 7, снабженной плоским экраном.

Успех газогенераторов рассмотренного типа и их применимость для машин разного тоннажа позволили фирме выпускать эти газогенераторы по одному типу, но разных размеров для полного охвата всех машин, от малотоннажных до тяжелых грузовиков. Основные размеры выпускаемых фирмой типов даны в табл. 8.

Таблица 8

Основные размеры газогенераторов Гоен-Пуллен

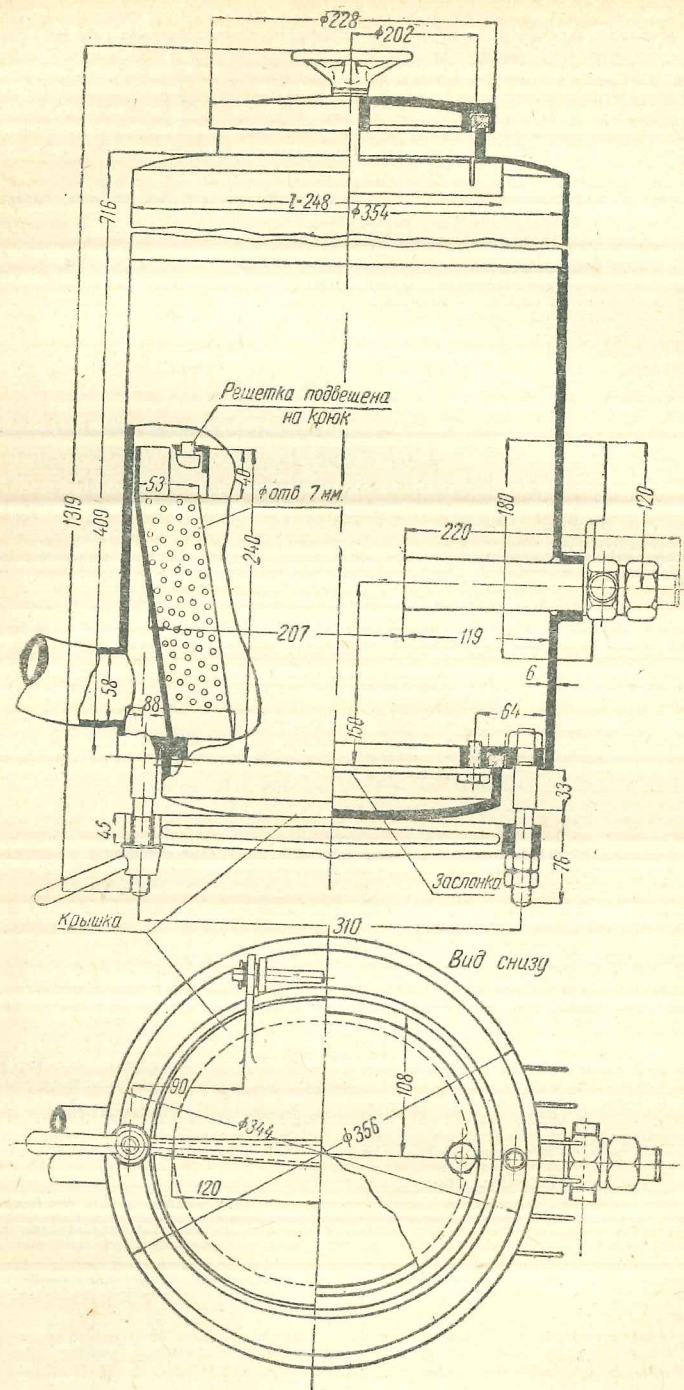
Тип газогенератора	Диаметр в мм		Высота в мм		Объем газогенератора в л		Расход древесного угля в час в кг	Вес всей газогенераторной установки в кг
	для антрацита	для древесного угля	для антрацита	для древесного угля	для антрацита	для древесного угля		
№ 1	350	350	1100	1300	105	125	7—10	160
№ 2	350 × 450	400	1200	1500	155	188	10—12	210
№ 3	450	450	1500	1700	235	270	12—15	280
№ 4	500	500	2000	2000	390	390	15—20	350
№ 5	650 × 500	600	2000	2000	520	565	20—30	420

Конструкция одного из газогенераторов Гоен-Пуллен применительно к схеме фиг. 40 (тип. № 1, табл. 8) представлена на фиг. 41.

Особо высокие пусковые свойства двигателя с газогенератором Гоен-Пуллен позволяет использовать последний для оборудования легковых машин в случае перевода их на твердое топливо (фиг. 42).

На схеме (фиг. 42) рядом с газогенератором расположен также очиститель газа и радиатор, предназначенный для охлаждения воды, циркулирующей по фурме.

Газогенераторы этого типа выпускаются двух размерностей — малая и большая модель, которые предназначаются соответственно для малых и больших легковых машин.



Фиг. 41. Газогенератор Гоея-Пуллен.

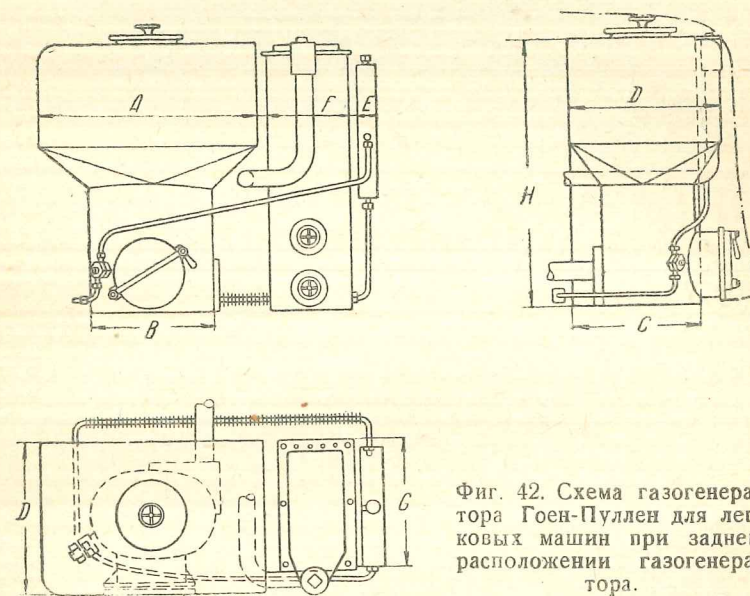
Основные размеры газогенераторов в соответствии с обозначениями на фиг. 42 приведены в табл. 9.

Таблица 9

Основные размеры газогенераторов Гоея-Пуллен для легковых машин при заднем расположении газогенератора (фиг. 42)

Модель газогенератора	A	B	C	D	E	F	G	H	Объем в л	Часовой расход топлива в кг	Вес в кг
Для малых легковых машин	500	300	300	500	80	280	340	900	110	10	85
Для больших легковых машин	700	400	300	500	80	280	440	900	155	15	110

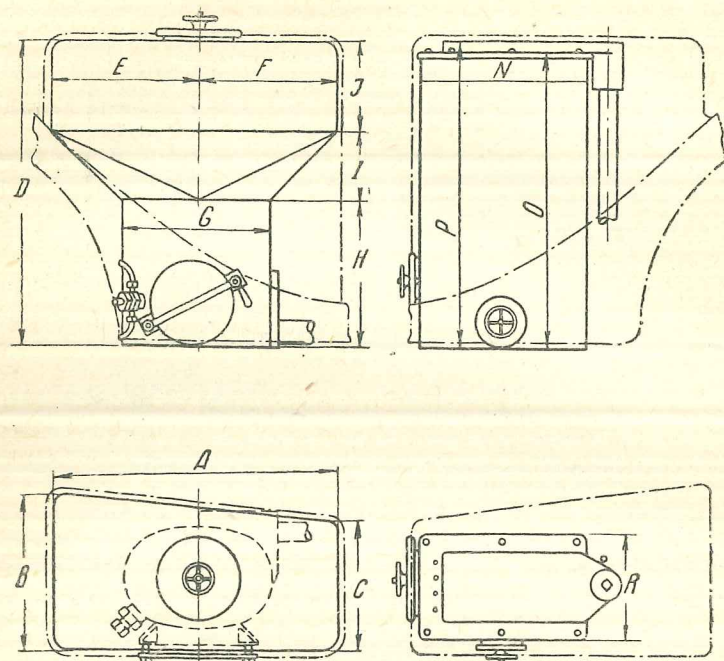
Заслуживает внимания разработанная фирмой модель газогенератора для легковых машин, рассчитанная на монтаж газогенератора на крыле. Целесообразность такого варианта с точки зрения



Фиг. 42. Схема газогенератора Гоея-Пуллен для легковых машин при заднем расположении газогенератора.

компактности не вызывает сомнений. Однако следует отметить, что возможность осуществления такого варианта достигнута за счет уменьшения полезного объема газогенератора. Модели, рассчитанные для тех же легковых машин, имеют уменьшение полезного объема для малых машин с 110 до 60 л и для больших с 155 до 80 л, что естественно значительно ограничивает дальность хода автомобиля при одной загрузке газогенератора.

Схема газогенератора Гоен-Пуллен, предназначенного для монтажа на крыле легкового автомобиля, представлена на фиг. 43, где рядом с газогенератором показана также и схема очистителя газа.



Фиг. 43. Схема газогенератора Гоен-Пуллен для легковых машин при расположении газогенератора на крыле.

Основные размеры газогенераторов этого типа согласно обозначениям фиг. 43 приведены в табл. 10.

Таблица 10

Основные размеры газогенераторов Гоен-Пуллен для легковых машин при расположении газогенератора на крыле автомобиля

Модель газогенератора	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	N	O	P	R	Часовой расход топлива в кг	Объем газогенератора в л	Вес в кг
Для малых легковых машин . .	650	350	250	750	375	275	300	350	150	200	340	740	785	262	10	60	80
Для больших легковых машин .	800	450	350	850	400	400	400	400	200	250	440	840	885	292	15	80	100

Наряду с легковыми машинами газогенераторы Гоен-Пуллен нашли применение также и на автобусах.

Газогенератор Макдональд. Газогенератор Макдональд столь же прост, как и рассмотренный тип Гоен-Пуллен; кроме того, имеет более короткую и поэтому еще более простую фурму, охлаждаемую водой.

Показанный на фиг. 44 газогенератор Макдональд предназначен для газификации антрацита и работает с присадкой воды. Само собой разумеется, что он может работать также и на древесном угле. В этом случае подача воды может быть по желанию прекращена.

Корпус 1 газогенератора служит одновременно бункером. В корпусе фурмы 2 имеется канал для протока воды; для отбора газа имеется патрубок 2. Зольник 4 отделяется от основного пространства газогенератора наклонным днищем 5. Часть этого днища вырезана и закрывается решеткой 6 секторного типа, качающейся вокруг оси 7. Нетрудно видеть, что при положении решетки, указанном на чертеже, шлак и зола проваливаются в зольник, откуда удаляются через соответствующий люк после постановки решетки в нормальное положение. Необходимая для процесса вода подводится через канал 8, откуда она потоком воздуха увлекается в газогенератор. Для шуровки топлива в самом газогенераторе и размельчения шлака предусмотрено наклонное отверстие 9, закрываемое пробкой.

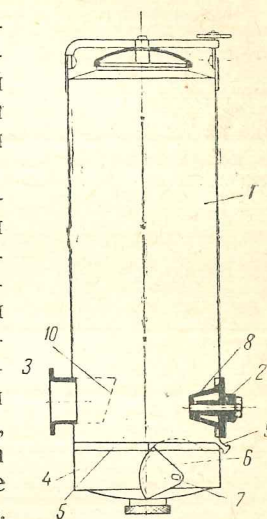
Для уменьшения уноса золы и угольной мелочи перед газоотборным патрубком установлена предохранительная решетка 10.

в. Газогенераторы с опрокинутым процессом газификации для бессмольных топлив

Бессмольные топлива или топлива с незначительным содержанием смол и летучих не нуждаются в применении опрокинутого процесса. Тем не менее некоторые фирмы продолжают выпускать газогенераторы подобного типа, что в некоторой степени можно объяснить стремлением к перестраховке на случай попадания смол в топливо, например, при неполном выжиге древесного угля и т. п.

Газогенератор Абоген. Газогенератор Абоген (фиг. 45) состоит из двух основных частей: верхней 1, играющей роль бункера, и нижней 2, включающей в себя камеру горения, выложенную огнеупорным кирпичом.

В верхней части камеры горения через огнеупорную футеровку проходят четыре отверстия 3, служащие для подвода воздуха в зону горения. Вокруг нижней части газогенератора имеется кожух 4, к которому примыкает патрубок 5. Через этот последний входит воздух, который до поступления в камеру горения нагревается в кольцевом пространстве между кожухом 4 и горячими стенками газогенератора. Под камерой горения в зольниковом пространстве

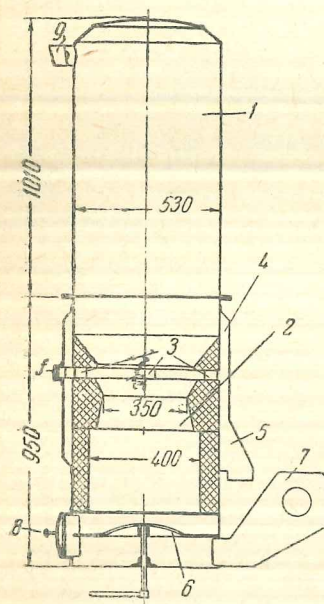


Фиг. 44. Схема антрацитового и древесно-угольного газогенератора Макдональд.

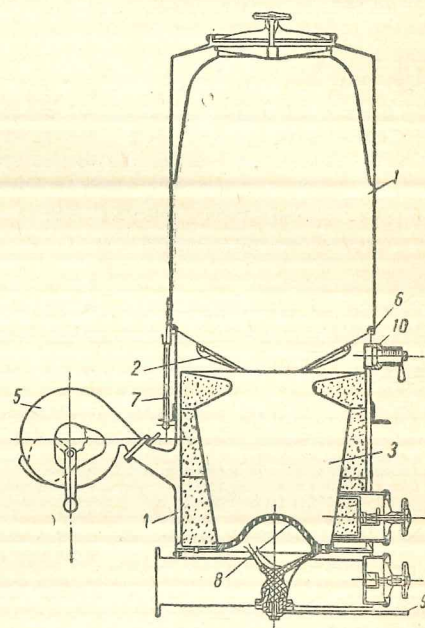
находится вращающаяся колосниковая решетка 6. После решетки газ поступает в коллектор 7 и далее через трубопровод к очистительным и охладительным элементам газогенераторной установки. Зола удаляется через люк 8, допускающий также чистку колосниковой решетки сверху.

Конструкция газогенератора не вызывает сомнений в том, что в нем с успехом будет газифицироваться древесный уголь и некоторые виды близкого к нему по свойствам топлива, например торфяного кокса.

К недостаткам можно отнести то, что, несмотря на применение опрокинутого процесса газификации, данный газогенератор не до-



Фиг. 45. Схема древесно-угольного газогенератора Абоген.



Фиг. 46. Схема древесноугольного газогенератора Панар-Левассор.

пускает использования смолосодержащих топлив (торфа, дров) ввиду наличия в нем низкой напряженности горения и чрезмерно большого для этой цели сечения горловины камеры горения. Иными словами, газогенератор Абоген следует рассматривать как чисто древесноугольный.

Древесноугольный газогенератор Панар-Левассор. По форме камеры горения этот газогенератор (фиг. 46) также является специфически древесноугольным. Наличие в верхней части камеры горловины сравнительно небольших размеров все же не позволяет сжигать в ней смолосодержащие топлива, так как горловина эта расположена в зоне горения, а не в начале восстановительной зоны. Рассчитывать же на разложение топлива с выделением смол в

верхней части газогенератора нельзя, ввиду того что эта часть отделена от камеры горения металлической воронкой, интенсивно охлаждаемой воздухом, поступающим в газогенератор.

Газогенератор имеет посредине разъем и состоит из двух частей: верхней 1, представляющей собою металлический цилиндр, оканчивающийся внизу воронкой 2, направляющей топливо в центральную часть газогенератора, и камеры горения 3 с огнеупорной футеровкой. Последняя заканчивается сверху вдающимся внутрь кольцом, направляющим воздух также к центру. Поэтому основная часть камеры горения разгружается от высоких температурных напряжений, что увеличивает срок службы огнеупорной футеровки. Камера горения имеет дополнительный наружный кожух 4, к патрубку которого присоединяется нагнетательный вентилятор 5. Таким образом воздух поступает через пространство между кожухами камеры горения и далее через щель между верхним выступом футеровки камеры горения и направляющей воронкой 2 к центру, как уже указано. Обе части газогенератора, между которыми имеется уплотнительная прокладка 6, стягиваются между собою длинными болтами 7, которые с одной стороны крепятся к корпусу, а с другой стороны гайками к угольнику, приваренному к наружному кожуху камеры горения.

В нижней части камеры горения расположена куполообразная колосниковая решетка 8, которая может вращаться выведенной наружу рукояткой 9.

К щелевому пространству между камерой горения и воронкой присоединяется патрубок 10 с отверстиями. По этому патрубку скользит золотник, также снабженный отверстиями. Это устройство служит для поддержания тления в газогенераторе при продолжительных стоянках. Интенсивность тления регулируется золотником. При нормальной работе газогенератора устройство выключается, но оно может также служить для дополнительной подачи воздуха. Испытания автомобилей с газогенераторной установкой Панар-Левассор описанного типа показали в отношении эксплуатационных требований вполне удовлетворительные качества машин, выявив в то же время, что по пусковым свойствам эта установка значительно уступает установке Гоен-Пуллен и некоторым другим современным установкам.

2. ОЧИСТКА ГАЗА И КОНСТРУКЦИИ ОЧИСТИТЕЛЕЙ

Вредными примесями генераторного газа являются: содержащиеся в нем твердые частицы (зола, угольная пыль и мелочь), влага в виде водяных паров, смолы и сернистые соединения. Очистка газа заключается в удалении из него всех этих примесей.

Газогенератор должен быть сконструирован таким образом, чтобы обеспечить выход наименее загрязненного газа. В отношении смол, если таковые содержатся в топливе, конструкция газогенератора и его основные размеры должны обеспечить их полное разложение в процессе газификации топлива.

Удаление влаги сопутствует в основном охлаждению и очистке газа. По мере охлаждения газа снижается точка росы, т. е. температура, при которой пары воды конденсируются и выделяются в виде водяных капель. Последние осаждаются на поверхностях агрегатов очистки и охлаждения, концентрируются в различных местах газогенераторной установки и периодически удаляются через имеющиеся там отверстия, спускные краны или пробки.

Присутствие воды в агрегатах очистки очень часто играет положительную роль, облегчая улавливание пыли, что используется в соответствующих типах очистителей. Осаждение влаги на поверхностях по мере конденсации паров воды является основным фактором осушки газа. Тем не менее иногда применяются и специальные водоуловители. Некоторые конструкции предусматривают устройства для улавливания конденсата в самом газогенераторе, что является дополнительным усложнением конструкции и не всегда может быть оправдано.

При правильном выборе элементов газогенераторной установки и их размеров удаление влаги из газа достигается без всяких затруднений.

Сернистые соединения попадают в газ при наличии серы в топливе. Поэтому сорта топлива, в которых содержится сера (антрацит, кокс, каменные угли), должны выбираться с наименьшим ее содержанием. Для борьбы с имеющейся серой применяются два основных способа: первый — связывание серы со шлаками в самом газогенераторе путем присадки к топливу соответствующих примесей (негашеной извести, железной руды или железных опилок) и второй — использование очистителей с насадками из материалов, способных поглощать сернистые соединения. Такими материалами являются болотная руда и активированный уголь.

Первый из этих способов нельзя признать вполне удовлетворительным, так как он не гарантирует хорошей очистки от серы и, кроме того, требует наряду с топливом постоянного расходования примесей в количестве от 3 до 6%, которые повышают общую зольность и, следовательно, увеличивают выход шлака.

Применение болотной руды само по себе очень выгодно, но дает хорошие результаты лишь при протекании через нее газа при низких температурах и очень малых скоростях. Последнее требование в транспортных газогенераторных установках очень трудно выполнимо, так как приводит к очень громоздким очистителям, не укладывающимся в располагаемые габариты. По этой причине болотная руда не нашла применения в очистителях легких газогенераторных установок.

Более удовлетворительные результаты дает активированный уголь, но, как показали длительные испытания¹, и этот способ не может быть признан достаточно эффективным.

Таким образом в настоящее время неизвестен ни один вполне

приемлемый способ очистки газа от серы в транспортных газогенераторных установках.

Переходя к вопросу об очистке газа от твердых примесей необходимо отметить, что здесь роль самого газогенератора очень велика. Иными словами, газогенератор должен быть устроен таким образом, чтобы обеспечить выход газа наименее засоренного твердыми частицами. Это легко достигается, если газы проходят в самом газогенераторе — в зольниковом пространстве, вокруг камеры горения или в бункере (в зависимости от типа газогенератора) с минимальными скоростями, какие только могут быть достигнуты. В этом случае, благодаря спокойному и медленному протеканию газа, он не в состоянии увлечь с собою крупные частицы, которые, следовательно, остаются в газогенераторе. При наличии устройства для подогрева топлива в бункере в виде кольцевого пространства между ним и корпусом газогенератора, это пространство также используется для дополнительной очистки, если скорость газа в нем невелика, порядка 0,5 м/сек и ниже. Опыты подтвердили справедливость изложенного положения.

При соблюдении перечисленных условий и устройстве газогенератора таким образом, что он в наивысшей степени обеспечивает предварительную очистку газа, последний все же выходит из газогенератора запыленным, имея в своем составе до 5 г пыли на 1 м³ сухого нормального газа.

При такой загрязненности использование газа в двигателе недопустимо, откуда вытекает необходимость включения в каждую газогенераторную установку ряда очистительных устройств.

Характер этих устройств и их конструктивные особенности зависят от природы и физических свойств улавливаемой ими пыли. Многочисленные исследования отходов из газогенератора, улавливаемых очистителями, показали, что состав пыли чрезвычайно разнообразен по размерам частиц, которые колеблются от тысячных долей миллиметра в диаметре до нескольких миллиметров. Обычно улавливание всех частиц не производится в одном и том же очистителе. Это объясняется тем, что крупные частицы очень просто отделяются в отстойниках и легко поддаются воздействию центробежной силы, которая и используется для их удаления; мельчайшие же частицы легко проходят через отстойники и самые интенсивные центробежные устройства. Поэтому для их улавливания должны быть применены иные методы, как, например, промывка, увлажненные поверхности и т. п.

Отсюда нетрудно сделать вывод, что одни очистители должны быть предназначены для улавливания крупных частиц (грубые очистители) и другие очистители — для улавливания мелких и мельчайших частиц пыли (тонкие очистители). Встречаются также и такие типы, которые одновременно выполняют обе функции. К этой группе относятся жидкостные очистители и в первую очередь осуществляющие фильтрацию проточной водой (промыватели).

Для очистки газа от твердых частиц, содержащихся в газе, существуют сухие и мокрые газоочистители.

¹ Государственные испытания газогенераторных автомобилей, работающих на антраците (сентябрь—декабрь 1939 г.).

Сухие газоочистители

Сухие газоочистители по принципу устройства можно разделить на следующие типы:

1. **Отстойники** или объемные очистители; принцип действия основан на использовании малых скоростей движения газового потока до 0,1 м/сек, поэтому тяжелые частицы выпадают из потока и опускаются в соответствующий сборник или на дно.

2. **Центробежные** очистители, в которых газ имеет вращательное или винтообразное движение, при котором тяжелые частицы под действием центробежной силы отбрасываются на периферию, а затем, ударившись о стенки и потеряв свою скорость, опускаются на дно. В центробежных очистителях газ движется и выходит с большой скоростью, порядка 4 м/сек и выше. Вихреобразное движение препятствует выделению мелких частиц, поэтому преимущественно в них выделяются тяжелые и крупные частицы.

3. **Инерционные** очистители, в которых газ имеет поступательное движение, причем по пути движения потока устроены преграды, заставляющие газ резко менять направление и скорость. При этих изменениях, главным образом при потере скорости, происходит выделение частиц. Как и центробежные очистители, рассматриваемый тип в основном предназначен для выделения из газа крупных частиц.

4. **Очистители, задерживающие пыль шероховатыми поверхностями.** К этой группе могут быть отнесены очистители, объемы которых полностью или частично заполнены стружками и сыпучими материалами, например углем, коксом и т. п.

5. **Фильтры**, состоящие из мелких сыпучих тел, пористых материалов или тканей. Очищающее действие фильтров основано на том, что размеры пор или проходы между волокнами ткани меньше размеров отдельных частиц, почему последние механически задерживаются. Чем плотнее ткань или пористый материал, тем более совершенная очистка может быть достигнута.

Мокрые очистители

К числу мокрых очистителей относятся: а) промыватели, когда газ пропускается через слой воды или масла, и б) очистители, устройство которых основано на осаждении пыли путем смачивания мелко распыленной водой или паром.

В автотракторных газогенераторных установках, ввиду неудобства иметь большие запасы воды, а тем более пара для постоянного расходования, второй тип очистителя не нашел применения; он с успехом используется в судовых установках.

Необходимо упомянуть еще промежуточный тип очистителей, в которых жидкость специально не вводится, но среда становится увлажненной за счет конденсата, выделяющегося из газа по мере его охлаждения. Это обстоятельство используется в очистителях с хорошо развитой поверхностью, увлажняемой конденсатом и являющейся прекрасным средством для улавливания мельчайшей пыли. Очистители такого типа называются **поверхностными**.

Из всех перечисленных очистителей наиболее простым по принципу действия и по конструктивному выполнению, обеспечивающим довольно высокий процент очистки, является **отстойник**. Однако то, что он может эффективно работать лишь при весьма небольших скоростях проходящего через него газа, неизбежно приводит к его громоздкости. Поэтому он редко используется не только в автомобильных, но даже и тракторных установках.

Ввиду особых условий, предъявляемых к автотракторным газогенераторным установкам по причине ограниченности габаритов, очень часто применяются **комбинированные** очистители, сочетающие в себе различные элементы перечисленных выше типов, например, объемный — с принципом очистки шероховатыми поверхностями, инерционный — с поверхностным и др.

В дальнейшем изложении дано описание очистителей с разбивкой на две группы по принципу очистки от крупных и мелких частиц, названные выше грубыми и тонкими очистителями.

Грубые очистители

На фиг. 47 показан грубый очиститель Брандт для газогенераторной установки полутракторного грузовика. Этот очиститель может быть отнесен к типу комбинированных, в которых используется несколько принципов очистки, в данном случае, инерционный (резкие изменения направления движения газа с потерей скорости при изменении направления) и поверхностный, ввиду развитой системы перегородок и направляющих. Вследствие сравнительно большого объема очиститель частично работает так же, как отстойник (объемный). Сочетание перечисленных способов очистки, основанных на противоположных принципах, не может обеспечить эффективную работу очистителя. Действительно, наличие перегородок и переменных по величине и направлению скоростей потока приводит к завихренному состоянию газа, что мешает выделению из него твердых примесей. С другой стороны, плавное изменение скоростей и отсутствие резкой ступени в скоростях в момент перемены направления ослабляют действенность инерционно-динамического способа очистки. Наконец, то обстоятельство, что очиститель установлен близко к газогенератору и газ поступает в него без предварительного охлаждения, не способствует хорошему выделению конденсата.

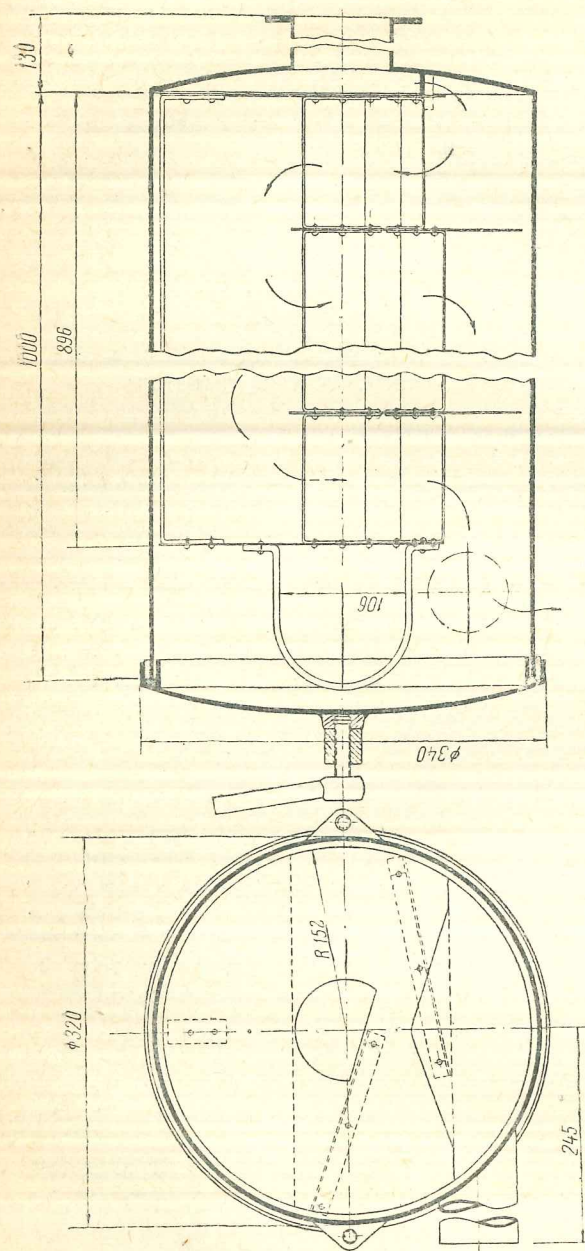
Поскольку очиститель одновременно играет также и роль охладителя, можно ожидать, что после охлаждения газа в первых секциях лишь последние элементы его стенок и перегородок будут увлажнены конденсатом. Кроме того, с точки зрения осуществления принципа поверхностного очистителя в рассматриваемом агрегате общая поверхность соприкосновения газа с наружными стенками недостаточно велика, поэтому он как поверхностный очиститель не может работать достаточно интенсивно.

Лучшие результаты должен дать очиститель Кола (фиг. 48). Он состоит из пяти секций прямоугольного сечения с промежуточными каналами между ними. Первая и последняя секции являются отстойниками; верхние части трех остальных примерно

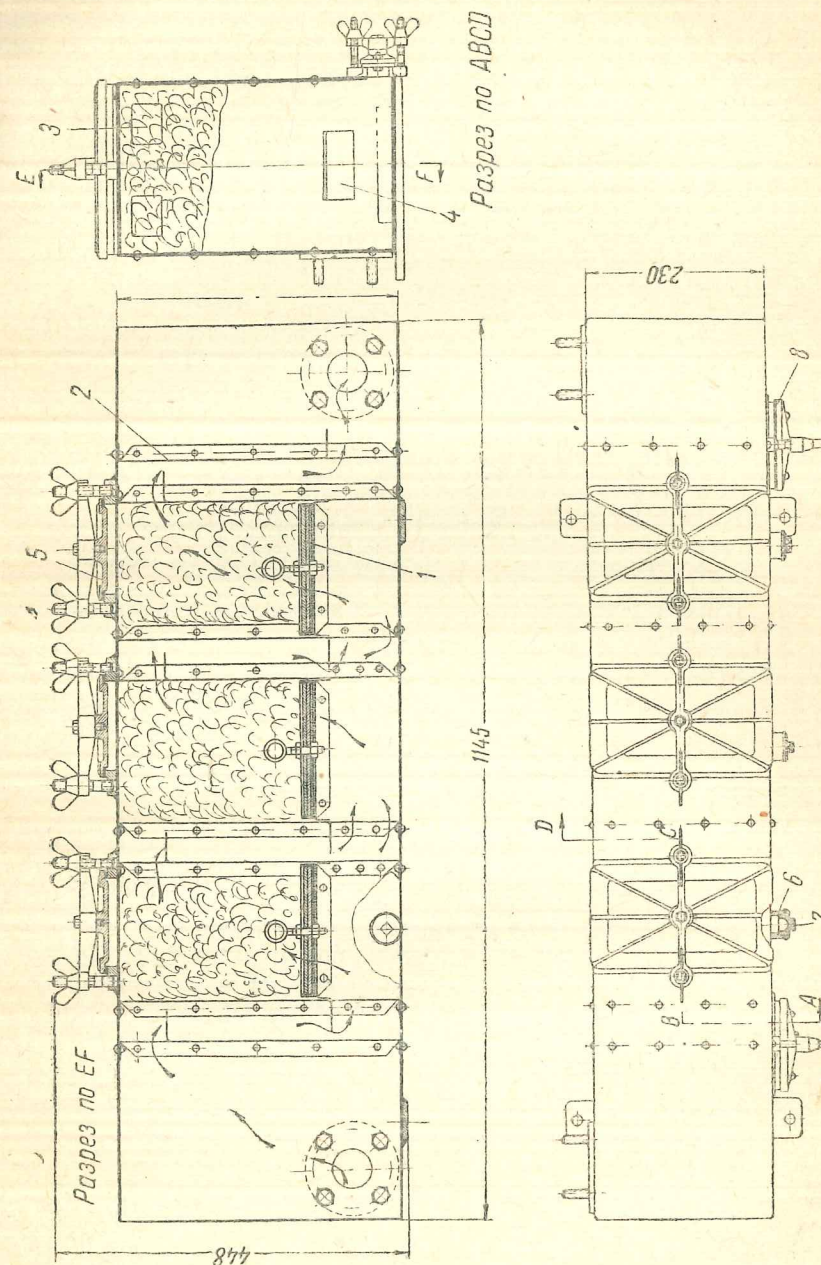
на $\frac{2}{3}$ высоты заполнены мелкими древесными стружками, опирающимися на сетки 1. Сетки эти металлические, имеют двойные стенки, между которыми находятся растительные волокна. Нижняя треть каждой из промежуточных секций играет роль дополнительного отстойника.

В очистителе Кола, наряду с применением принципа отстойника, используется также метод очистки шероховатыми поверхностями (древесные стружки) и частично фильтрации (сетки с растительным волокном). Кроме того, учитывая, что данный очиститель является в газогенераторной установке Кола вторым по счету (начиная от газогенератора) и расположен от последнего довольно далеко, газ должен поступить в секции очистителя, заполненные древесной стружкой, уже хорошо охлажденным. Это повлечет за собою выделение конденсата и смачивание стружек, которые будут служить поверхностным очистителем, выполняя частично функции тонкой очистки.

Фиг. 47. Грубый очиститель Брандт.



Каждая секция представляет собою замкнутую коробку, выделяемую из общего объема очистителя перегородками 2, в которых имеются сверху два окна 3 для перепуска газа в промежуточный канал и внизу окно 4 для направле-



Фиг. 48. Второй очиститель Кола.

ния его в следующую секцию. Каждая из трех заполняемых стружками секций имеет крышку 5 для загрузки и выгрузки стружек с соответствующим запорным механизмом. Для спуска конденсата в каждой секции имеются спускные патрубки 6, закрываемые пробками 7. Для очистки последней секции предусмотрен люк, герметически закрываемый крышкой 8. Места входа и выхода газа снабжены фланцами.

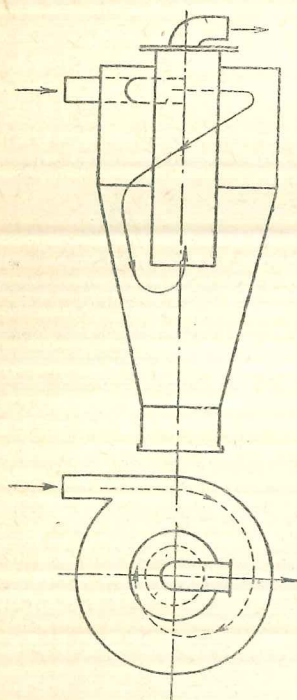
Наиболее эффективным очистителем для выделения твердых частиц является центробежный или циклон, схема которого представлена на фиг. 49. Особенностью очистителей этого типа является их способность одинаково эффективно работать как на холодной, так и на горячей линии газа. Следовательно, наиболее удобным местом включения циклона является расположение его в непосредственной близости к газогенератору, что разгружает последующие элементы установки от излишних твердых частиц и в то же время не нарушает очистительных свойств самого циклона.

Конструктивно встречаются отступления от приведенной схемы, однако без нарушения ее сущности. Так, например, иногда перед трубкой, отводящей газ из циклона, вводится ряд радиально расположенных лопаток, предназначенных для более равномерного отбора газа и гашения вихрей в потоке газа. Имеют место и другие отступления.

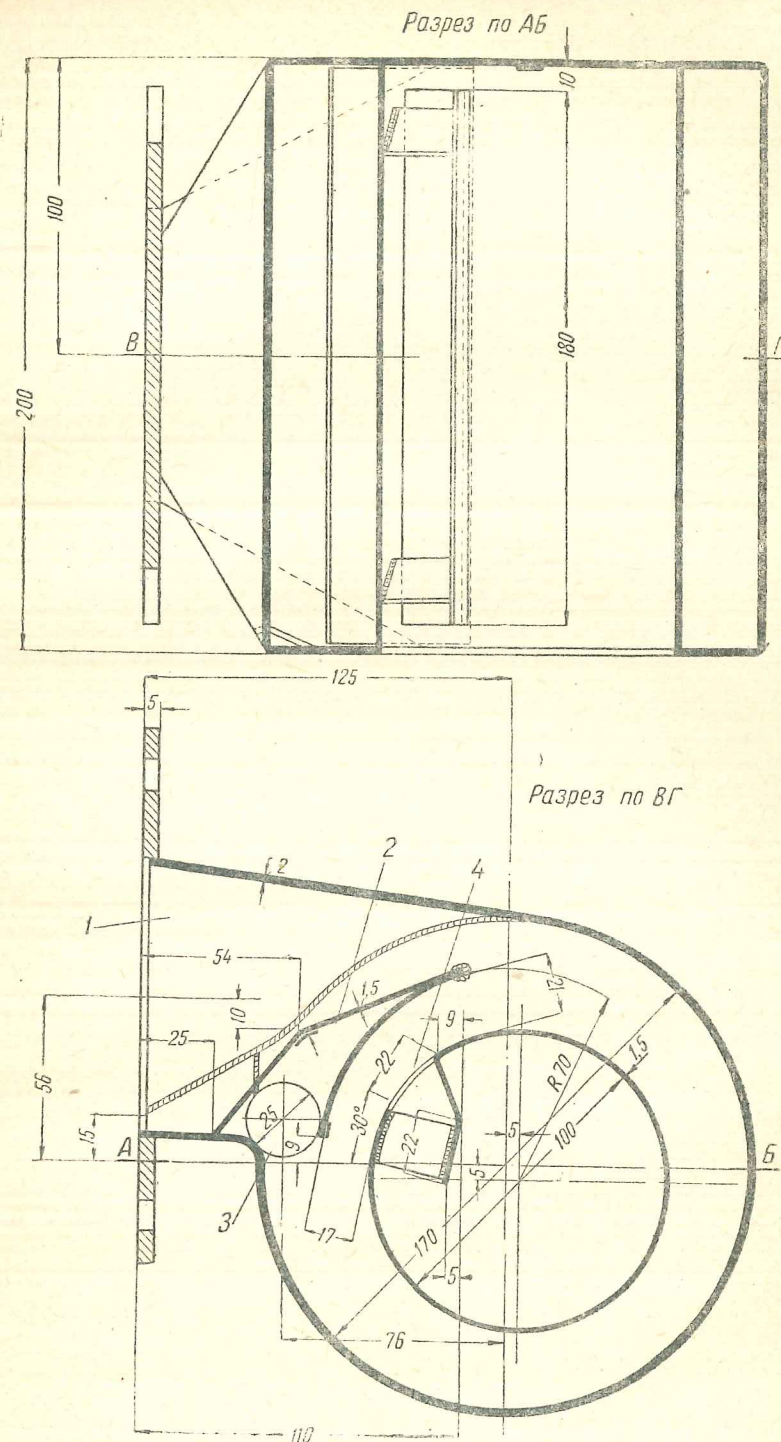
На фиг. 50 представлен циклон газогенераторной установки Имберт-Вествагон. Газ, поступивший через патрубок 1, совершив один оборот, теряет тяжелые частицы в ловушку 2, откуда они по трубе 3 отводятся в специальный пылесборник, лежащий вне циклона. По этой

причине сам циклон отличается весьма небольшими размерами. При входе в газоотводящую трубу через канал 4 газ меняет свое направление, что при наличии специального отражателя способствует дальнейшему выпадению из газа твердых частиц. Данный циклон может быть использован на машинах довольно большого тоннажа, как предварительный грубый очиститель.

Инерционный очиститель Брандт (фиг. 51), действие которого, как и в циклонах, не зависит от температуры газа, также может быть использован как предварительный грубый очиститель и устанавливается непосредственно после газогенератора. Газ поступает в очиститель через трубу 1 с большой скоростью. Твердые частицы, поступающие вместе с газом, продолжают двигаться по инерции до встречи с конусом 2, вставленным в горловину во-



Фиг. 49. Схема циклона.



Фиг. 50. Циклон Имберт-Вествагон.

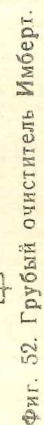
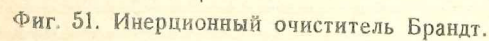
Другой тип инерционного очистителя применяет фирма Имберт (фиг. 52). Такой очиститель, предназначенный для грубой очистки газа установлен на пятитонном грузовике Бюссинг. Очиститель

Другой тип инерционного очистителя применяет фирма Имберт (фиг. 52). Такой очиститель, предназначенный для грубой очистки газа установлен на пятитонном грузовике Бюссинг. Очиститель

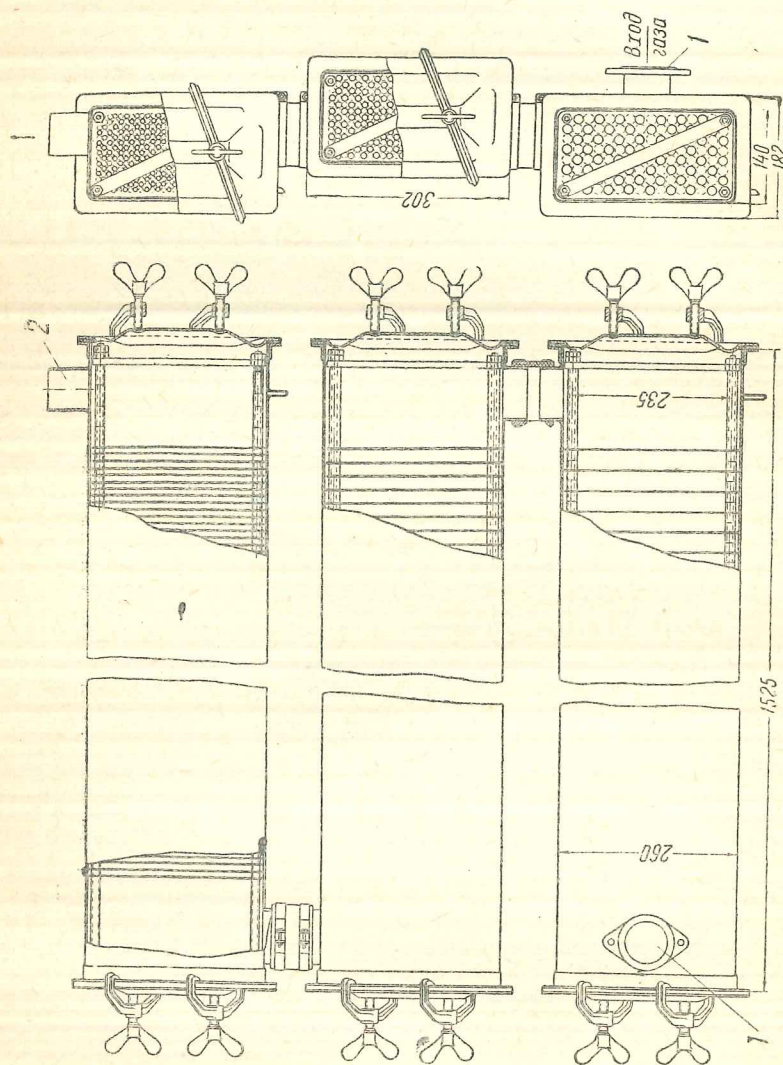
ся через люк, закрывае-
т очистителя газ посту-
патрубок 4, направляясь
газ вновь возвращается
о правую часть, не имею-
ль отстойника. Наконец,
убок 6 направляется да-

Имеющиеся на чертеже местные вмятины 7, 8 и 9 служат для обхода лонжеронов рамы и пропуска рукоятки.

Опыты показали, что инерционные очистители пластинчатого типа, подобные рассмотренному, работают значительно эффективнее, если через них проходит холодный газ, выделяющий пары воды в виде конденсата. В этом случае к увлажненным поверхностям прилипают мелкие частицы пыли, чем увеличивается степень



очистки газа. Под этим углом зрения схему очистителя Имберт, левая часть которого рассчитана на очистку только под действием сил инерции, нельзя признать удачной, поскольку газ поступает на пластинки до охлаждения. Целесообразнее было бы левую и правую части поменять местами.



Фиг. 53. Инерционный пластинчатый очиститель Берлие. Этот же аппарат служит также и для охлаждения газа.

В новейших конструкциях легких газогенераторных установок, особенно рассчитанных на древесное топливо, большое распространение получили инерционные пластинчатые очистители, применяемые в различных модификациях фирмами Берлие, Имберт, Менк и Гамброк, Кромаг и др.

Они состоят из цилиндрических или прямоугольных резервуаров, в которые вставляются насадки из пластин с отверстиями. Обычно пластины собираются таким образом, что против каждого отверстия любой пластины находится сплошной участок стенки другой, соседней с ней. Таким образом, газ, пройдя через отверстия, ударяется о стенки следующей пластинки, чем достигается потеря скорости частицами, и они опускаются вниз.

В современных установках подобные очистители нередко используются одновременно и для охлаждения газа. В этом случае полный комплект комбинированного охладителя-очистителя состоит из ряда (иногда до 6 штук) отдельных барабанов или секций, соединяемых между собою последовательно. По мере приближения газа к последним секциям температура его все снижается и выделение конденсата увеличивается. Увлажненные же поверхности, как уже указывалось, значительно улучшают качество очистки. Поэтому очиститель по своей работе занимает среднее положение между грубым и тонким очистителями.

Очиститель (он же охладитель) подобного типа фирмы Берлие представлен на фиг. 53. Отдельные секции отличаются между собой тем, что в каждой последующей секции по ходу газа увеличивается число пластинок и число отверстий в них. Соответственно этому уменьшается диаметр отверстий, а также расстояние между пластинами. В остальном устройство очистителя ясно из чертежа, где 1 патрубок входа, а 2 патрубок выхода газа.

Эффективность очистки и охлаждения газа пластинчатыми инерционными очистителями оказалась настолько высокой, что фирма Берлие нашла возможным применить эту систему на легковом газогенераторном автомобиле.

Приведенный обзор грубых очистителей не включает конструкции, не получившие широкого применения в автотракторных газогенераторных установках, как, например, инерционноударные лодочного типа, центробежные очистители с вращающимися лопатками и т. п.

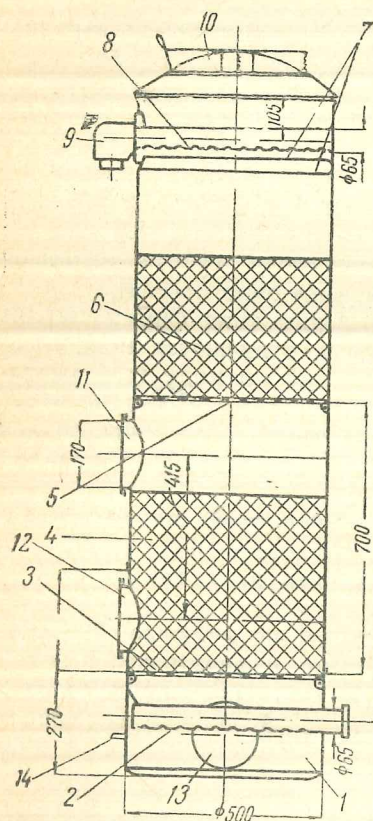
Тонкие очистители

В современных газогенераторных установках, характерных выходом влажного газа, например, в дровяных, торфяных и т. п., для тонкой очистки газа часто применяются системы с развитой увлажненной поверхностью.

Устроенный по этому принципу тонкий очиститель Берлие включает в качестве очищающего материала так называемые кольца Рашига, представляющие собой небольшие пустотелые цилиндрики из металла или фарфора. Благодаря тому, что в небольших объемах помещается очень большое число колец, представляется возможность поместить в очистителе, свободно устанавливаемом на грузовом автомобиле в его габаритах, 20—30 тыс. колец. Вес всех этих колец (40—50 кг) вполне приемлем, а их суммарная поверхность очень велика (1 м³ колец имеет общую поверхность около 250 м²).

При наличии в газе водяных паров, конденсирующихся после

охлаждения и смачивающих поверхность колец, они не только улавливают мельчайшую пыль, но обладают еще одним ценным свойством, заключающимся в свойстве самоочищаться. Последнее достигается тем, что конденсат по мере накопления стекает вниз, увлекая с собой осевшие на поверхности кольца пылинки. Такое свойство удлиняет срок службы колец между очистками и упрощает уход за очистителем в эксплуатации.



Фиг. 54. Схема тонкого очистителя Берлие с кольцами Рашига.

Слив конденсата происходит автоматически через отверстия в стенке и трубку 14. Так как во время работы двигателя на газе в очистителе имеется разрежение, то конденсат может сливаться только на стоянках при неработающем двигателе. Сливная трубка 14 устанавливается несколько выше дна, чтобы сохранить в очистителе определенный слой конденсата. Выходя из трубки 2, газ ударяется о поверхность конденсата, оставляя в нем часть пыли. Таким образом наличие конденсата способствует улучшению очистки газа.

Неоднократная проверка очистителей типа Берлие в лаборатории подтвердила высокие качества этого агрегата, который можно рекомендовать для использования в дровяных газогенераторных установках, а также в других установках, где имеет место выход влажного газа.

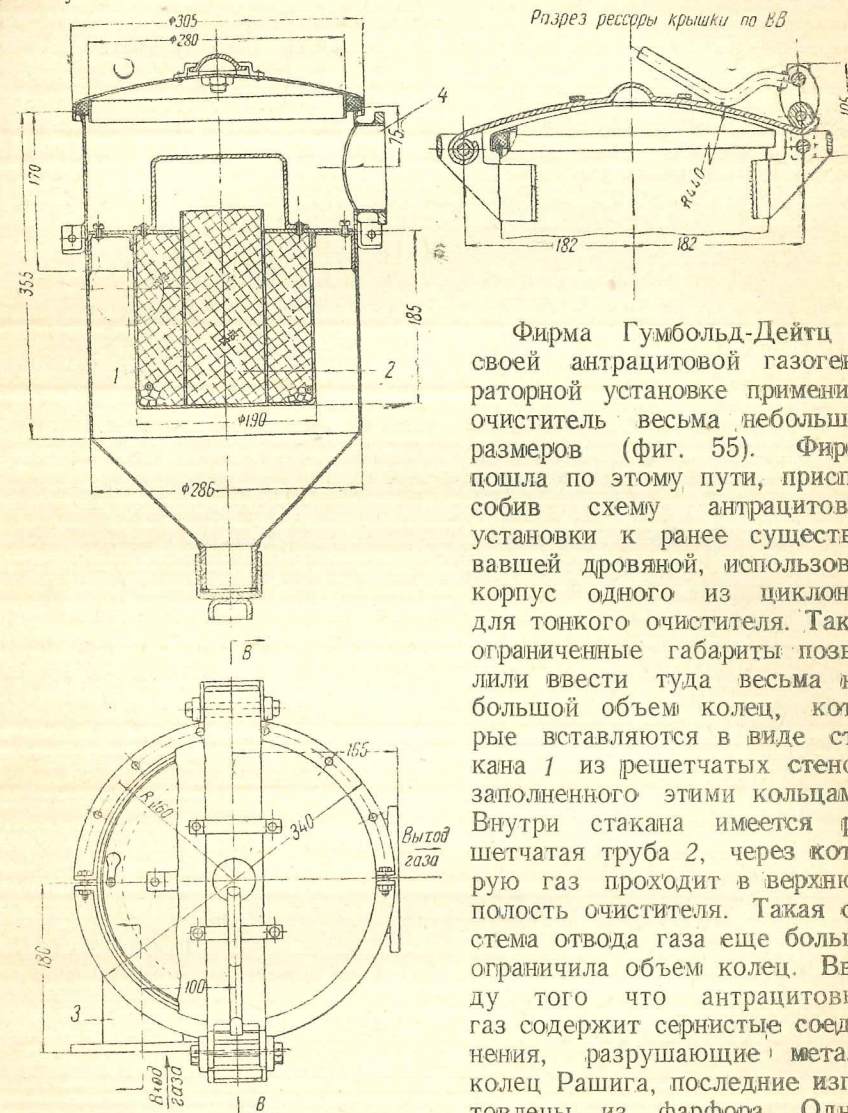
Необходимо, однако, заметить, что высокое качество очистки газа в очистителях с кольцами Рашига может быть достигнуто

лишь при достаточно большом количестве колец. В случае невозможности разместить очистители соответствующих размеров следует лучше отказаться от этого способа очистки и искать другие пути.

Схема тонкого очистителя Берлие представлена на фиг. 54. В поддон 1 очистителя вводится труба 2, снабженная внизу рядом сверлений. По выходе из трубы газ направляется через сетку 3 к нижнему ярусу колец Рашига 4. Пройдя этот слой колец и пространство между ними и второй сеткой 5, газ проходит второй ярус колец Рашига 6, а затем, обогнув отражательные пластины 7, проходит через газотборную трубу 8, аналогичную трубе 2 и патрубок 9 и направляется далее к смесителю. Сверху очиститель герметически закрывается крышкой 10, а сбоку имеет три люка, из которых люк 11 предназначен для загрузки колец, люк 12 — для их выгрузки в случае необходимости очистки и промывки и люк 13 — для очистки поддона от накапливающейся там грязи.

Слив конденсата происходит автоматически через отверстия в стенке и трубку 14. Так как во время работы двигателя на газе в очистителе имеется разрежение, то конденсат может сливаться только на стоянках при неработающем двигателе. Сливная трубка 14 устанавли-

вается несколько выше дна, чтобы сохранить в очистителе определенный слой конденсата. Выходя из трубки 2, газ ударяется о поверхность конденсата, оставляя в нем часть пыли. Таким образом наличие конденсата способствует улучшению очистки газа.



Фиг. 55. Тонкий очиститель Гумбольдт-Дейтц.

фарфоровые кольца также и для очистки газа от серы.

Газ входит в тонкий очиститель через нижний боковой патрубок 3, расположенный по касательной для завихрения газа и охвата им всего объема колец, а отводится через патрубок 4, примыкающий к верхней полости. Сверху очиститель закрывается крышкой:

Фирма Гумбольдт-Дейтц в своей антрацитовой газогенераторной установке применила очиститель весьма небольших размеров (фиг. 55). Фирма пошла по этому пути, приспособив схему антрацитовой установки к ранее существовавшей дровяной, использовав корпус одного из циклонов для тонкого очистителя. Такие ограниченные габариты позволили ввести туда весьма небольшой объем колец, которые вставляются в виде стакана 1 из решетчатых стенок, заполненного этими кольцами. Внутри стакана имеется решетчатая труба 2, через которую газ проходит в верхнюю полость очистителя. Такая система отвода газа еще больше ограничила объем колец. Ввиду того что антрацитовый газ содержит сернистые соединения, разрушающие металл колец Рашига, последние изготовлены из фарфора. Одновременно преследовалась, по-видимому, цель использовать

с зазором такой же конструкции, как и у циклона этой же машины.

Произведенные в НАТИ дорожные и лабораторные испытания автомобиля Фаун с антрацитовой газогенераторной установкой Гумбольд-Дейтц показали неудовлетворительную работу системы очистки, которая выразилась в повышенном износе кривошипно-шатунного механизма и значительной коррозии шеек коленчатого вала и других частей под действием сернистых соединений антрацита.

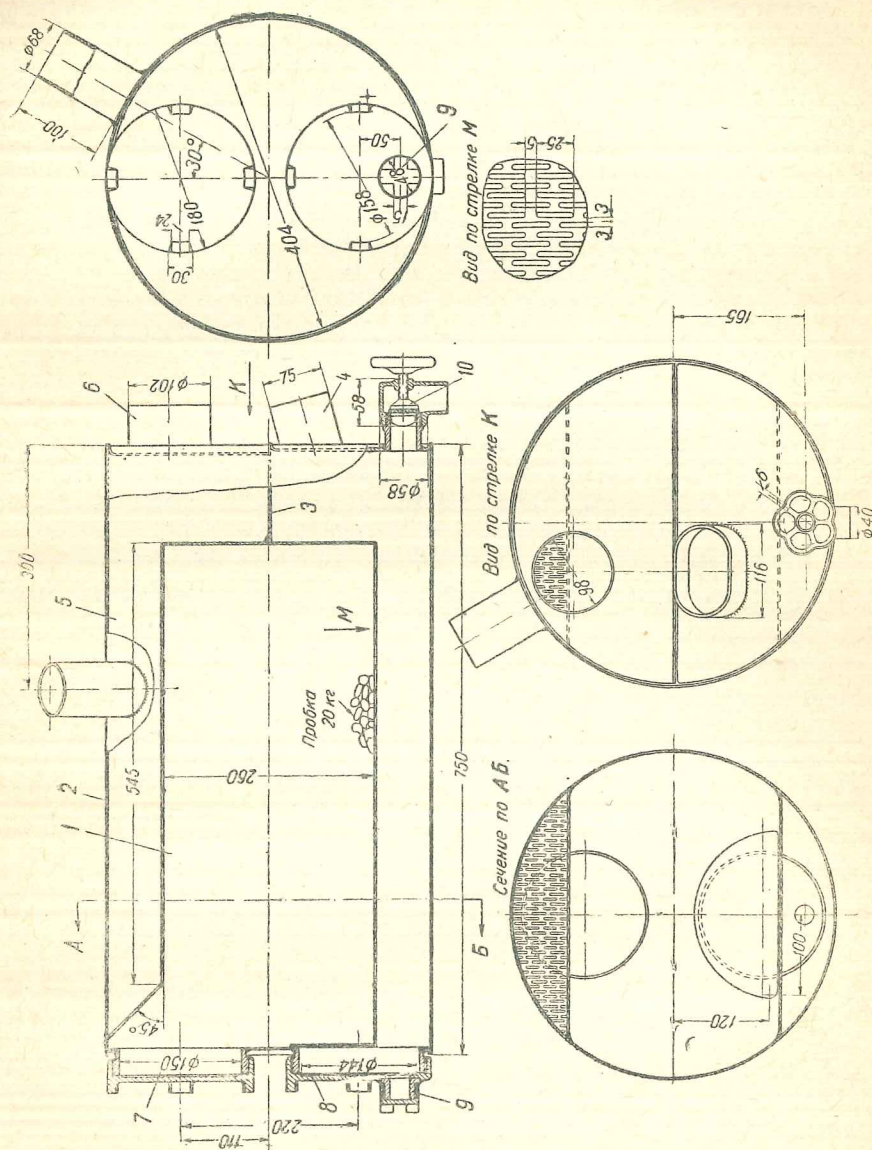
Тонкий очиститель Имберт (фиг. 56) является промежуточным типом между поверхностным очистителем и фильтром, в котором фильтрующий материал представляет собою сыпучее тело. Ограниченное днищем и параллельными плоскостями (сетками) пространство 1 внутри корпуса 2 заполнено пробковой крошкой. Промежуток между днищами корпуса и собственно фильтром разделен пополам перегородкой 3, так что газ может проходить только через сетку. Вступив в очиститель через патрубок 4, газ через нижнюю сетку направляется в пространство 1, пронизывая всю толщу пробковой массы. Здесь происходит его очистка вследствие прилипания пыли к увлажненным конденсатом кусочкам пробки, а также вследствие фильтрующего действия той же пробковой крошки. Через верхнюю сетку газ попадает в полость 5, имеющую в сечении форму сегмента, а затем через патрубок 6 к смесителю.

Люк 7, закрываемый крышкой на резьбе без уплотнительной прокладки по типу крышки газогенератора Менк и Гамброк, служит для загрузки пробковой крошки, а люк 8 одновременно для выгрузки пробки и для очистки нижней части очистителя под сеткой от всякого рода отходов. Для спуска конденсата в крышке 8 имеется пробка 9, а с другой стороны очистителя спускной вентиль 10. Этот очиститель может быть отнесен к числу лучших современных очистителей, не уступающих таковым с кольцами Рашига. К недостаткам его можно отнести необходимость иметь довольно дефицитный материал — пробку, количество которой на очиститель составляет около 20 кг.

Наивысшая степень тонкой очистки газа при сухой очистке может быть достигнута применением матерчатых фильтров. Сущность этого способа очень проста и заключается в пропускании газа через один или несколько слоев материи (хлопчатобумажной, шерстяной, шелковой), как показано на схеме (фиг. 57), где 1 — корпус, 2 — патрубок подвода газа, 3 — матерчатые мешки, обтягивающие соответствующие каркасы, 4 — коллектор очищенного газа и 5 — патрубок отбора газа.

В отношении влажности газа матерчатые фильтры предъявляют требования, противоположные кольцам Рашига, а именно, проходящий через них газ должен быть сухим, или во всяком случае, температура его должна быть выше точки росы, т. е. выше той температуры, при которой начинается конденсация паров воды. В противном случае конденсирующиеся пары осаждаются на поверхности материи и уменьшают ее пропускную способность. Кроме того, при увлажнении материи возрастают сопротивления

проходу газа, что влечет за собой падение мощности двигателя и в конечном счете делает работу его невозможной вследствие прекращения поступления газа. С другой стороны, слишком высокая



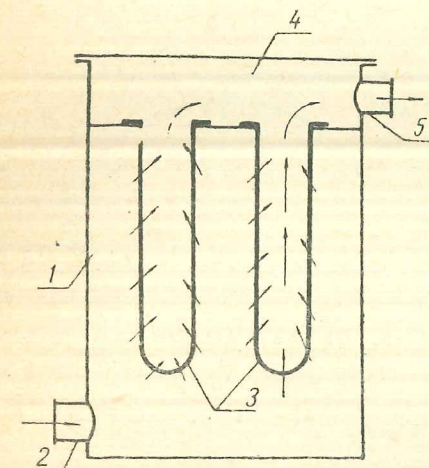
Фиг. 56. Тонкий очиститель Имберт.

температура опасна для материи ввиду возможности ее прогорания.

Конструктивно матерчатые фильтры очень часто выполняются комбинированными, т. е. в сочетании с каким-либо другим видом очистки, например пропусканием газа через кокс или другой фильтрующий материал.

Тонкий очиститель Гоен-Пуллен (фиг. 58) является комбинированным и состоит из матерчатого фильтра и дополнительной очистки, описание которой дано ниже.

Очиститель имеет двойные стенки и состоит из корпуса 1 и внутреннего кожуха 2. Газ входит через патрубок 3 и течет вниз через кольцевое пространство между корпусом и внутренним кожухом. Войдя через трубу 4 в отражательную коробку 5, газ ударяется о ее стенки, меняет свое направление вниз, выделяя при этом более крупные частицы, если таковые в нем еще сохранились. Пространство между отражательной коробкой и мешками 6 заполняется пробковой пылью, которая несет двойную службу. Во-первых, при прохождении через нее газа она принимает на себя определенную часть угольной пыли и, во-вторых, она увлекается потоком газа и ударяется о поверхность мешков, способствуя их очистке от осевшей на них пыли.



Фиг. 57. Схема устройства матерчатого фильтра.

К трубе 4 приварено плоское кольцо и горловина 8, через которую происходит нажатие к уплотнительной прокладке 9 помощью скобы 10, которая, в свою очередь, притягивается к нижнему конусу внутреннего кожуха двумя пружинами 11. Таким образом создается герметичность и газ может проникнуть внутрь очистителя только через трубу 4. Для удаления из очистителя пробковой пыли отпускают пружины 11, а затем опускают вниз скобу и трубу 4 и удаляют пробковую пыль. Удаление ее происходит через нижний люк, закрываемый крышкой 12. Крепление крышки достигается маховичком 13, наворачиваемым на шпильку, приваренную к поперечине 14, которая при вращении маховичка упирается в ограничитель 15.

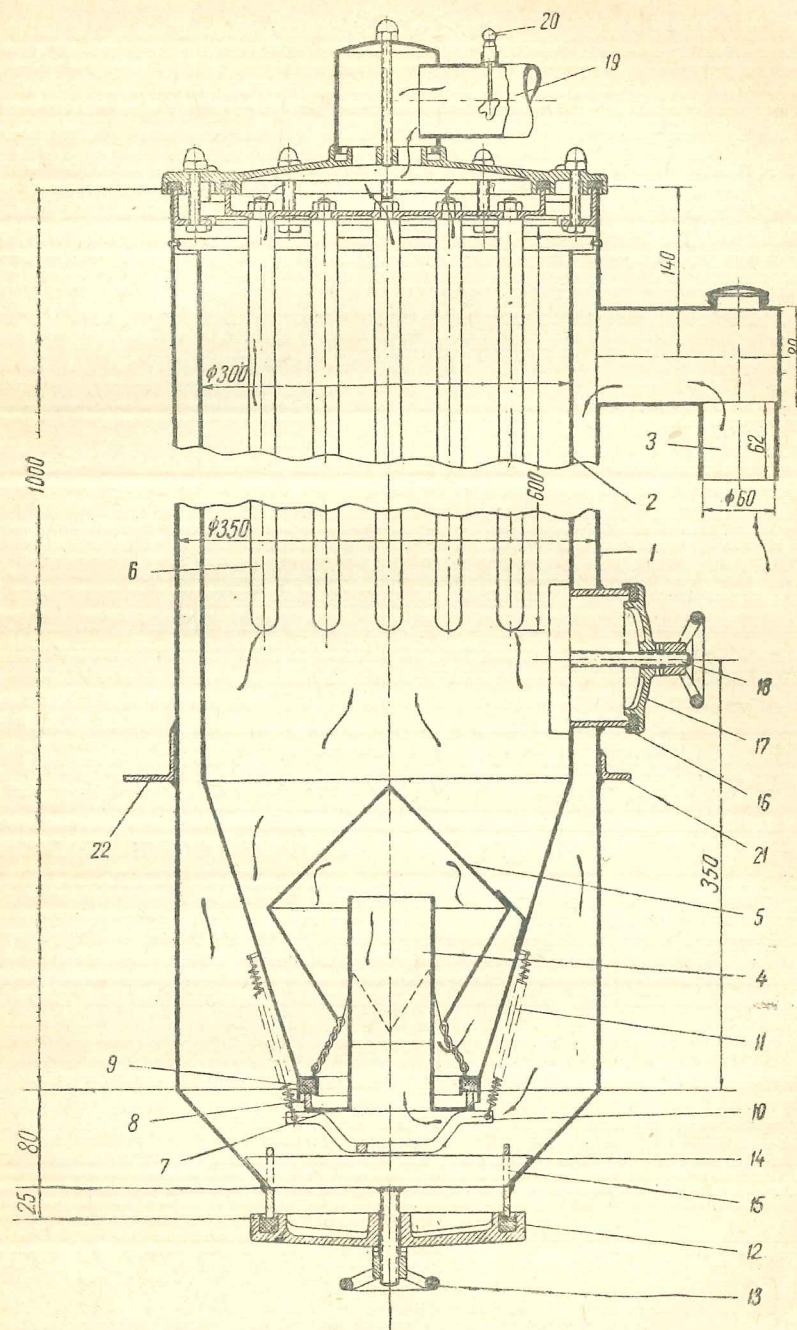
Проход газа через мешки фильтра и отбор его из очистителя принципиально не отличается от показанного на схеме фиг. 57.

Для проверки состояния пробковой пыли имеется боковой люк 16, закрываемый крышкой 17, которая крепится маховичком 18 таким же образом, как и крышка нижнего люка.

Наконец, для проверки чистоты газа в газоотборную трубу 19 вставляется штифт 20, к наконечнику которого прикрепляется белая ватка. При исправном состоянии фильтра эта ватка довольно долго остается сравнительно чистой. При прорыве какого-либо мешка она быстро покрывается слоем сажи.

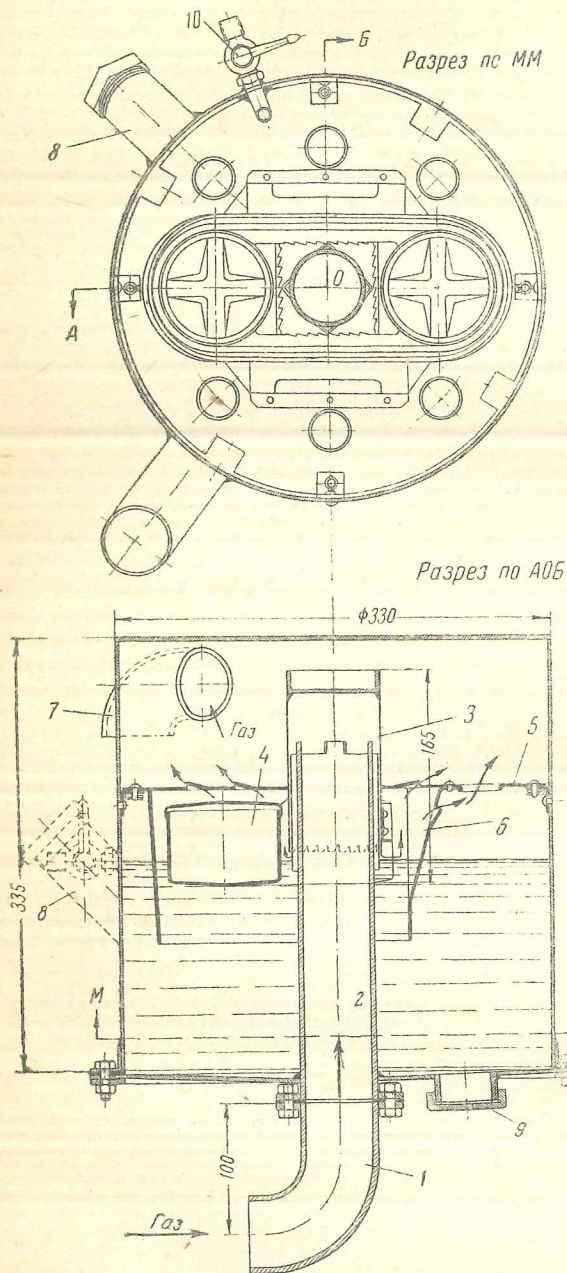
Для крепления очистителя к нему приварены лапки 21 и 22 из углового железа.

По указанным выше причинам мокрые очистители типа промыв-



Фиг. 58. Тонкий очиститель Гоен-Пуллен с матерчатым фильтром.

вателей, а тем более с применением проточной воды в автотракторных газогенераторных установках не встречаются. Все же мокрая очистка иногда имеет место, в большинстве случаев, как средство для окончательной или тонкой очистки газа.



Фиг. 59. Тонкий (масляный) очиститель Брандт.

верхность масла, к которому прилипают мелкие частицы пыли, содержащиеся в газе. Далее газ проходит между стенками

цилиндрической формы разделен перегородкой на две части — нижнюю, заполняемую маслом, и верхнюю, являющуюся коллектором для очищенного газа, который отсюда отводится к двигателю. В очиститель газ поступает через патрубок 1 и вертикальную трубу 2, поднимающуюся выше перегородки, т. е. выступающую в верхний коллектор. Над трубой 2 опрокинута камера 3 с закрытым сверху дном и прикрепленными к ней двумя поплавками 4. Положение камеры и поплавков, находящихся ниже перегородки 5, зависит от количества налитого масла и может регулироваться произвольно. Вокруг поплавков находится колодезь 6, прикрепляемый к перегородке 5.

По выходе из трубы 2 газ поворачивается вниз и проходит через пространство между стенками трубы и камерой 3, ударяясь о по-

верхность масла, к которому прилипают мелкие частицы пыли, содержащиеся в газе. Далее газ проходит между стенками колодезя и поплавками и выходит в коллектор через шесть отверстий и ряд щелей, имеющих в перегородке 5. Отбор газа производится через патрубок 7, заливка масла в очиститель через патрубок 8, закрываемый крышкой, а спуск грязного масла через патрубок 9. Для проверки уровня масла при заливке и во время работы в корпусе очистителя установлен контрольный кран 10.

Для заправки очистителя требуется 10—12 л масла; так как он не имеет достаточной поверхности соприкосновения газа с маслом, его нельзя отнести к числу интенсивно действующих и желательных для эксплуатации приборов.

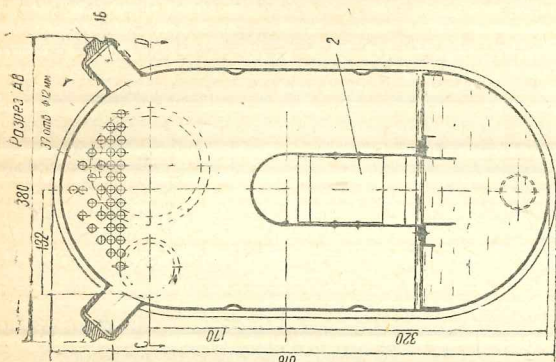
Одним из немногих очистителей комбинированного типа, где в одном агрегате осуществляется грубая и тонкая очистка газа, является конструкция очистителя Виско-Автогаз (фиг. 60). Очиститель представляет собою резервуар, разделенный перегородками на несколько частей. Газ входит через патрубок 1 в приемную полость 2, простирающуюся до вертикальной перегородки 3. Полость 2 не имеет дна и боковые стенки ее с зубчатыми вырезами внизу опускаются ниже уровня воды, наливаемой в центральную камеру очистителя 4. С боков приемной полости во всю незанятую ею ширину укладываются перфорированные (дырчатые) листы 5 на уровне у поверхности воды, т. е. несколько выше нижних краев стенок полости 2. Таким образом газ вынужден пройти через воду, где подвергается промывке.

Зубчатые края стенок полости разбивают газ на отдельные струйки, что улучшает его очистку. Через дырчатые листы 5 газ выходит по обе стороны приемной полости 2 в верхнюю часть центральной камеры, заполненную пробковой стружкой, которая хорошо увлажняется капельками воды. Пройдя слой пробковой стружки, газ через верхнюю часть перегородки 3, имеющей ряд сверлений, перетекает в промежуточный канал 6, откуда попадает в камеру 7, заполненную маслом до такого же уровня, как вода в центральной камере. Пройдя через масло и вследствие соприкосновения с его поверхностью газ подвергается тонкой очистке и затем через перфорированный горизонтальный лист 8 попадает в последнюю камеру очистителя 9, заполненную металлическими спиралями. Здесь происходит осушка газа от мелких капелек воды и масла и его окончательная очистка. Отбирается газ через патрубок 10.

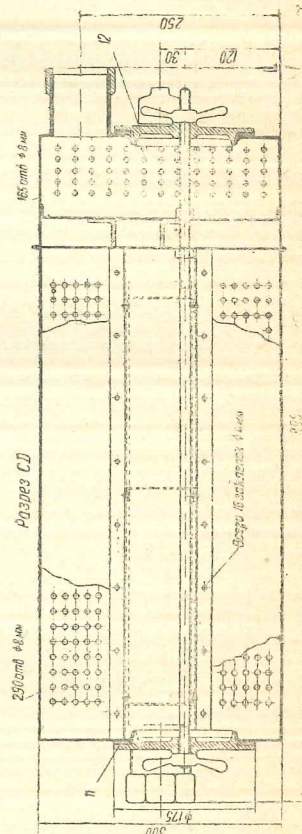
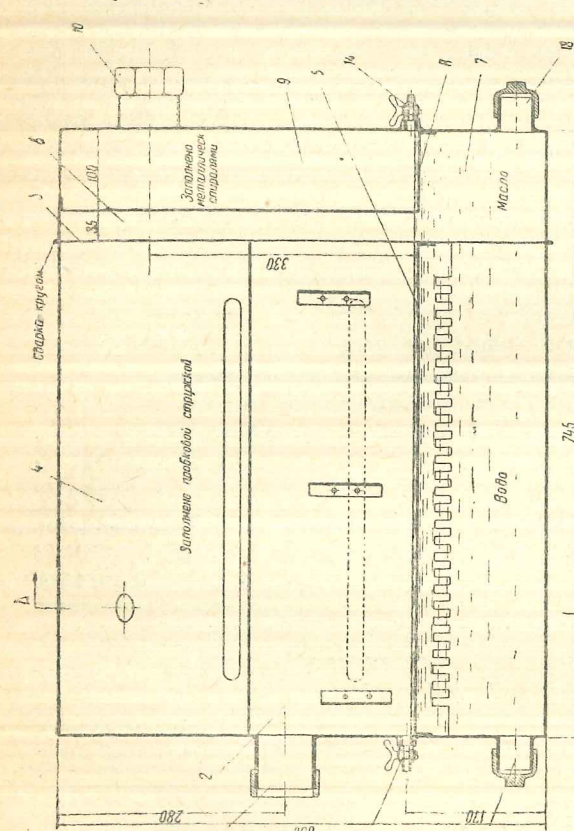
Для загрузки и выгрузки фильтрующего материала, проверки уровня жидкостей и их удаления после загрязнения очиститель имеет: 1) для пробковой стружки люк, закрываемый крышкой 11, 2) для металлических спиралей устройство с люком и крышкой 12 такой же конструкции и размеров, как и 11, 3) для проверки уровня воды и масла контрольные краники 13 и 14 одинаковых размеров, 4) для заливки воды две пробки 15 и 16, 5) для спуска воды пробку 17, и 6) для спуска масла пробку 18.

Достоинством очистителя Виско-Автогаз является его компактность и небольшой вес. Рассчитанный на трехтонный грузовик он весит всего 89 кг и дает хорошие показатели по очистке газа, являясь одновременно также и охладителем. Охлаждение газа достигается за счет подогрева и испарения воды, через которую он проходит.

К недостаткам этого очистителя можно отнести необходимость иметь четыре различных фильтрующих материала и наличие в системе воды, что усложняет уход в связи с возможностью ее за-



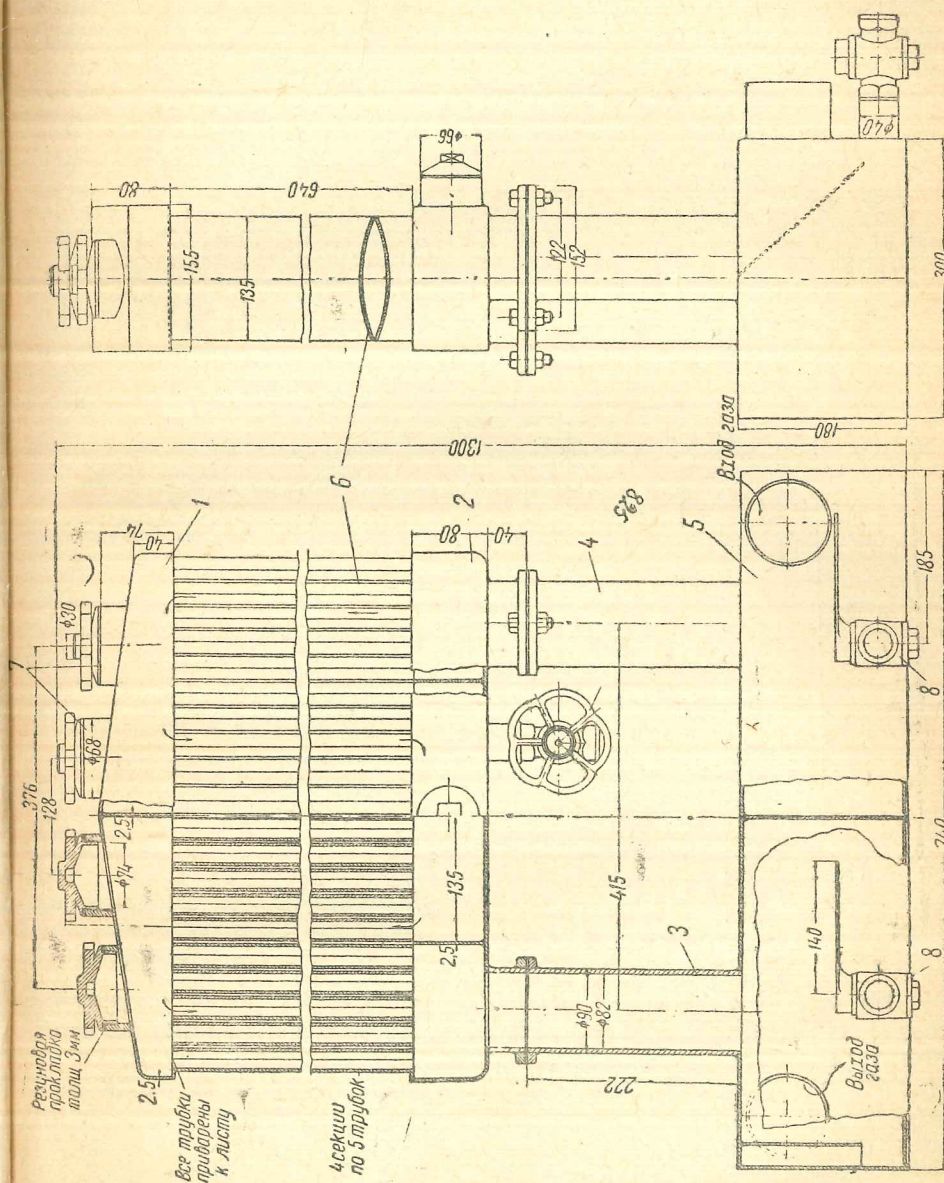
Фиг. 60. Комбинированный очиститель Виско-Автотаз.



мерзания при длительных стоянках в зимнее время. Несмотря на эти недостатки комбинированный очиститель типа Виско-Автотаз может иметь большое распространение в эксплуатации, особенно в умеренном климате.

3. ОХЛАЖДЕНИЕ ГАЗА И ТИПЫ ОХЛАДИТЕЛЕЙ

Чем выше температура газа, а следовательно и рабочей смеси, тем меньше весовой заряд этой смеси и развиваемая двигателем

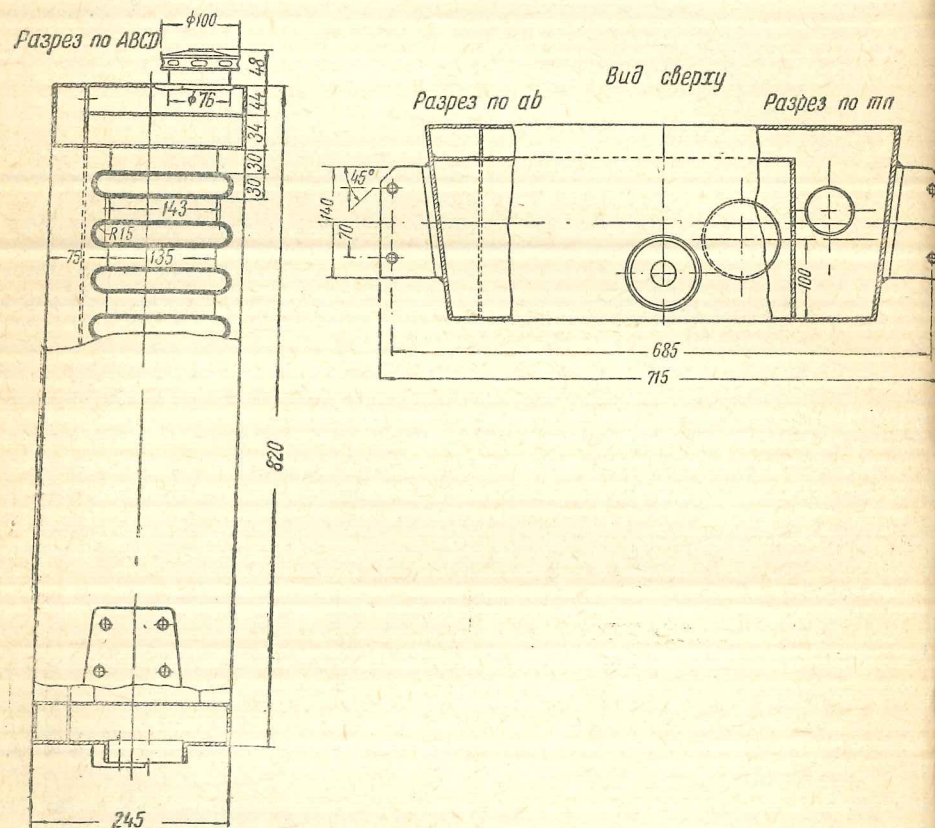


Фиг. 61. Охладитель деревянной газогенераторной установки Гумбольдт-Дейтц.

мощность. Это является первой и главной причиной необходимости охлаждения газа. Вторая, также очень важная причина, заклю-

чается в том, что по мере охлаждения газа содержащиеся в нем пары воды конденсируются и облегчают очистку.

В некоторых конструкциях газогенераторов, имеющих подогрев бункера, первичное охлаждение газа осуществляется в самом газогенераторе. Но и в этом случае температура газа по выходе из газогенератора все еще слишком высока для непосредственного использования газа в двигателе. Поэтому газ нуждается в дальнейшем охлаждении.

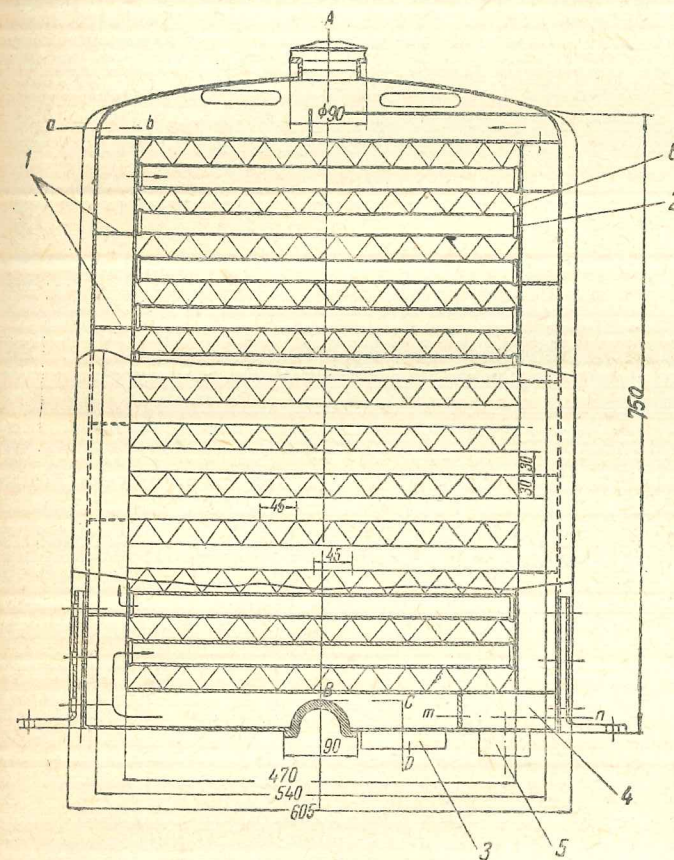


Фиг. 62. Охладитель типа Имберт,

Из обзора очистителей и описания их конструкций нетрудно будет сделать вывод, что любой очиститель, независимо от его конструкции, является средством дополнительного охлаждения газа. В некоторых очистителях, особенно автомобильных, охлаждение газа идет настолько глубоко, что он не нуждается даже в специальных охлаждающих устройствах. Такие очистители, которые одновременно выполняют также роль охладителей, имеют даже специальное название очистителей-охладителей. Не всегда, однако, они являются достаточными, особенно когда установка эксплуатируется на тихоходных машинах — тракторах, дорожных катках,

экскаваторах или в стационарных условиях. В этих случаях возникает надобность в специальных охладителях.

В целях удлинения периода между чистками охладителя от пыли и грязи и для улучшения условий охлаждения газа, охлаждающие приборы должны проектироваться с таким расчетом, чтобы они не выполняли очистительных функций. Во всех случаях это легко достигается приданием газу больших скоростей, что имеет следствием увеличение коэффициентов теплопередачи от газа к стен-



устанавливаемый на шасси Бюссинг.

кам охладителя и унос имеющейся в газе пыли при минимальном осаждении ее в самом охладителе. Для дальнейшего повышения интенсивности охлаждения газа охладитель очень часто размещается на машине впереди водяного радиатора, что, конечно, улучшает обдув и охлаждение за счет встречного потока воздуха, усиливаемого еще действием вентилятора.

Охладители такого типа применяются на установках фирмы Гумбольдт-Дейтц, Имберт и др.

На фиг. 61 представлен охладитель дровяной газогенераторной

установки Гумбольдт-Дейтц, устанавливаемый на пятитонном грузовике Фаун.

В основной своей части охладитель состоит из ряда вертикальных трубок, соединяемых сверху и внизу бачками, наподобие радиатора. Верхний бачок 1 разделен перегородкой на две части, а нижний 2 двумя перегородками на три части. Крайние секции нижнего бачка соединены длинными патрубками 3 и 4 с отстойником 5, также разделенным одной перегородкой на две части и служащим для сбора конденсата и пыли. Газ поступает в охладитель через приемный патрубок, приваренный к отстойнику, и идет через патрубок 4, крайнюю секцию нижнего бака и соответствующий пучок охладительных труб 6 в верхний бачок. Здесь газ поворачивает вниз и идет далее по пути, указанному на чертеже стрелками, вплоть до второй половины отстойника, откуда отбрасывается через газоотводный патрубок.

Для промывки охладителя и очистки его от осевшей в нем пыли и сажи в верхнем баке имеются четыре пробки 7, а для стока воды при промывке и конденсата при нормальной работе в эксплуатации предусмотрены спускные краны 8, имеющиеся на обеих половинках отстойника.

Охладитель вполне обеспечивает хорошее охлаждение газа при невысокой загрязняемости трубок, что указывает на правильный подбор скоростей газа.

Принципиально такой же тип охладителя, но несколько модифицированный в конструктивном оформлении, устанавливает фирма Фаун на грузовике в 3,5 т, оборудованный антрацитовой газогенераторной установкой Гумбольдт-Дейтц.

Наиболее правильно разрешено глубокое охлаждение газа в охладителе радиаторного типа Имберт; в этой конструкции (фиг. 62) осуществлены очень большие скорости газа. Охладитель такого типа имеет кроме верхнего и нижнего бачков также боковые коробки, расположенные вертикально. Обе коробки, составляющие одно целое с верхними бачками в виде общего корпуса охладителя, разделены горизонтальными перегородками 1 на ряд секций. Между боковыми коробками проложены горизонтальные трубы 2, имеющие в сечении форму вытянутого прямоугольника с закругленными краями. Нетрудно видеть, что при такой системе труб и перегородок газ протекает по трубам последовательно, чем и достигается большая скорость.

Вступив в охладитель через патрубок 3, газ последовательно проходит через все трубы до верхнего бачка, откуда, разделившись на два потока, спускается по каналам, расположенным сзади боковых коробок в секцию 4 нижнего бачка и далее отводится через патрубок 5. Воздух просасывается вентилятором через полости между горизонтальными трубами охладителя, где для лучшего отвода тепла вставлены ребра в виде зигзагообразной пластинки 6.

Хорошие показатели охладителя, а также его компактность позволили применить его в газогенераторной установке, смонтированной на легковом автомобиле Форд.

К недостаткам можно отнести усложненную несколько коп-

струкцию охладителя в целом, а также неудобство ремонта вследствие того, что охладитель является цельносварным.

4. ВЕНТИЛЯТОРЫ ДЛЯ РОЗЖИГА ТОПЛИВА

Для того чтобы разжечь топливо в газогенераторе, необходимо наряду с введением в него факела обеспечить интенсивное поступление воздуха. Последнее достигается либо самим двигателем, предварительно запущенным на бензине и просасывающим воздух через газогенератор и всю систему, либо установкой для этой цели специальных вентиляторов. Последние, в зависимости от расположения по отношению к газогенератору (до или после него), делятся на нагнетающие, стоящие до газогенератора и принудительно проталкивающие через него воздух, и всасывающие, стоящие после газогенератора в какой-либо точке системы между ним и двигателем. Так как вентилятор действует лишь при пуске газогенератора, то его устанавливают с таким расчетом, чтобы его можно было легко включить и выключить. Обычно он присоединяется к отростку или патрубку какого-либо трубопровода, имеющему заслонку, при помощи которой по желанию легко происходит присоединение вентилятора к системе или его выключение.

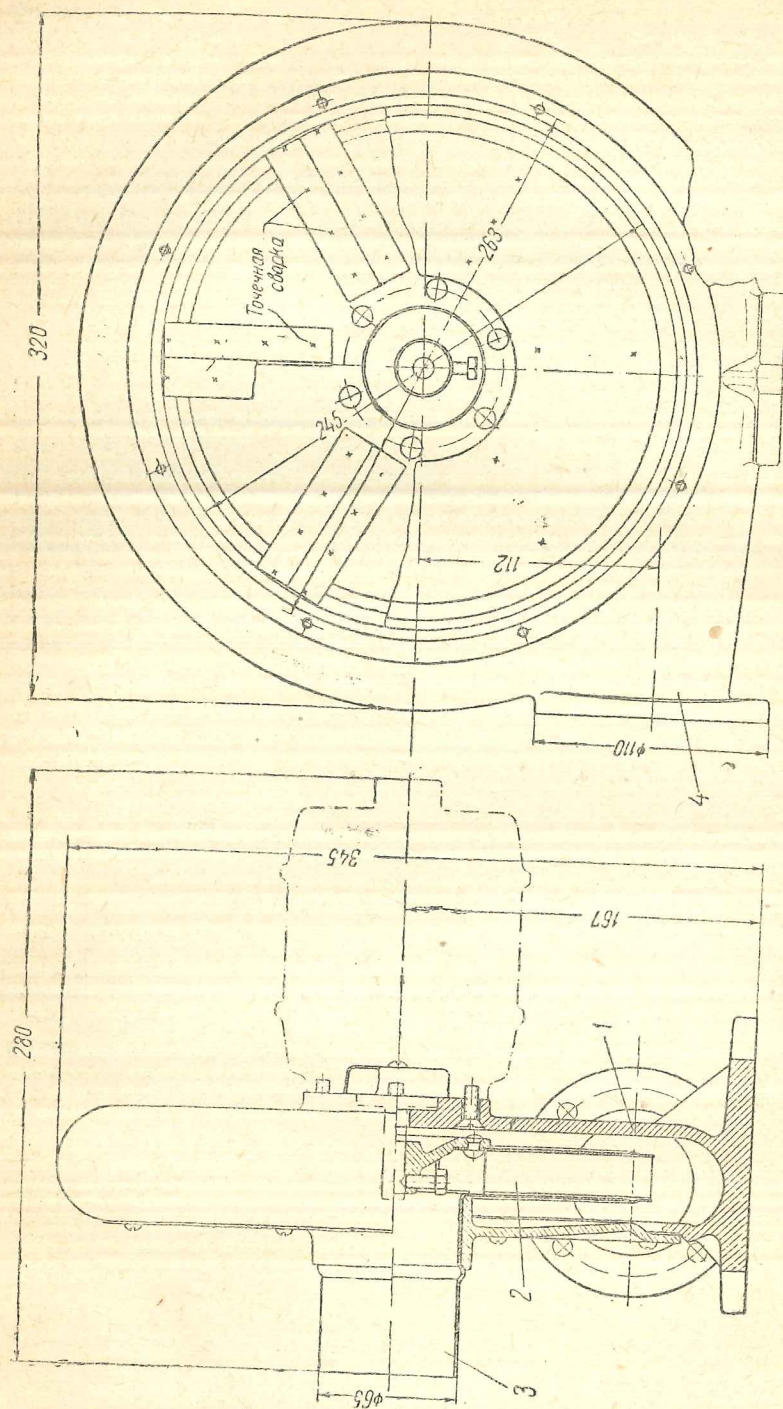
Вентилятор должен быть рассчитан на создание разрежения (для всасывающих) или напора (для нагнетающих), которые в обоих случаях должны быть достаточны лишь для преодоления сравнительно небольшого сопротивления системы.

Обычно применяются вентиляторы центробежного типа, состоящие из легкого вращающегося колеса (ротора) с лопатками, заключенного в кожух, через который прокачивается воздух с созданием при этом необходимого давления.

В качестве примера конструктивного оформления на фиг. 63 дан чертеж вентилятора Имберт-Вествагон, где 1 — кожух вентилятора, 2 — ротор с шестью лопатками, 3 — патрубок входа воздуха и 4 — патрубок выхода воздуха.

Привод к вентилятору для вращения ротора в большинстве случаев (особенно на автомобилях) осуществляется электрическим способом путем присоединения к вентилятору электромотора, включенного в электрическую сеть. Могут иметь место также вентиляторы с механическим приводом через зубчатую или гибкую передачу. Кроме того, встречаются конструкции с ручным или комбинированным приводом. В качестве примера последнего на фиг. 64 приведена схема вентилятора Менк и Гамброк, имеющего ручной и электрический привод. На схеме 1 — кожух вентилятора, 2 — ротор, 3 — патрубок входа воздуха, 4 — патрубок выхода воздуха, 5 — электромотор, делающий 2800 об/мин, 6 — коробка передач ручного привода, включающая также механизм сцепления и обеспечивающая передаточное число 1:24, и 7 — рукоятка ручного привода. Снижение числа оборотов вентилятора при ручном приводе удлиняет период розжига газогенератора, но самый розжиг обеспечивает.

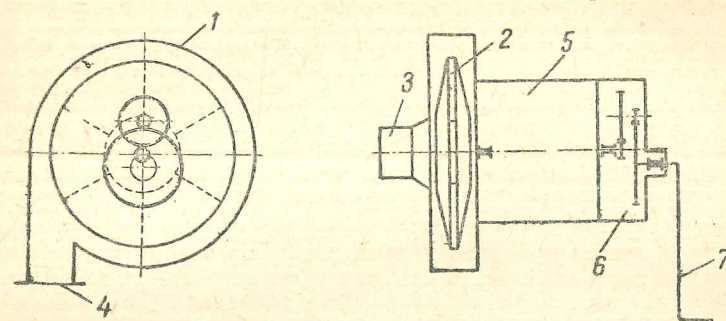
Преимуществом рассмотренного типа является возможность



Фиг. 63. Вентилятор Имберт-Вестагон.

Электромотор мощностью 0,066 кВт, напряжение 12 В, сила тока 10 А, число оборотов 3000 об/мин.

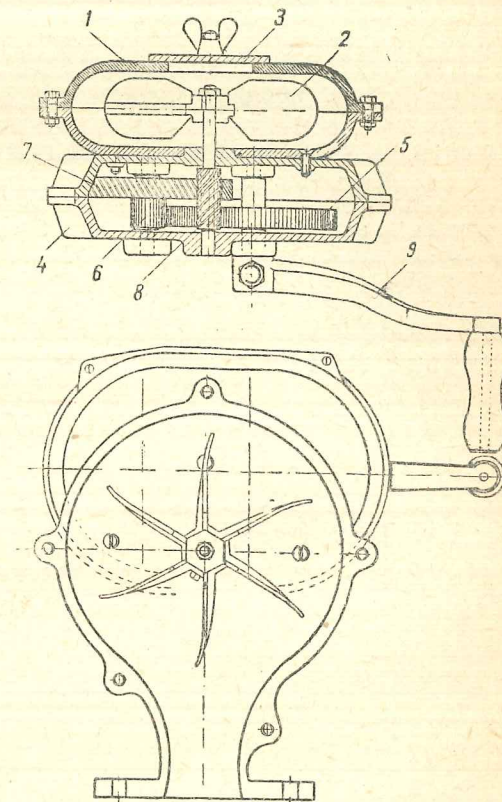
пользоваться вентилятором даже в случае частичной разрядки аккумулятора, не могущего в этом случае обеспечить работу элек-



Фиг. 64. Схема вентилятора Менк и Гамброк с комбинированным приводом — электрическим и ручным.

тродвигателя. Недостатком является усложнение конструкции.

На фиг. 65 представлен вентилятор Кола, имеющий только ручной привод. Вентилятор состоит из кожуха 1, внутри которого вращается ротор 2. Воздух поступает через отверстие, которое может закрываться заслонкой 3. К корпусу крепится коробка передач 4, включающая шестерни 5, 6, 7 и 8 с общим передаточным числом 1:48. Для вращения к первичному валу коробки передач крепится рукоятка 9. Особенностью вентилятора является то, что через него поступает воздух и во время работы газогенератора. В этом случае воздух проходит между неподвижными лопатками ротора и выходит из вентилятора через то же отверстие, что и при розжиге.



Фиг. 65. Вентилятор Кола с ручным приводом.

Независимо от типа и конструкции вентилятора он сам по себе является весьма желательным в каждой газогенераторной уста-

повке, так как он освобождает двигатель от необходимости работать на холостом ходу при больших оборотах, имеющих место в случае розжига газогенератора двигателем. Кроме того, он предохраняет цилиндры двигателя от попадания в них недоброкачественного и засоренного газа, выходящего из газогенератора в период розжига.

Большинство современных газогенераторных установок автомобильного типа имеет в своем составе вентиляторы для розжига.

Что касается тракторных газогенераторных установок, то ввиду того, что тракторы, как правило, не имеют аккумуляторного оборудования, удобным является использование вентиляторов с ручным приводом.

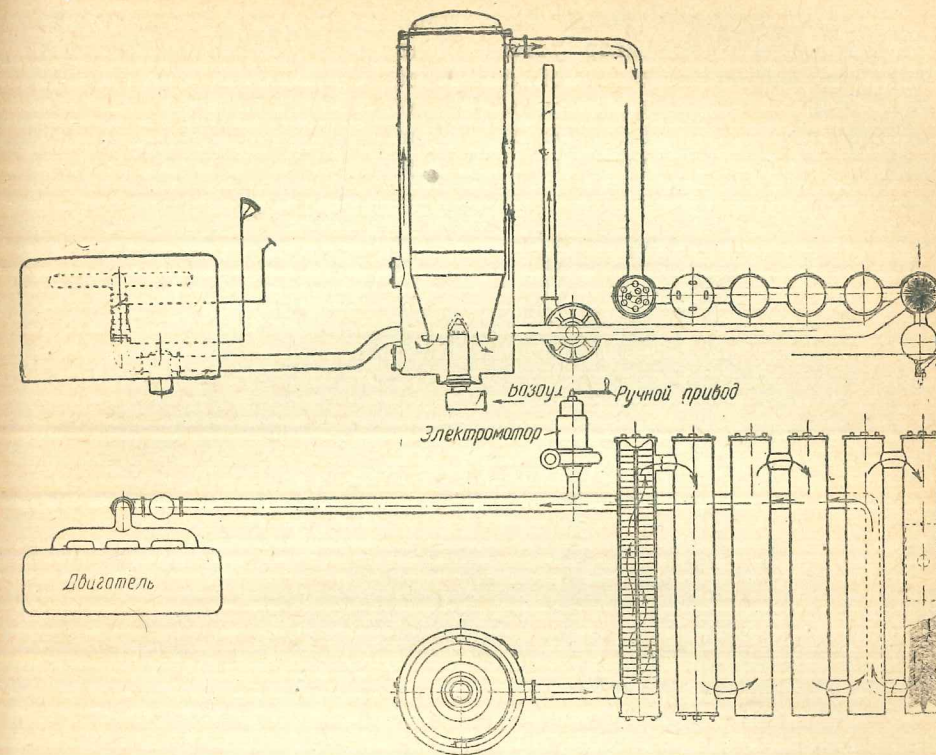
5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК. МОНТАЖ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК НА ШАССИ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Под технологической схемой газогенераторной установки следует понимать сочетание газогенератора с прочими элементами установки, которые вполне определяют как выбранный процесс газификации, так и порядок прохождения газа через все элементы установки (охлаждители, очистители), вплоть до его выхода в очищенном и охлажденном виде к месту потребления — к двигателю.

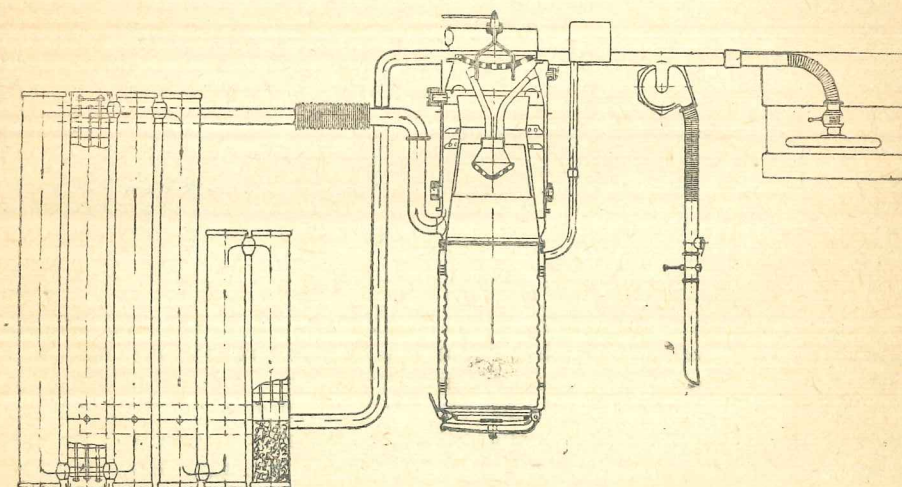
Технологические схемы обычно изображаются в упрощенном виде, т. е. без конструктивных подробностей отдельных узлов и целых агрегатов. Кроме того, от технологической схемы не требуется, чтобы она одновременно являлась и монтажной схемой, иначе говоря, расположение элементов установки на чертеже технологической схемы может не соответствовать действительному расположению тех же элементов на шасси трактора или автомобиля.

Газификация топлива может производиться в газогенераторах разных типов и конструкций, а очистка и охлаждение газа могут быть достигнуты в приборах, весьма различных между собою как по принципу действия, так и по конструктивному оформлению. При этих условиях создается возможность многочисленных комбинаций между различными газогенераторами и приборами охлаждения и очистки газа.

На фиг. 66 представлена технологическая схема газогенераторной установки Менк и Гамброк. Установка состоит из газогенератора с центральным подводом воздуха и комбинированного охладителя-очистителя. Последний включает в себя 5 секций в виде цилиндрических барабанов с насадками из круглых перфорированных дисков. Секции отличаются между собой лишь количеством дисков, расстоянием между ними и размером отверстий. Последняя секция имеет в качестве насадки вместо пластинчатой батареи проволоочную щетку цилиндрической формы. К трубе между последней секцией очистителя и смесителем присоединяется вентилятор с комбинированным приводом, электрическим и ручным по схеме, приведенной на фиг. 64.

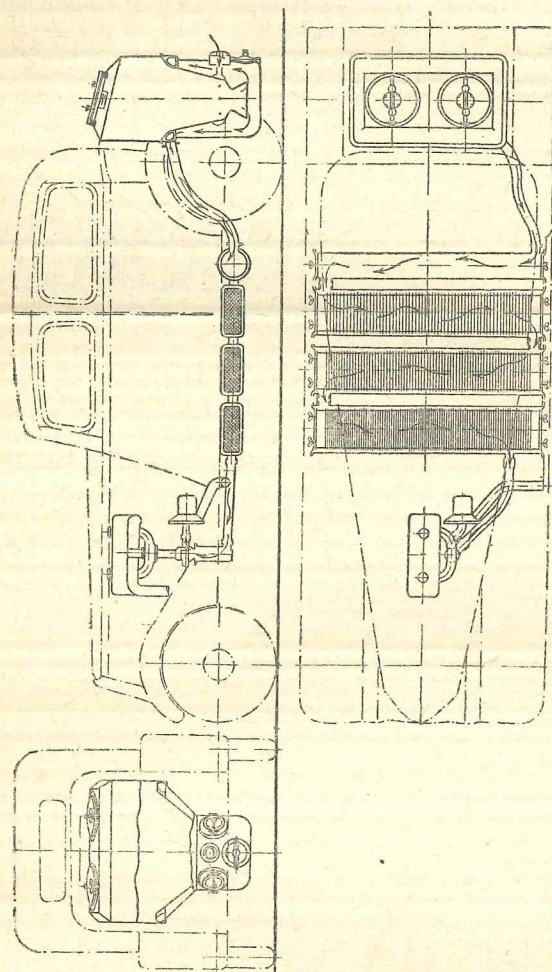


Фиг. 66. Технологическая схема газогенераторной установки Менк и Гамброк



Фиг. 67. Технологическая схема газогенераторной установки Кромаг.

Данная установка может быть удобно размещена на шасси автомобиля. Газогенератор устанавливается с левой стороны машины за кабиной с вырезкой лишь небольшого угла в грузовой платформе, т. е. при незначительной потере полезной площади. Все секции охладителя удачно размещаются в промежутке между полом платформы и лонжеронами без нарушения габаритных разме-

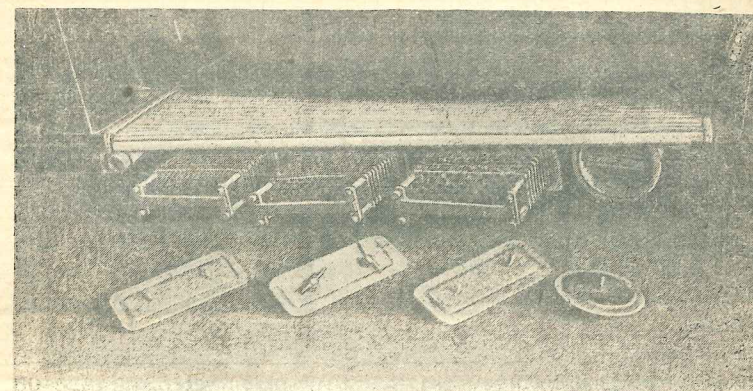


Фиг. 68. Схема газогенераторной установки Берлие на легковом автомобиле той же фирмы.

ров. Исключение составляет бачок-отстойник, установленный под лонжеронами рамы, что резко снижает угол заднего въезда машин и может быть оценено как крупный недостаток.

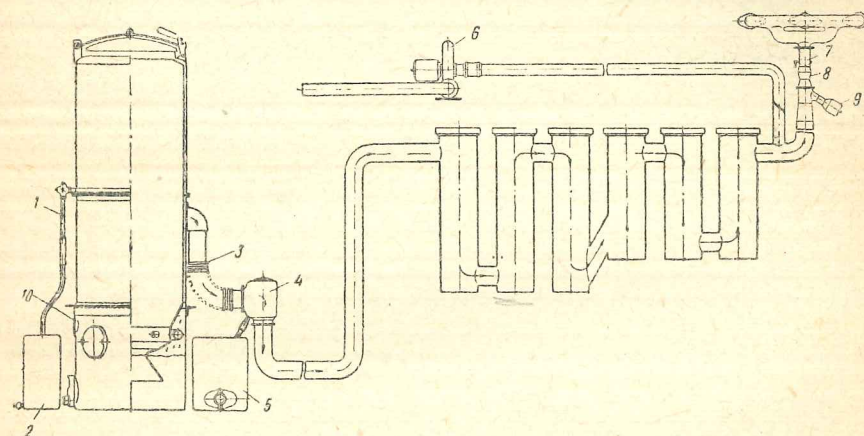
Совершенно аналогичный по своему устройству (за исключением газогенератора), технологической и монтажной схеме является установка Кромаг. Последняя (шестая) секция охладителя-очистителя на технологической схеме (фиг. 67) включает, кроме батареи пластин, некоторое количество древесной ваты (тонких стружек) перед выходным патрубком.

Технологическая схема газогенераторной установки легкового автомобиля Берлие, одновременно являющаяся также и монтажной схемой (фиг. 68), включает в качестве комбинированного агрегата



Фиг. 68а. Система охлаждения и очистки легкового автомобиля Берлие (один полый цилиндр и три секции пластинчатого охладителя расположены под лонжеронами).

охлаждения и очистки охладитель-очиститель, состоящий из одного полого цилиндра и трех секций прямоугольного сечения со встав-



Фиг. 69. Технологическая схема газогенераторной установки Имберг-Вествагон.

1 — трубопровод для спуска конденсата, 2 — конденсационный бачок, 3 — гибкая труба, 4 — циклон, 5 — пылесборник, 6 — вентилятор, 7 — дроссельная заслонка, 8 — смеситель, 9 — воздухоочиститель, 10 — обратный клапан газогенератора (выход воздуха).

ными батареями из перфорированных пластин. Как обычно, в очистителях такого типа по мере удаления от газогенератора число пластин и отверстий в них растет при одновременном уменьшении расстояния между пластинами и диаметра отверстий.

При небольшом клиренсе, т. е. расстоянии от низшей точки машины до земли, у автомобиля Берлие расположение очистителей-охладителей под лонжеронами делает машину трудно используемой на плохих дорогах. Установка охладителя-очистителя под подножками показана на фиг. 68а.

Близкой по системе очистки и охлаждения газа к рассмотренным типам является газогенераторная установка Имберт-Вествагон (фиг. 69). Технологическая схема отличается лишь добавлением циклона, описанного ранее и показанного на фиг. 50.

Установка Берлие для грузового автомобиля (фиг. 70) имеет комбинированный прибор в виде пластинчатого инерционного очистителя, предназначенного для грубой очистки газа и его охлаждения, и отдельный тонкий очиститель с кольцами Рашига по типу фиг. 54, от которой он отличается наличием в поддоне устройства для дополнительной очистки газа путем его промывки через слой конденсата.

Здесь только одна (третья) секция охладителя-очистителя расположена между лонжеронами и платформой. Первые две секции расположены под лонжеронами, что по компактности уступает системам Менк и Гамброк и Кромаг.

Типичным представителем установки с отдельными агрегатами для грубой очистки газа, охлаждения его и тонкой очистки является система Имберт-Брюссинг. Все элементы этой системы описаны выше, а технологическая схема представлена на фиг. 71.

Газогенераторные установки Кола и Брант не имеют специальных охладителей. В каждой из этих установок все операции по очистке и охлаждению осуществляются в трех аппаратах, соединяемых последовательно. Все эти элементы размещаются под платформой, что, несмотря на некоторую их громоздкость, не уменьшает полезной площади платформы. Самое же отсутствие охладителей может иметь следствием недостаточное охлаждение газа.

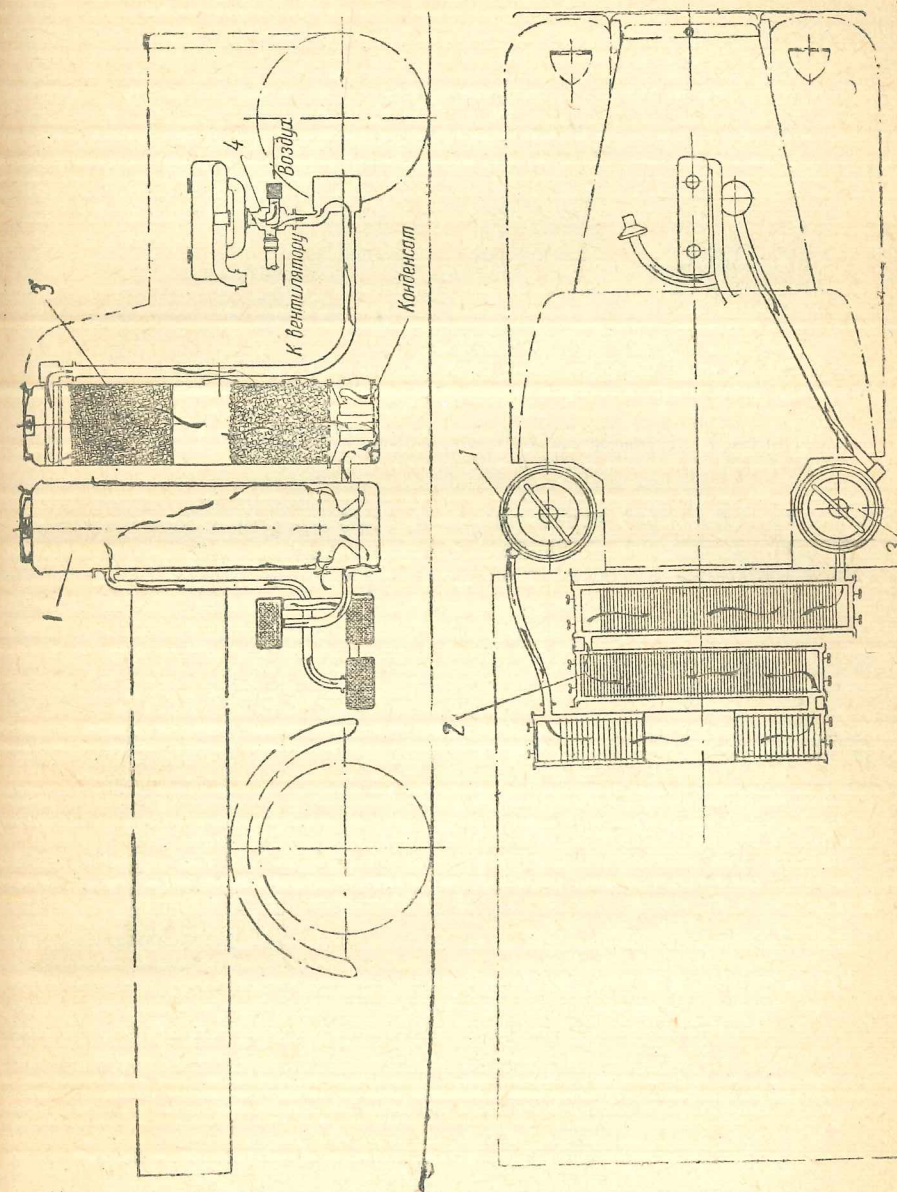
Установка Брандт, технологическая схема которой представлена на фиг. 72, состоит из газогенератора 1, инерционного очистителя 2, показанного на фиг. 51, объемного очистителя 3 с перегородками для изменения направления газа, и тонкого масляного очистителя 4, описанного выше и изображенного на фиг. 59.

Система очистки газогенераторной установки Кола (фиг. 73) состоит из трех принципиально однотипных очистителей 1, 2 и 3, из которых последний скомбинирован со смесителем и представляет собою очиститель уже не газа, а рабочей смеси, так как необходимый для образования этой смеси воздух смешивается с газом до его прохождения через элемент тонкой очистки, состоящий из металлической ваты, пропитанной маслом.

Весьма компактной является установка Виско-Автогаз (фиг. 74), в которой все операции охлаждения и очистки совершаются в одном комбинированном очистителе, описанном выше (фиг. 60).

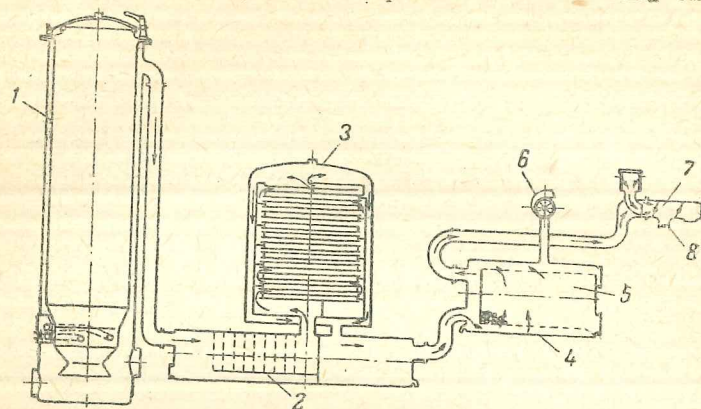
Дополнительным элементом охлаждения в этой установке является довольно длинный газопровод между газогенератором и очистителем.

Существенным недостатком монтажной схемы этой установки



Фиг. 70. Схема газогенераторной установки Берлие на двухтонном шасси той же фирмы.
1 — газогенератор, 2 — грубый очиститель, 3 — тонкий очиститель, 4 — смеситель.

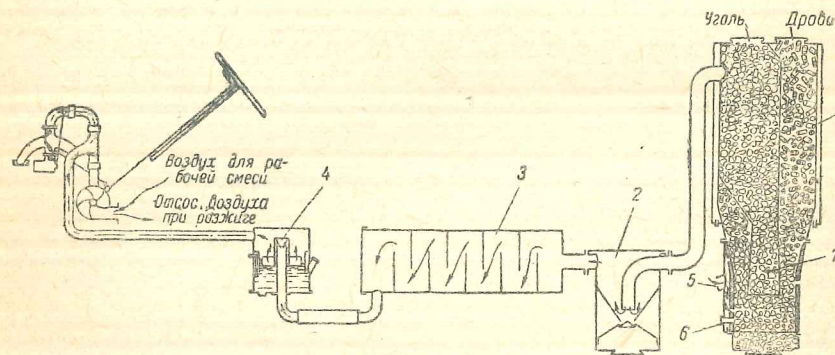
(фиг. 74 а) на шасси автомобиля, является неудачное расположение вентилятора. После получения доброкачественного газа он должен



Фиг. 71. Технологическая схема газогенераторной установки Имберт-Бюссинг.

1 — газогенератор, 2 — грубый очиститель, 3 — охладитель, 4 — тонкий очиститель, 5 — пробковая крошка, 6 — вентилятор, 7 — смеситель, 8 — патрубков карбюратора.

протолкнуть последний через длинный трубопровод и очиститель, обладающий довольно большим сопротивлением, что неизбежно ухудшает пусковые качества двигателя и удлиняет период запуска.



Фиг. 72. Технологическая схема газогенераторной установки Брандт.

1 — газогенератор, 2 — инерционный очиститель, 3 — объемный очиститель, 4 — тонкий очиститель, 5 — воздушный клапан газогенератора, 6 — отверстие для розжига, 7 — восстановительная зона.

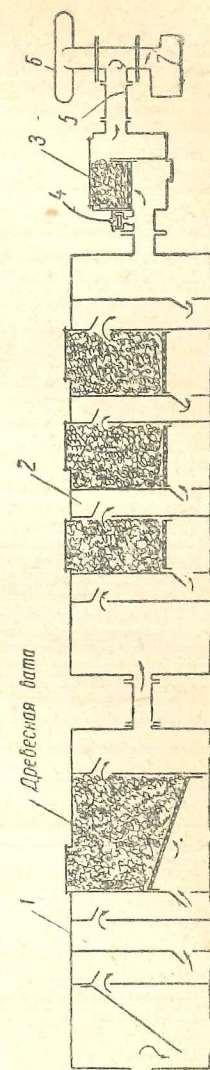
Технологические схемы газогенераторных установок Гумбольдт-Дейтц, работающих на дровах и на антраците, показаны на фиг. 75 и 76.

Обе установки, за исключением расположения вентилятора и наличия водяной системы в антрацитовой установке, по существу однотипны. Характерны они отсутствием тонких очистителей и

рассчитаны на выполнение этой операции частично в циклонах и частично в охладителях, что, однако, практикой не оправдывается.

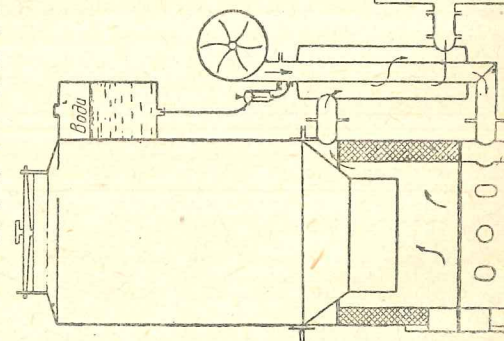
В антрацитовой установке (фиг. 76) один из циклонов переделан в тонкий очиститель с фарфоровыми кольцами Рашига. Этот очиститель одновременно должен служить также и для очистки газа от сернистых соединений. Как уже указывалось, из-за очень малого объема колец Рашига, этот агрегат не справляется с перечисленными функциями. Не улучшает дела также и дополнительный тонкий очиститель, скомбинированный со смесителем и представляющий собою незначительной толщины слой фарфоровых колец Рашига.

Весьма компактна и удобна для монтажа газогенераторная установка Панар-Левассор (фиг. 77). Она состоит из газогенератора цилиндрической формы, комбинированного очистителя для грубой и тонкой очистки газа и охладителя, состоящего из 12 труб, соединяющих параллельным пучком газогенератор с очистителем. Грубая очистка газа достигается в нижней части очистителя, заполненного коксом, а тонкая



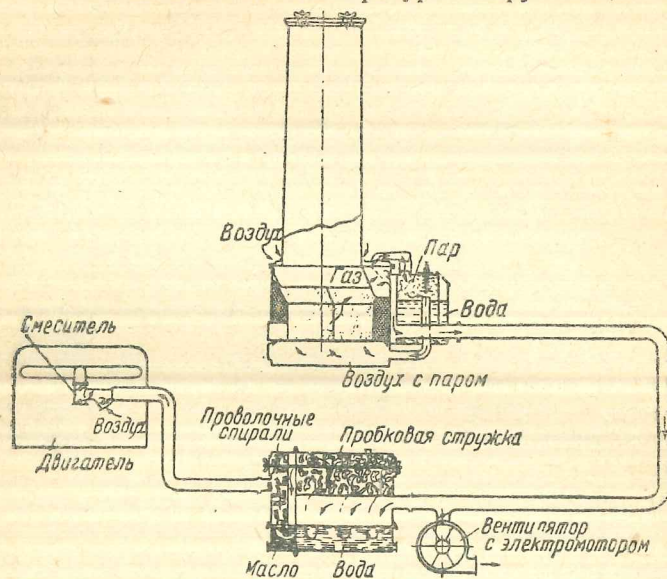
Фиг. 73. Технологическая схема газогенераторной установки Кола.

1, 2 — очиститель, 3 — воздушный клапан, 4 — просеивающая труба, 5 — вращающаяся труба, 6 — карбюратор.



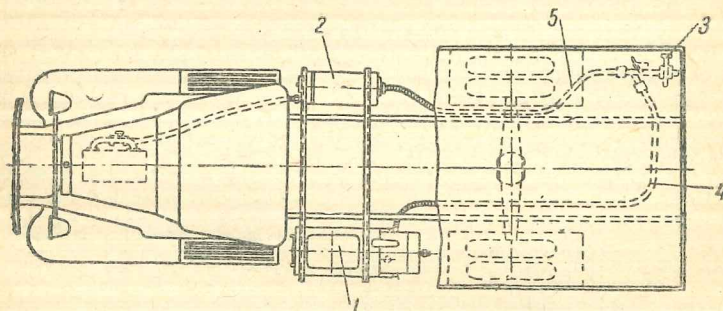
в фильтре, подвешенном в верхней части очистителя и состоящем из 10 матерчатых мешков.

Температура газа, поступающего в матерчатый фильтр, колеблется в зависимости от температуры окружающего воздуха.



Фиг. 74. Технологическая схема газогенераторной установки Виско-Автогаз.

Летом, особенно при форсированной езде, температура газа получается слишком высокой, что разрушающе действует на материю фильтра. Бывают и случаи ее прогорания. Бороться с этим не-



Фиг. 74а. Монтажная схема установки Виско-автогаз на шасси автомобиля.

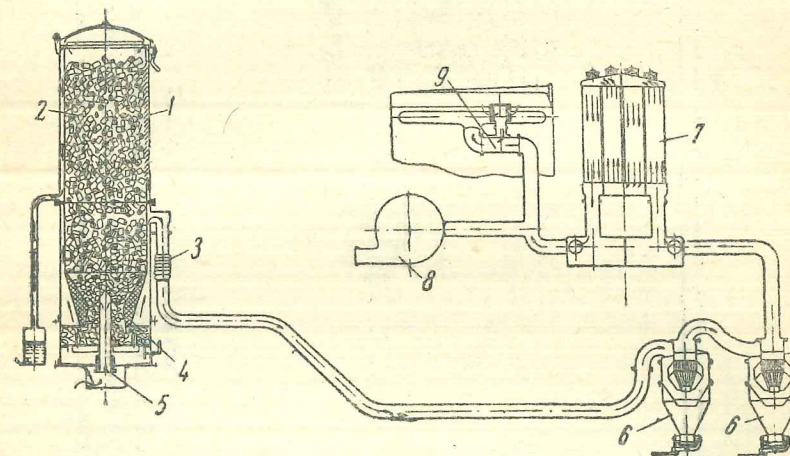
1 — газогенератор, 2 — очиститель, 3 — вентилятор, 4, 5 — газопроводы.

достатком в данной системе при недостаточном охлаждении газа трудно. Зимой, наоборот, имеет место переохлаждение газа. Вследствие этого матерчатые фильтры мокнут от оседающего на мешках конденсата, что нарушает нормальную работу и по истечении некоторого времени делает ее невозможной. Этот дефект сравни-

тельно легко устраняется выключением нескольких труб охладителя. Количество выключаемых труб подбирается в зависимости от температуры окружающего воздуха и режима работы.

Удачное, с монтажной точки зрения, сочетание газогенератора с очистителем и охладителем позволяет собрать всю установку отдельно и смонтировать ее на машине в виде готового агрегата, который обычно располагается между кабиной водителя и грузовой платформой.

В последнее время в иностранной печати широко рекламируется газогенератор Сабатье-Дековилль, отличительной особенностью которого является наличие двух горизонтально расположенных фурм



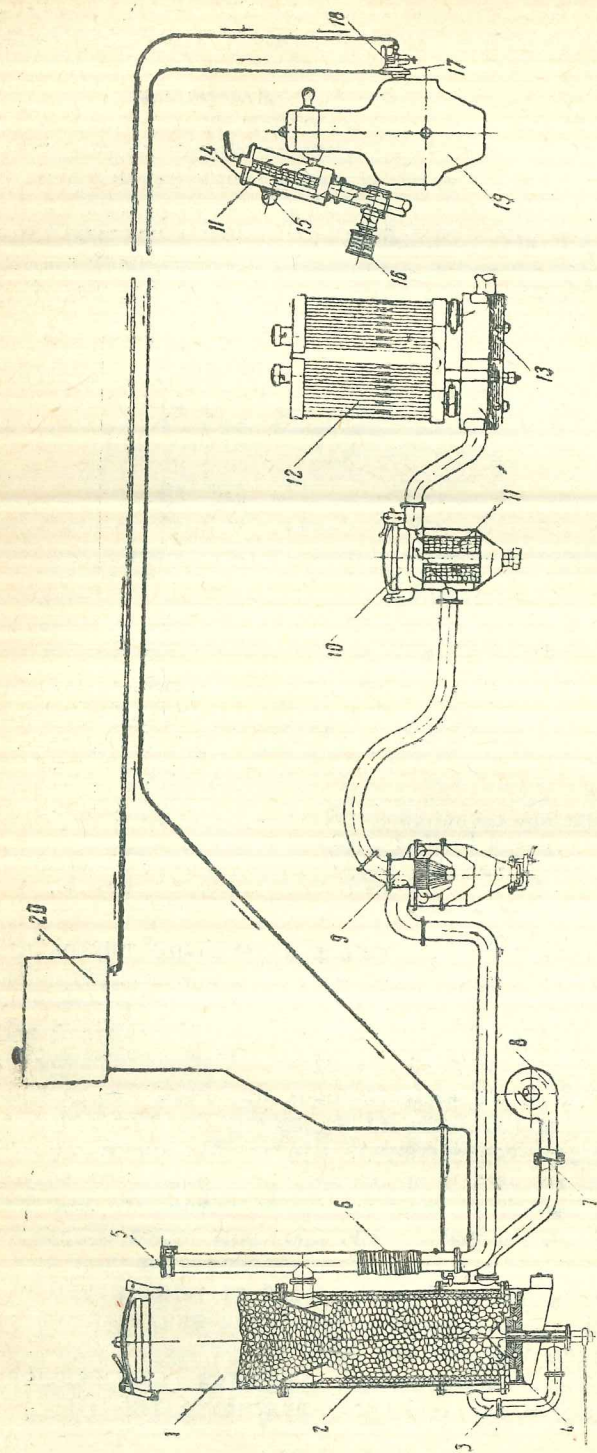
Фиг. 75. Технологическая схема дровяной газогенераторной установки Гумбольдт-Дейтц.

1 — газогенератор, 2 — бункер, 3 — компенсатор, 4 — камера горения, 5 — воздухоподводящее сопло, 6 — циклоны, 7 — охладитель, 8 — вентилятор, 9 — смеситель.

с воздушным охлаждением. Глубоким вводом фурм внутрь газогенератора обуславливается концентрация пламени в центральной части газогенератора.

Газ отбирается через патрубок, расположенный в нижней части газогенератора под колосниковой решеткой. Таким образом, при сохранении особенностей горизонтального процесса газификации, газогенератор в целом приближается к типу газогенераторов с опрокинутым процессом газификации. Другой особенностью газогенератора является то, что для охлаждения фурм используется тот же воздух, который поступает в газогенератор для газификации топлива. После газогенератора газ проходит через охладитель, состоящий из пучка труб и имеющий приспособление для выключения части труб по желанию в зависимости от температуры окружающего воздуха. Последним элементом установки является тонкий очиститель в виде матерчатого фильтра.

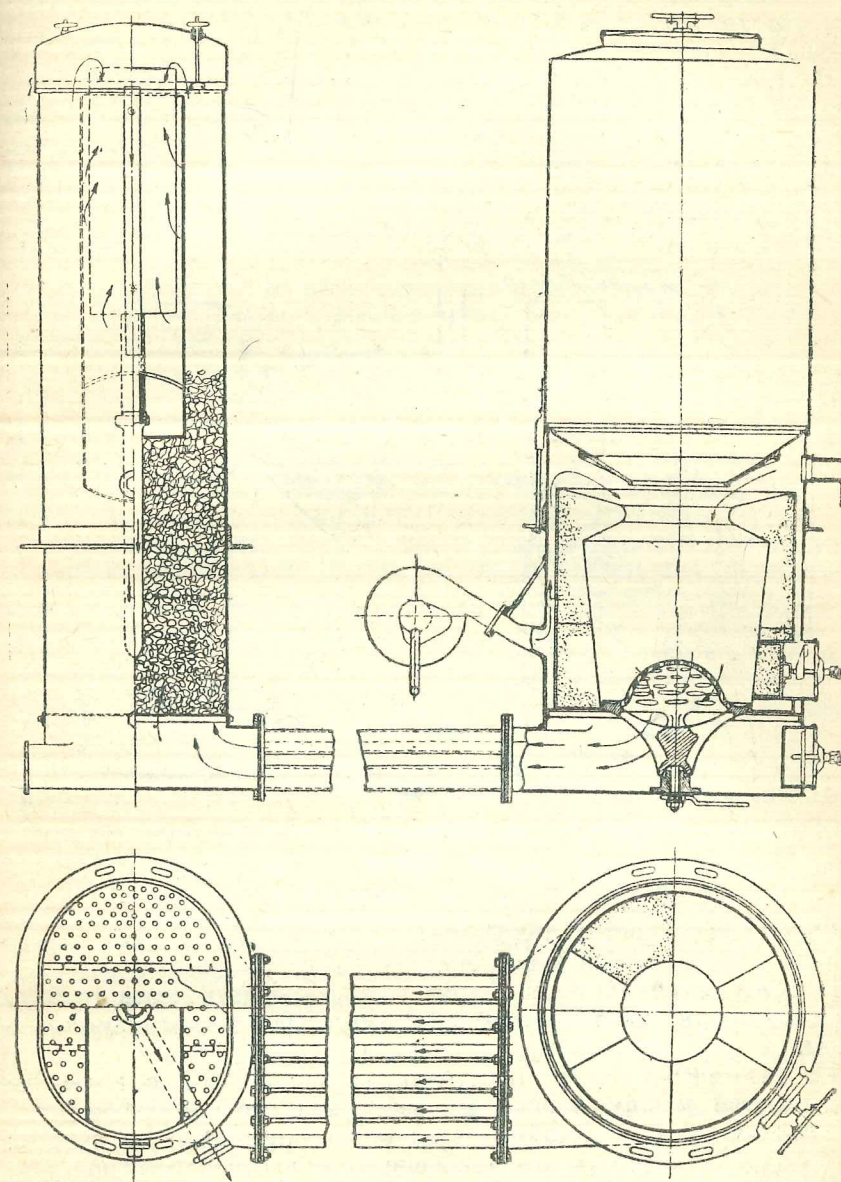
Одной из последних конструкций является газогенераторная установка Дельво, схема которой представлена на фиг. 78.



Фиг. 76. Технологическая схема антрацитовой газогенераторной установки Гумбольдт-Дейтц.

1 — газогенератор, 2 — футеровка, 3 — трубопровод для подвода паровоздушной смеси, 4 — коленчатая решетка, 5 — клапан розжига, 6 — компенсатор, 7 — обратный клапан, 8 — вентилятор, 9 — очиститель-циклон, 10 — тонкий очиститель, 11 — кольца Рашига, 12 — охладитель, 13 — конденсационный бак, 14 — смеситель, 15 — предохранительный клапан, 16 — воздушный фильтр, 17 — водяная помпа, 18 — перепуск воды, 19 — двигатель, 20 — водяной бак.

В газогенераторе 1 имеется центральная фурма 2 с иглой, положение которой автоматически регулируется вакуумным регуля-

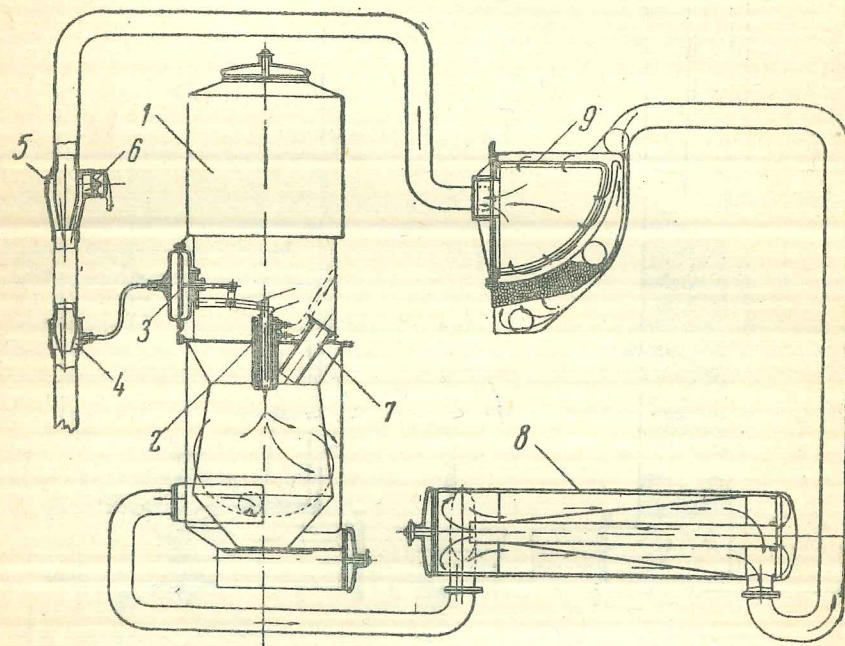


Фиг. 77. Схема газогенераторной установки Панар-Левассор.

тором 3. Последний имеет диафрагму и вакуумную камеру, соединенную при помощи трубки с насадком Вентури 4, включенным в главную газоподводящую к двигателю магистраль.

Разрежение в насадке, а следовательно и положение иглы, регулирующей количество поступающего через фурму воздуха, зависит от скорости проходящей через трубопровод рабочей смеси или, что то же, от количества, потребляемого двигателем этой смеси.

В тот же газопровод включен смеситель 5 с автоматическим воздушным клапаном 6, действие которого также основано на разрежении, создаваемом в главном газопроводе потоком газа, идущим в двигатель.



Фиг. 78. Схема газогенераторной установки Дельво.

Фурма охлаждается водой, подвод и отвод которой осуществляется через трубки и штуцеры.

В случае необходимости фурму можно очищать через трубку 7 для розжига, крышка которой снабжена прозрачным смотровым окном.

Из газогенератора газ поступает по касательной в кольцевое пространство между двойными стенками цилиндрического охладителя-очистителя 8. Пройдя через это пространство по спирали, газ попадает в полость, расположенную в противоположной стороне по отношению к входному патрубку, и из этой камеры отводится назад через центральную трубу. Наконец, газ в третий раз пересекает цилиндр и при этом проходит через конус из тонкой проволоочной сетки. Из охладителя-очистителя газ поступает в тонкий очиститель 9, состоящий из двух частей. В первой из них газ проходит через слой сыпучего материала (мелкий кокс, пробковая

крошка), пройдя при этом по пути, указанному стрелками, и поступая затем на мешки матерчатого фильтра, расположенные во второй части очистителя.

С точки зрения автоматического регулирования воздуха и компактности установка заслуживает внимания.

В заграничной практике наряду с газогенераторными грузовиками некоторое распространение имеют также газогенераторные автобусы.

В этих машинах наибольший интерес представляет расположение газогенератора, поскольку его наличие не должно нарушать общего вида автобуса, не должно причинять беспокойство пассажирам в смысле подогрева близкорасположенных к нему мест, и установка в целом должна быть удобна в обслуживании.

На автобус NAG с древесноугольной газогенераторной установкой Виско-Автогаз газогенератор расположен в левом заднем углу в специальной камере, выделенной из общего помещения автобуса и облицованной заодно с кузовом. Загрузка топлива производится сверху через крышу, а для очистки зольника в кузове имеется дверка, мало заметная в закрытом положении. В рабочем положении автобус по внешнему виду мало отличается от обычного.

В автобусе Крейз с газогенераторной установкой Имберт газогенератор расположен на том же месте под крышей автобуса, но помещение для него не облицовано. Это улучшает условия охлаждения газогенератора, но ухудшает общий вид автобуса.

Автобус R. В. (Рейнише Бангезельшафт) красивой обтекаемой формы с газогенератором также в левом углу имеет сверху люк и сбоку дверку, хорошо скрывающие газогенератор и делающие его присутствие совершенно незаметным.

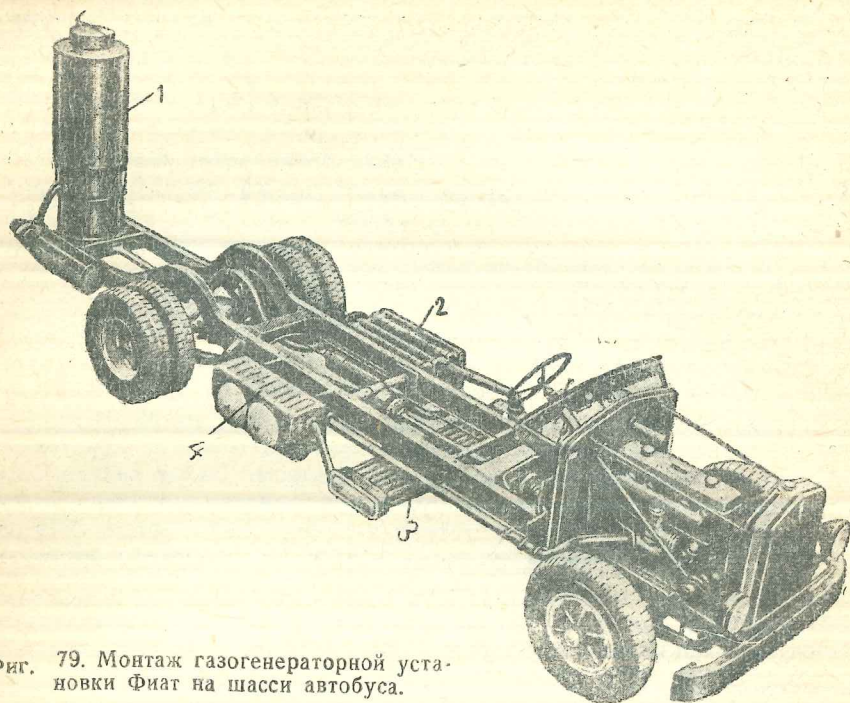
Интересным является опыт итальянской фирмы Фиат по созданию газогенераторного автобуса не на основе приспособления существующей бензиновой или дизельной машины, а путем проектирования специальной конструкции.

Монтажная схема одного из таких автобусов представлена на фиг. 79, где 1 — газогенератор, 2 — грубый очиститель, 3 — охладитель и 4 — тонкий матерчатый фильтр.

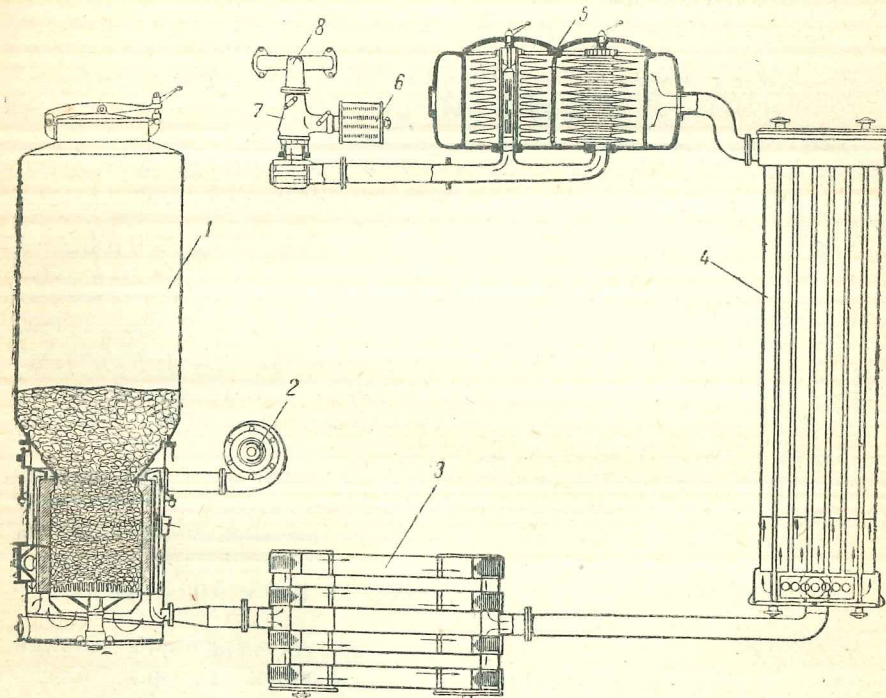
Технологическая схема установки (фиг. 80), включающая газогенератор опрокинутого процесса с вентилятором для принудительной подачи воздуха и отдельные элементы для грубой и тонкой очистки газа и его охлаждения, определяет следующий порядок прохождения газа через установку.

Газогенератор 1 работает на древесном угле по опрокинутому процессу газификации. Имеется устройство для подогрева воздуха, который поступает через пространство между камерой горения и специальным кожухом. При розжиге воздух подается нагнетающим вентилятором 2, который при нормальной работе выключается.

В грубом очистителе 3 используются для первичной очистки газа резкие изменения направления и скорости, которые благоприятствуют осаждению пыли. В этом очистителе газ подвергается



Фиг. 79. Монтаж газогенераторной установки Фиат на шасси автобуса.



Фиг. 80. Технологическая схема газогенераторной установки Фиат.

также первичному охлаждению; очиститель имеет два зольника, которые можно легко вынимать для периодической очистки. Далее газ проходит через охладитель, состоящий из пучка труб, омываемых воздушным потоком при движении автомобиля. Затем газ поступает в тонкий очиститель 5, состоящий из двух параллельно соединенных между собою камер, в каждой из которых располагается несколько матерчатых мешков. В конце газопровода имеется предохранительная сетка, так называемый фильтр безопасности. В случае прорыва или прогара мешков сетка быстро забивается, и двигатель перестает работать или заметно снижает свою мощность, что свидетельствует о происшедшем повреждении. Далее имеются воздухоочиститель 6, смеситель 7 и всасывающий коллектор 8.

6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АВТОТРАКТОРНОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ

Несмотря на многообразие конструкций газогенераторных установок и типов транспортных машин, для которых они предназначаются, все же представляется возможным дать общую характеристику такой установки и наметить ряд требований, которым она должна отвечать.

Газогенератор

Предпочтительной формой для газогенератора является цилиндрическая, как наиболее удобная для крупносерийного или массового производства. Применительно к специфическим особенностям той или иной машины, например — автомобиль-вездеход на гусеничном ходу, затрудняющий монтаж, и т. п. — может быть допущена любая форма газогенератора, но с таким расчетом, чтобы он полностью был вписан в габарит автомобиля или трактора, за исключением высоты. Относительно этой последней можно рекомендовать, чтобы в автомобилях она не превышала кабину больше чем на 100 мм в зависимости от размеров машины. В тракторах этот размер не ограничивается и выбирается в каждом отдельном случае по соображениям целесообразности.

Бункер газогенератора должен быть выбран таких размеров, что запас топлива в нем при одной полной загрузке обеспечил бы на автомобилях пробег не менее 75—100 км и на тракторах непрерывную работу не менее двух часов. Кроме того, на автомобилях должен быть предусмотрен ящик для хранения запасного топлива, объем которого был бы достаточен для пробега не менее 100 км.

Процесс газификации допускается любой, обеспечивающий требуемые от данной машины экономические и эксплуатационные нормы. Допускаются конструкции газогенератора как с колосниковой решеткой, так и без нее. Каждый газогенератор должен иметь сверху загрузочный люк, герметически закрываемый крышкой с надежно действующим запором, играющим роль прижимного механизма. Кроме того, должен быть предусмотрен люк с герметически закры-

ваемой крышкой в нижней части (сбоку или снизу) для удаления золы и шлака, и такой же люк — для загрузки угля в дополнительную зону восстановления вокруг камеры горения, если такое мероприятие предусмотрено принятой системой.

Газогенератор должен быть снабжен обратным клапаном, не допускающим выхода газа из него на стоянках. В случае применения топлива, содержащего смолы, как например дрова, торф и т. п., — обязательно устройство для предварительного подогрева этого топлива в бункере.

Система охлаждения и очистки

Системы охлаждения и очистки могут быть сделаны отдельно или же комбинированными. Элементы охлаждения и очистки могут иметь любую форму и конструкцию, но во всех случаях должны обеспечить температуру газа перед смесителем не выше 40°C , полную очистку газа от грубых примесей при наличии мелких примесей размером менее $0,075\text{ мм}$, не выше $0,2\text{ г}$ на 1 м^3 газа. Отдельные элементы системы охлаждения и очистки должны безусловно вписываться в габариты машины с таким же отступлением по высоте, как и для газогенератора. Не допускается уменьшение переднего или заднего угла въезда.

Монтаж установки на шасси

Все элементы установки должны быть прикреплены в шасси автомобиля или трактора. Крепление их к кабине водителя или к грузовой платформе не допускается. Газогенератор и все вспомогательные элементы должны быть удобны для монтажа и демонтажа и допускать снятие и установку, не снимая грузовую платформу или какие-либо части автомобиля или трактора. Соединение между отдельными элементами установки должно осуществляться с таким расчетом, чтобы обеспечить полную герметичность, без какого бы то ни было подсоса воздуха извне или же выхода газа наружу.

Все места соединений должны быть доступны для осмотра и удобны для замены.

Присоединение к газогенератору газоотводящей трубы осуществляется фланцевым соединением с медноасбестовой прокладкой. Все прочие соединения могут производиться шлангами в полном соответствии со спецификациями и чертежами для каждого соединения.

Газогенераторная установка на каждом автомобиле обязательно снабжается центробежным электровентилятором для розжига топлива в газогенераторе перед запуском двигателя, который должен производиться на газе без применения жидкого топлива.

На тракторах, ввиду отсутствия аккумуляторной батареи и невозможности, поэтому, установки электровентилятора, желательно для розжига топлива иметь вентилятор с ручным приводом. В некоторых случаях при наличии пускового двигателя, как, например,

на тракторе С-65 с газовым двигателем МГ-17, — возможно и желательно устройство привода к вентилятору от пускового двигателя.

Двигатель должен давать малые обороты на холостом ходу и безотказно заводиться от стартера как на газе, так и на бензине. Общая продолжительность запуска двигателя на газе, включая время розжига топлива в газогенераторе, не должна превышать 12 мин . Номинальная мощность двигателя достигается после установления заводом нормальной обкатки для приработки деталей: для автомобиля 500 км и для тракторов $20\text{—}30\text{ час}$.

Во время испытания двигателя на стенде расход твердого топлива не должен превышать $1,0\text{ кг}$ дров или $0,6\text{ кг}$ древесного угля на 1 л. с. ч. при условии, что влажность топлива не превышает $15\text{—}18\%$. Для других видов топлив расход устанавливается в зависимости от калорийности и должен быть примерно эквивалентен нормам, принятым для дров и древесного угля.

Во время движения автомобиля или трактора, равно как и на остановках, выход газа наружу через какое бы то ни было место газогенераторной установки (крышки, люки, соединения), а также через обратный клапан воздухоподводящей коробки не допускается.

Периодичность очистки зольника газогенератора и грубых очистителей находится в строгом соответствии с принятой конструкцией и типом газогенератора. Так, например, для дровяных автомобильных газогенераторов лучших конструкций эта норма составляет 1000 км , для тракторов не менее 20 час . и т. п. Во всяком случае можно считать, что конструкция газогенератора должна быть признана неудовлетворительной, если чистка зольника и грубых очистителей требуется чаще, чем один раз в смену.

Чистка и промывка элементов тонкой очистки (фильтров) и охладителей радиаторного типа или подобных им, расположенных после агрегатов грубой очистки, также зависит от выбранного типа очистителя (кольца Рашига, матерчатые фильтры и т. п.). Ориентировочно можно считать приемлемым чистку и промывку указанных элементов для автомобилей через 5000 км пробега, и для тракторов через 100 час работы под нагрузкой, причем эта периодичность должна обеспечить качество газа, имеющего загрязненность не более указанной выше нормы.

Управление двигателем газогенераторной машины не должно быть значительно сложнее карбюраторной. В качестве дополнительного органа управления допускается наличие рукоятки для регулировки количества поступающего в смеситель воздуха. Эта рукоятка должна быть единственной дополнительной, которой можно пользоваться при нормальной работе двигателя на генераторном газе.

В случае наличия на машине карбюратора, предназначенного для работы двигателя на жидком топливе (внутригаражное маневрирование, кратковременная работа при выходе из строя газогенератора и т. п.), допускается наличие двух манеток для управления кар-

бюратором, которые не должны быть связаны с общей системой управления двигателем.

Наконец, при оборудовании машины электрическим вентилятором допускается еще наличие одного выключателя и одной дополнительной кнопки, предназначенных для включения электромотора и переключения заслонок. Этими элементами можно пользоваться лишь при розжиге топлива в газогенераторе до момента устойчивой работы двигателя на газе.

Глава VI

СОВЕТСКИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

Огромный размах получило автотракторное газогенераторостроение в нашей стране. Важнейшие объекты автотракторной промышленности, тракторы ЧТЗ и ХТЗ, автомобили ЗИС и ГАЗ выпускаются с газогенераторными установками в массовом производстве. По перечисленным моделям планом 1940 г. намечено дальнейшее расширение производства и в последующие годы оно будет развиваться еще быстрее в соответствии с постановлением XVIII Съезда ВКП(б) по этому вопросу. В ближайшее время предстоит перевести на газогенераторы пятитонный грузовик Ярославского автозавода и некоторые другие объекты.

Основная масса всех выпускаемых в настоящее время газогенераторных машин — тракторов и автомобилей работает на древесном топливе (дровяных чурках) и лишь в 1939 г. приступили к освоению первых серий газогенераторных автомобилей на древесном угле.

Экспериментальные работы с газогенераторными установками, работающими на других видах твердого топлива: антраците, каменном угле, каменноугольном коксе, торфе, торфяном коксе, соломённых брикетах и др. позволяют считать, что и эти виды твердого топлива найдут в ближайшее время широкое применение в соответствующих газогенераторных установках автотракторного типа.

При этих условиях, которые позволяют эксплуатировать газогенераторные машины в любом районе на местном топливе, особенно резко скажется экономическая целесообразность внедрения в производство и эксплуатация газогенераторных тракторов и автомобилей.

Ниже приводятся сведения лишь о тех газогенераторных тракторах и автомобилях, которые находятся в серийном или массовом производстве.

1. ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЙ ТРАКТОР ЧТЗ СГ-65

Газогенераторный трактор ЧТЗ СГ-65 Челябинского тракторного завода спроектирован и построен на базе дизельного трактора того же завода ЧТЗ С-65, путем его оборудования газогенераторной установкой НАТИ Г-25 и переделки дизеля М-17 на газовый МГ-17.

При проектировании двигателя МГ-17, на базе дизеля М-17, в последний внесены следующие изменения:

1. Увеличен литраж двигателя с 13,52 до 15,6 л путем увеличения диаметра цилиндров с 145 до 155 мм.
2. Снижена степень сжатия с 16,0 до 8,0 за счет увеличения объема камеры сжатия.
3. Введено электрическое зажигание и установлено на каждый цилиндр по две свечи; в соответствии с этим на месте топливного насоса смонтирован кронштейн с двумя магнето.
4. Всасывающие клапаны увеличены в диаметре с 59 до 68 мм, а подъемы клапанов с 14,6 мм до 17 мм.
5. В головках цилиндров увеличены сечения каналов, идущих к всасывающим клапанам, для достижения лучшего наполнения цилиндров двигателя рабочей смесью.
6. Изменена конфигурация днища поршня и снижено число поршневых колец с 7 до 6 шт.
7. На люке кожуха распределительных шестерен двигатель дополнительно оборудован корпусом дроссельной заслонки, в связи с чем изменен привод регулятора путем присоединения его к дроссельной заслонке.
8. Дополнительно введен смеситель, монтируемый на корпусе дроссельной заслонки и служащий для образования газозооушной смеси.
9. В трубопроводе, идущем от воздухоочистителя к смесителю, введена воздушная заслонка для регулирования подачи воздуха и качества рабочей смеси.
10. Изменена всасывающая труба.

Схема камеры сгорания двигателя МГ-17 представлена на фиг. 81. Там же видно расположение свечей, общая конфигурация поршня, гильзы цилиндров и других, прилегающих к камере горения частей.

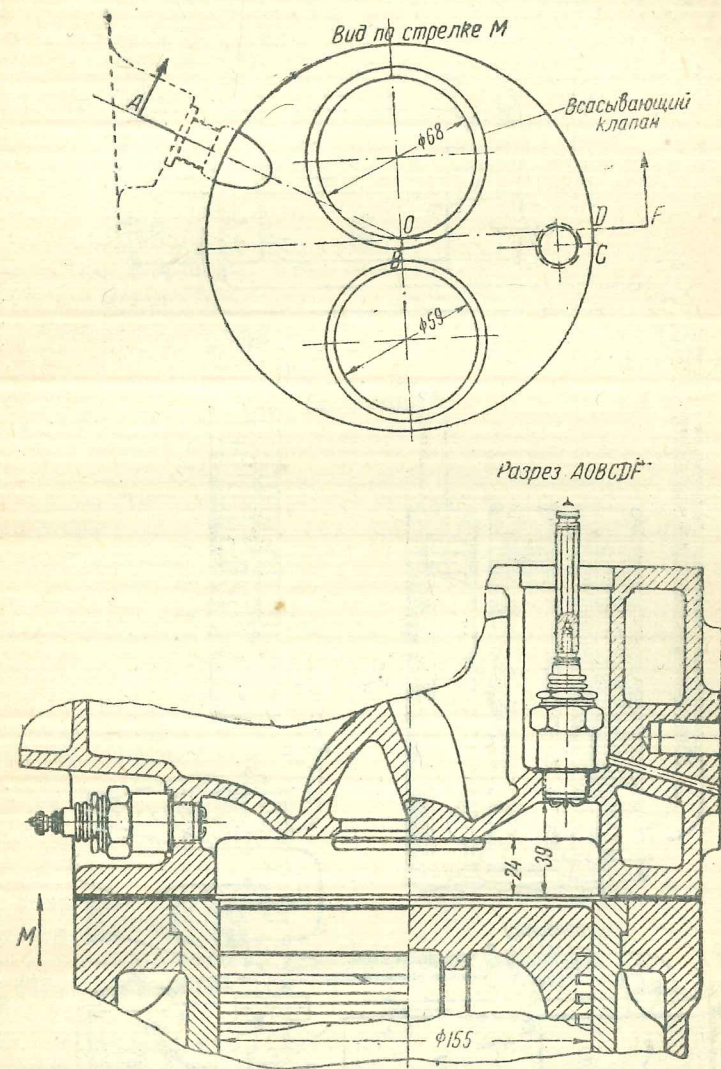
Схема газогенераторной установки НАТИ Г-25 приведена на фиг. 82.

Газогенераторная установка состоит из следующих частей: 1) газогенератора, расположенного слева, по ходу трактора, от сидения тракториста, 2) двух циклонных очистителей, смонтированных на тракторе впереди газогенератора и соединенных между собой последовательно, причем первый циклон соединяется непосредственно с газогенератором при помощи короткой трубы, снабженной компенсатором, 3) четырех пластинчатых очистителей инерционного типа, из которых один расположен под сидением тракториста, а три — сзади двигателя, на месте топливного бака; 4) фильтра-охладителя, установленного перед радиатором; 5) отстойника, привернутого непосредственно к смесителю двигателя; 6) газопроводов; 7) загрузочной площадки, расположенной над циклонами и 8) деталей крепления.

Газогенератор (фиг. 83) с опрокинутым процессом газификации, работающий на древесных чурках, состоит из двух основных частей наружного корпуса 1 и внутреннего бункера 2 с приваренной

к нему камерой горения 3 из углеродистой стали. Для увеличения жаростойкости камера горения после обработки алитируется.

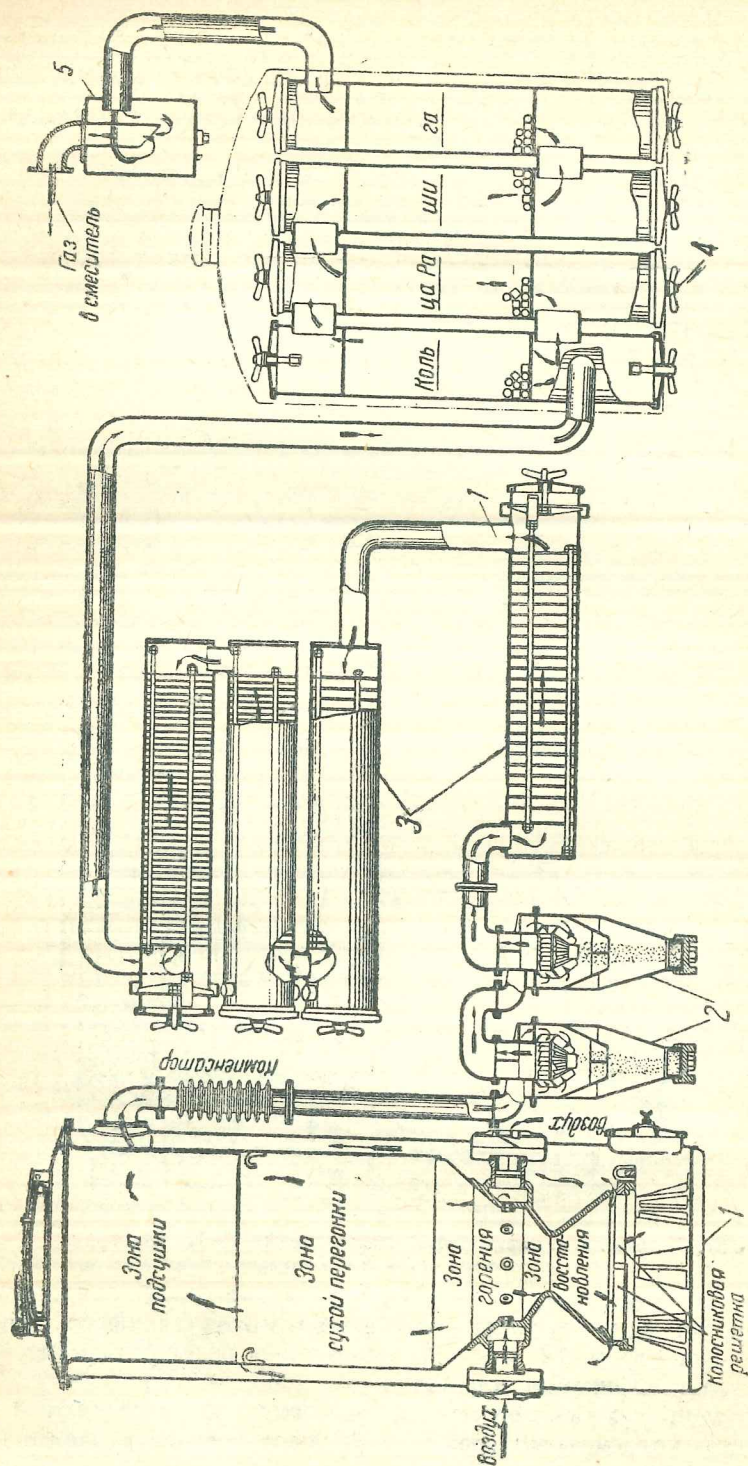
Необходимый для горения воздух поступает через две воздушные коробки 4, закрываемые обратными клапанами 5 в кольцевой



Фиг. 81. Схема камеры сгорания двигателя МГ-17 для трактора ЧТЗ-СГ-65.

пространство 6 вокруг камеры горения и оттуда через восемь фурм 7 диаметром 12 мм непосредственно в зону горения, где происходит газификация топлива.

Образующийся газ проходит через зону восстановления и неподвижную колосниковую решетку 8, после чего поступает в про-



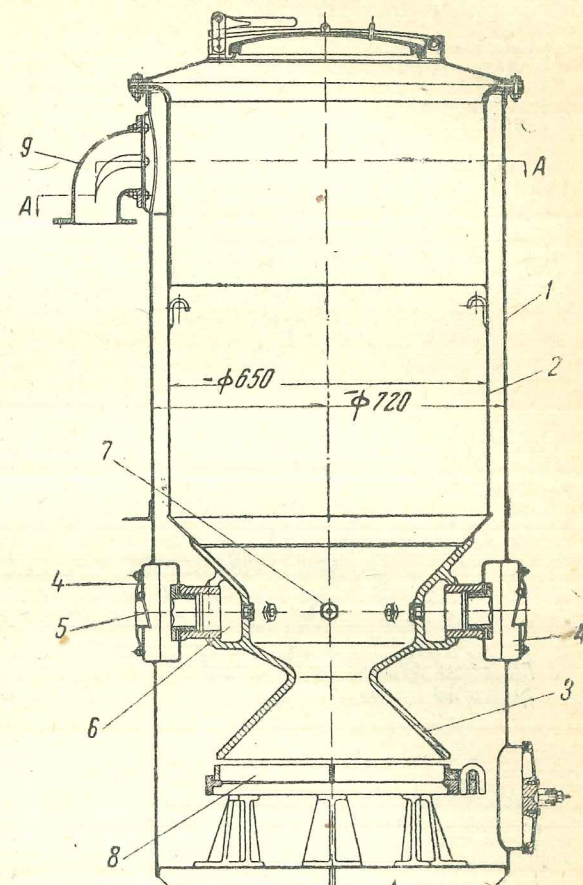
Фиг. 82. Технологическая схема газогенераторной установки НАТИ Г-25 для трактора ЧТЗ-СГ-65.

странство между бункером и корпусом газогенератора. В верхней части бункера находится газоотборный патрубок 9, через который газ выходит из газогенератора. Благодаря такому устройству осуществляется подогрев бункера по всей высоте его, что улучшает процессы сухой перегонки и подсушки топлива в соответствующих зонах, лежащих выше зоны горения, как показано на фиг. 82. Наличие кольцевого пространства между бункером и корпусом газогенератора достигается первоначальная очистка и охлаждение газа.

Газоотводящая труба, соединяющая газогенератор с первым циклоном, снабжена компенсатором, предназначенным для восприятия деформаций, возникающих при изменении температур и колебаниях во время работы.

Два последовательно соединенных между собой циклона одинаковой конструкции (фиг. 84) служат для грубой очистки газа.

В каждом циклоне газ получает вращательное движение, почему тяжелые частицы отбрасываются на периферию и опускаются на дно в сборник для пыли. Лопатки расположены таким образом, что при вступлении в



Фиг. 83. Газогенератор НАТИ Г-25.

пространство между ними газ резко меняет свое направление, что влечет за собою дальнейшее выделение тяжелых частиц, которые также остаются в сборнике циклонов.

Пластинастые очистители инерционного типа состоят из четырех горизонтально расположенных и последовательно соединенных между собой цилиндрических барабанов, герметически закрываемых чугунными крышками. Внутри каждого барабана находится насадка из перфорированных пластин. Каждая пластина представляет собой диск с отверстиями, расположенными в шахматном порядке. Диски каждой батареи смонтированы на трех стержнях на определенном расстоянии друг от друга, что достигается распорными трубками определенной длины.

Блок из корпусов трех последних очистителей, устанавливаемый за двигателем, показан на фиг. 85.

Фильтр - охладитель (фиг. 86) предназначен для тонкой очистки газа и его охлаждения. Он состоит из четырех вертикально расположенных цилиндров диаметром 220 мм и высотой 1155 мм, сваренных между собой патрубками. Два первых цилиндра соединены между собой параллельно, остальные два последовательно.

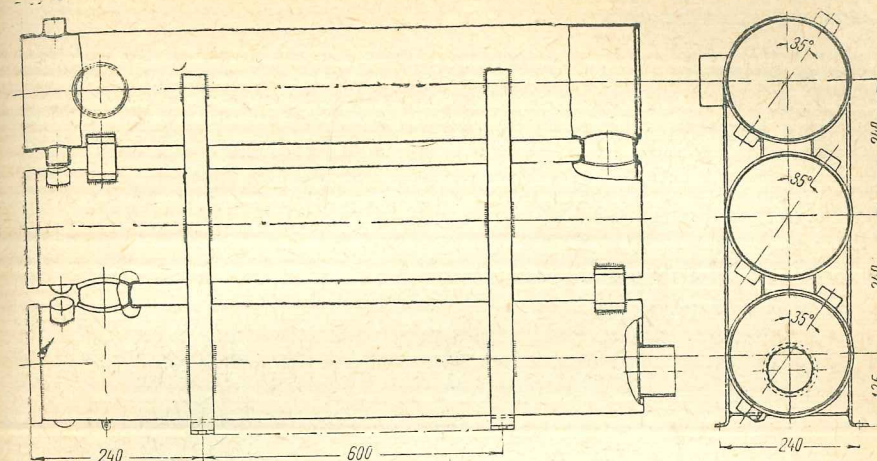
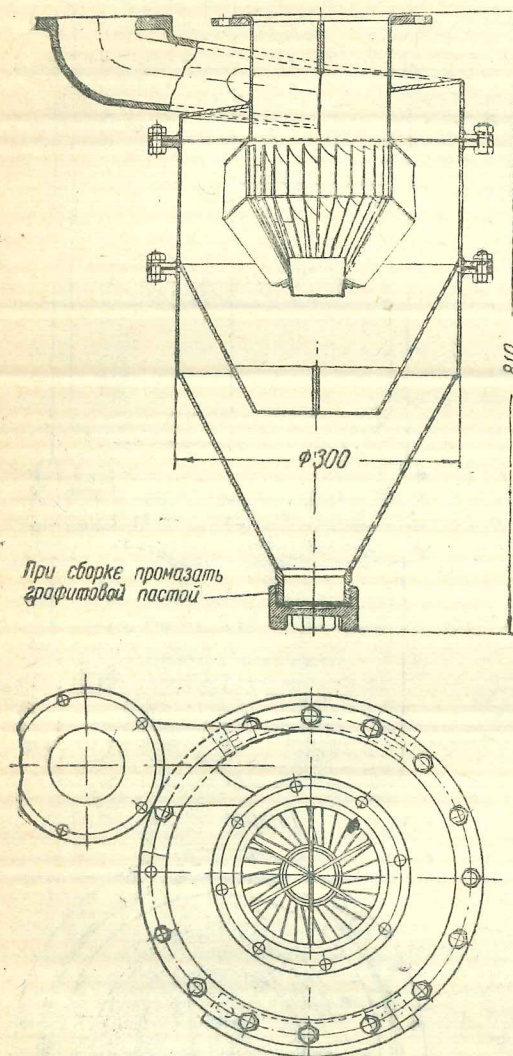
Цилиндры фильтра в нижней своей части имеют съемные сетки, которые служат опорой для колец Рашига, насыпаемых в цилиндры в количестве

Фиг. 84. Грубый очиститель (циклон) газогенераторной установки НАТИ Г-25.

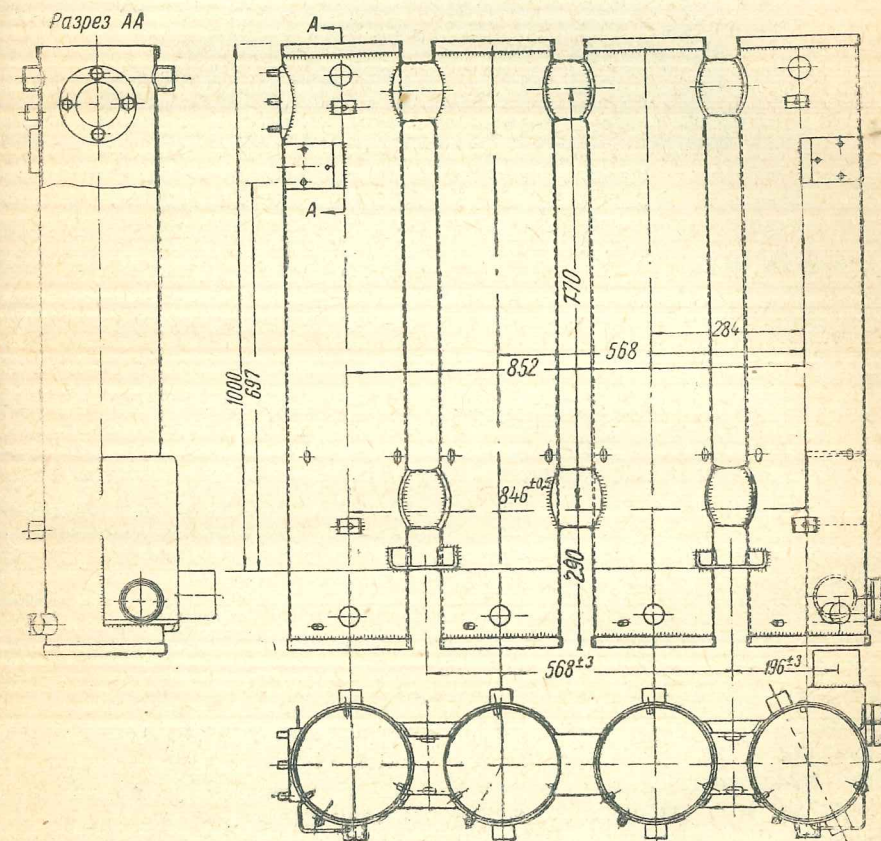
для колец Рашига, насыпаемых в 18 000 шт.

Сверху и снизу цилиндры снабжены съемными крышками, необходимыми для обслуживания фильтра при его промывке и очистке.

Принцип очистки газа кольцами Рашига в рассматриваемом



Фиг. 85. Блок из корпусов трех последних пластинастых очистителей газогенераторной установки НАТИ-Г-25.



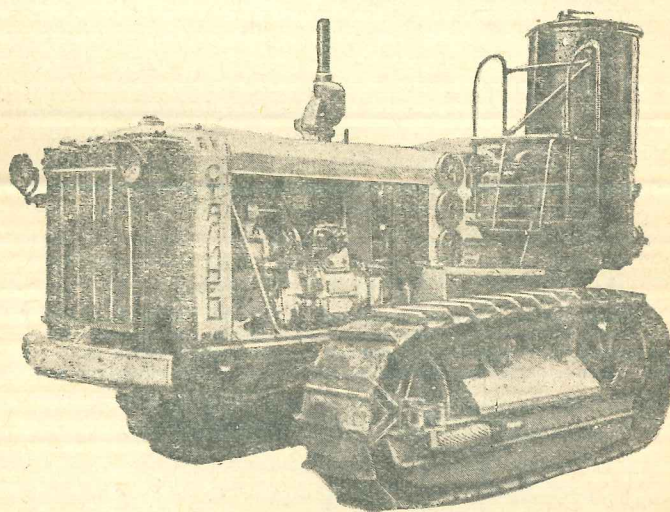
Фиг. 86. Корпус фильтра-охладителя газогенераторной установки НАТИ-Г-25 в сборе.

фильтре-охладителе такой же, как в описанном выше тонком очистителе типа Берлие и ему подобных.

Охлаждение газа достигается за счет омыwania цилиндров потоком воздуха, засасываемого вентилятором двигателя.

Для спуска конденсата из цилиндров в нижней части каждого из них вварены сливные трубки.

Для осушки газа от капелек увлекаемой им влаги установлен водоотделитель цилиндрической формы, в который газ входит по касательной и отбирается через центральный патрубок сверху, как показано на схеме. В днище водоотделителя имеется небольшое отверстие для стока конденсата.



Фиг. 87. Общий вид газогенераторного трактора ЧТЗ-СГ-65.

Загрузочная площадка помещается на четырех опорах над цилконами и снабжена перилами и лестницей для удобства и безопасности при обслуживании газогенератора.

Общий вид трактора ЧТЗ СГ-65 показан на фиг. 87.

Тяговая характеристика трактора, т. е. зависимость мощности его на крюке ($N_{кр}$) от тягового усилия на крюке ($P_{кг}$), представлена на фиг. 88, из которой видно, что известного предела, по мере увеличения тягового усилия, мощность на крюке растет. Достигнув своего наибольшего значения, мощность трактора на крюке при дальнейшем увеличении тягового усилия начинает падать. Мощностью, соответствующая точке перегиба кривой, называется мощностью трактора на данной передаче. Характеристика фиг. 88 составлена по данным одного из испытаний НАТИ, полученным при работе трактора на второй передаче при температуре окружающего воздуха $+30^{\circ}\text{C}$. На той же диаграмме показано изменение скорости трактора (v км/час) с тяговым усилием. Начиная от холостого хода по мере увеличения тягового усилия скорость трактора падает вплоть до того максимального значения тягового усилия на данной

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО ТРАКТОРА ЧТЗ СГ-65

Трактор		Газогенераторный гусеничный трактор СГ-65	
1. Название		На I передаче 42 л. с. На II передаче 35 л. с.	
2. Марка трактора			
3. Мощность на крюке при работе двигателя на газе из чурок твердых пород, влажностью не выше 20% абс.		Передачи Задний ход I II III	
4. Скорость движения трактора в км/час		3,65 4,95 7,0	2,58
5. Тяговое усилие трактора на крюке в кг		I передача 3100	II передача 1920
6. Габаритные размеры трактора в мм: длина 4372 высота 3121 ширина 2416			
7. Вес трактора в заправленном состоянии в кг		12 000	
8. Сухой вес трактора в кг		11 200	
Двигатель		МГ-17 Газовый четырехтактный Генераторный газ	
1. Марка двигателя		Максимальная — 65,0 л. с. Нормальная — 60,0 л. с.	
2. Тип двигателя		6	
3. Топливо		155	
4. Мощность двигателя при работе на газе из чурок твердых пород, влажностью не выше 20% абс.		205	
5. Число цилиндров		15,6	
6. Диаметр цилиндров в мм		870	
7. Ход поршня в мм		8,0	
8. Литраж в л		1—3—4—2	
9. Число оборотов коленчатого вала в минуту		Водяное, принудительное с термостатом на радиаторе	
10. Степень сжатия		От двух магнето БС-4, по 2 свечи в цилиндре типа М 20/20	
11. Порядок работы цилиндров			
12. Охлаждение двигателя			
13. Система зажигания			
14. Габариты двигателя в мм: длина 1979 ширина 998 высота 1720		Комбинированная под давлением и разбрызгиванием	
15. Система смазки (масло дизельное)			

Пусковой двигатель

1. Марка двигателя
2. Тип двигателя
3. Топливо
4. Мощность на валу в л. с.
5. Число цилиндров
6. Диаметр цилиндров в мм
7. Ход поршня в мм
8. Число оборотов коленчатого вала в минуту
9. Степень сжатия
10. Система зажигания
11. Система смазки
12. Емкость бензинового бака в л

В-20
Четырехтактный
Бензин
18,0
2
92
102
2200
4,6
От магнето СС-2
Разбрызгиванием
7,5

Газогенераторная установка

1. Марка газогенераторной установки
2. Тип газогенератора
3. Процесс газификации
4. Камера горения
5. Диаметр горловины камеры горения
6. Количество фурм
7. Диаметр фурменных отверстий в мм
8. Емкость бункера в м³
9. Габаритные размеры газогенератора:
высота в мм
диаметр в мм
10. Колосниковая решетка
11. Способ розжига газогенератора
12. Тип грубого очистителя
13. Промежуточная очистка газа
14. Тонкий очиститель (фильтр-охладитель)
15. Охлаждение газа

Г-25
Дровяной, с периферийным дутьем, с полным обогревом бункера и колосниковой решеткой
Опрокинутый
Цельнолитая, из углеродистой стали, алитированная
150
8
12
0,3

1750
720

Неподвижная разборная из трех секций, отлитых из углеродистой стали; алитированная
Газовым двигателем при прокручивании его пусковым двигателем (временное до установки вентилятора)
Циклонный
Пластинчатыми очистителями
Цилиндры с кольцами Рашига
Комбинированное с очисткой

Государственными испытаниями газогенераторных тракторов в Ростовской и Харьковской областях в 1938 г. установлены следующие эксплуатационные показатели трактора ЧТЗ СГ-65:

1. Производительность за 1 час чистой работы трактора на пахоте в гектарах
2. Расход топлива на га:
а) чурок твердых пород, с влажностью не более 20% абс. в кг
б) бензина в кг
3. Расход картерного дизельного масла в кг
4. Продолжительность работы (при одной загрузке бункера)

1,14

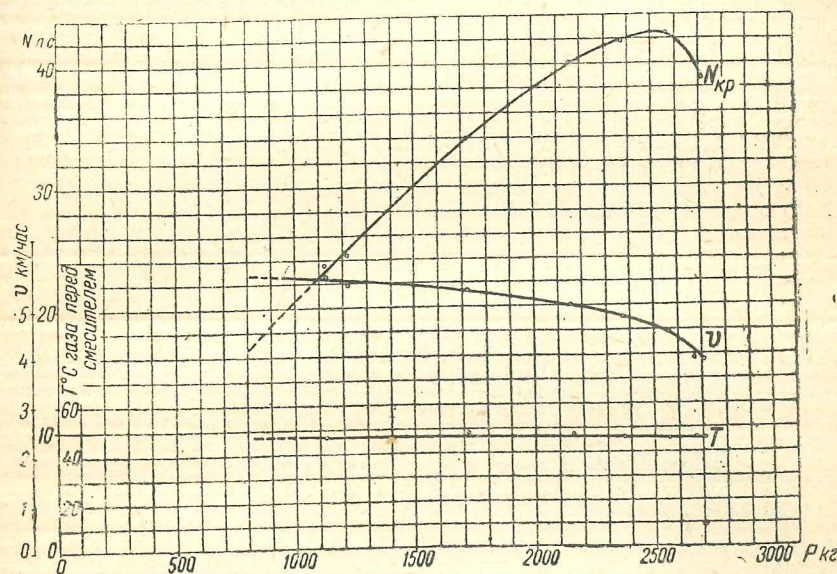
52

0,2

0,35

1 ч.—1 ч. 30 мин. (в зависимости от нагрузки двигателя, породы и влажности чурок)

передаче, при которой трактор может еще работать устойчиво. Температура газа перед смесителем при указанном испытании установилась в пределах 45—48° С, что, принимая во внимание температуру окружающего воздуха 30° С, указывает на хорошее охлаждение газа. Топливом при испытании служили чурки твердых пород.



Фиг. 88. Тяговая характеристика трактора ЧТЗ-СГ-65 с газогенераторной установкой НАТИ Г-25 при работе на II передаче на чурках твердых пород.

2. ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЙ ТРАКТОР ХТЗ-Т2Г

Гусеничный газогенераторный трактор ХТЗ-НАТИ, выпускаемый заводом под маркой ХТЗ-Т2Г, построен на базе стандартного керосинового трактора СТЗ-НАТИ, путем его оборудования газогенераторной установкой и внесения изменений в конструкцию двигателя с целью его приспособления для работы на газе.

Газогенераторная установка, технологическая схема которой представлена на фиг. 89, запроектирована НАТИ под маркой Г-19 и доработана совместно с заводом. В настоящее время выпускается последним под маркой НАТИ-ХТЗ-2Г.

Как видно из схемы, установка состоит из газогенератора и агрегатов охлаждения и очистки газа.

По выходе из газогенератора газ направляется для очистки через последовательно установленные очистители циклонного типа, где происходит очистка газа, главным образом, от тяжелых частиц золы и угля, после чего газ поступает в трубчатый охладитель, расположенный перед радиатором.

Охлажденный газ проходит через тонкий очиститель (фильтр)

для окончательной очистки, после чего поступает в смеситель и далее во всасывающий коллектор двигателя.

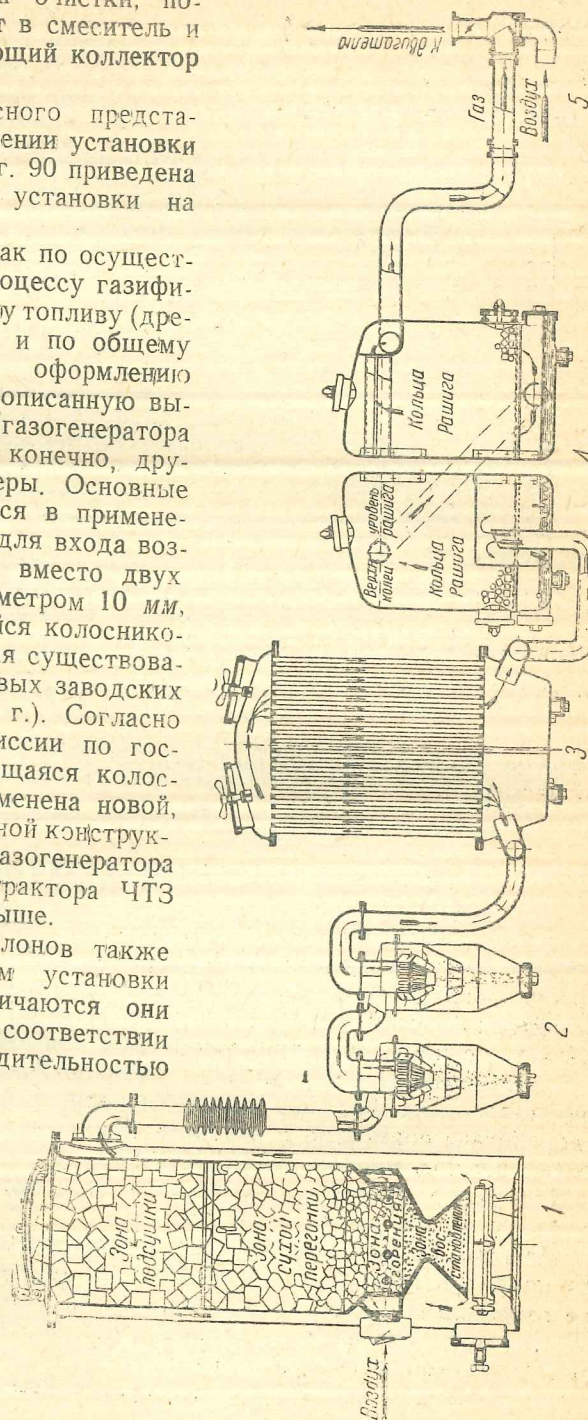
Для более ясного представления о расположении установки на тракторе, на фиг. 90 приведена монтажная схема установки на тракторе.

Газогенератор как по осуществляемому в нем процессу газификации, применяемому топливу (древесные чурки), так и по общему конструктивному оформлению весьма напоминает описанную выше конструкцию газогенератора НАТИ Г-25, имея, конечно, другие габариты и размеры. Основные отличия заключаются в применении одной коробки для входа воздуха в газогенератор вместо двух и десяти фурм диаметром 10 мм, а также вращающейся колосниковой решетки, которая существовала на тракторах первых заводских выпусков (до 1939 г.). Согласно постановлению комиссии по госиспытаниям вращающаяся колосниковая решетка заменена новой, неподвижной, подобной конструкции решетки газогенератора НАТИ Г-25 для трактора ЧТЗ СГ-65, описанной выше.

Конструкции циклонов также аналогичны циклонам установки НАТИ Г-25 и отличаются они только размерами в соответствии с различной производительностью рассматриваемых установок.

Газоотводящая труба, соединяющая газогенератор с первым циклоном, как и в установке НАТИ Г-25, имеет компенсатор.

Газ охлаждается в охладителе трубчатого типа (фиг. 91)



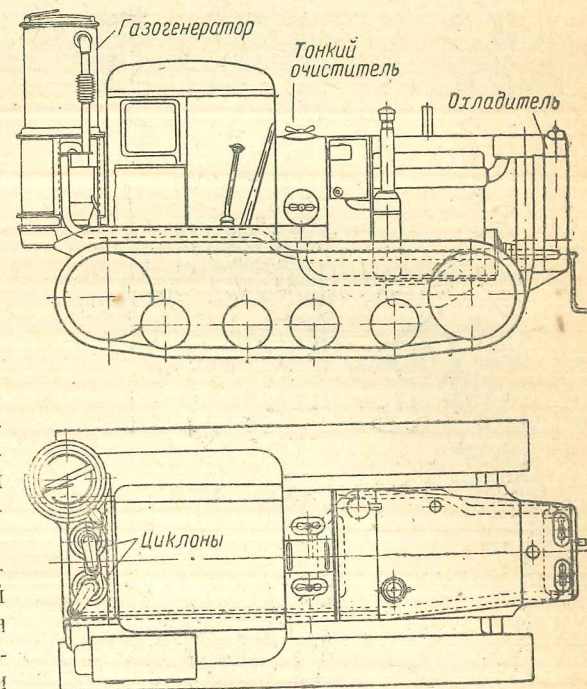
Фиг. 89. Технологическая схема газогенераторной установки НАТИ ХТЗ-2Г для трактора ХТЗ-Т2Г.
1 — газогенератор, 2 — грубый очиститель, 3 — тонкий очиститель, 4 — охладитель, 5 — смеситель.

под действием потока воздуха, просасываемого вентилятором двигателя. В нижнем баке охладителя сделана перегородка, благодаря чему охладитель делится на две секции, в первой из которых имеется 10 вертикальных трубок и во второй — 9. Пройдя первую секцию снизу вверх, газ в верхнем бачке меняет свое направление и идет далее по второй секции трубок обратно в нижний бачок, откуда через газоотводящий патрубок и трубопровод направляется к тонкому очистителю.

Для спуска конденсата в нижнем баке имеются два постоянно открытых отверстия, защищенных приваренными трубками. В передней стенке нижнего бака имеются два больших круглых люка, закрываемых крышками и служащих для очистки бака от сажи и грязи. Промывка производится сверху через два люка, расположенных в верхнем баке и плотно закрываемых соответствующими крышками.

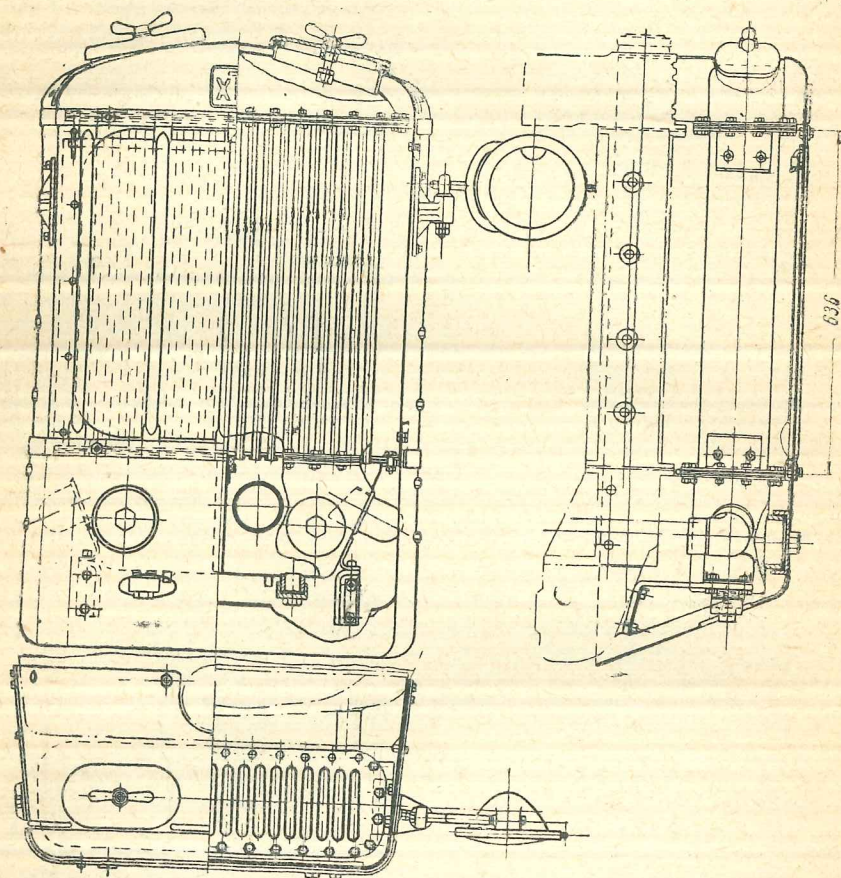
Тонкий очиститель (фиг. 92) состоит из двух отдельных секций, соединенных между собой трубой. При входе в первую секцию газ поступает в распределительную коробку, стенки которой не доходят до низа и снабжены зубцами, которые частично, а при скоплении конденсата полностью погружаются в конденсат. По этой причине газ при выходе из коробки вынужден проходить через этот конденсат, что способствует его промывке и увлажнению, а это последнее, в свою очередь, улучшает дальнейшую очистку газа при его проходе через кольца Рашига, находящиеся в каждой секции и поддерживаемые соответствующими сетками или решетчатыми пластинами. Перепускная труба соединяет верхнюю часть первой секции с нижней частью второй, почему в обеих секциях поток газа направляется снизу вверх, что имеет значение для самоочистки колец Рашига, с которых налеты пыли и сажи смываются стекающим вниз конденсатом.

Для загрузки и выгрузки колец в каждой секции очистителя



Фиг. 90. Монтажная схема газогенераторной установки НАТИ-ХТЗ-2Г на тракторе ХТЗ-Т2Г.

сверху и снизу имеется по одному люку, которые герметически закрываются крышкой. Нижний люк охватывает также часть фильтра ниже колец Рашига и одновременно служит для очистки от грязи и сажи пространства под сетками, поддерживающими слой колец Рашига.

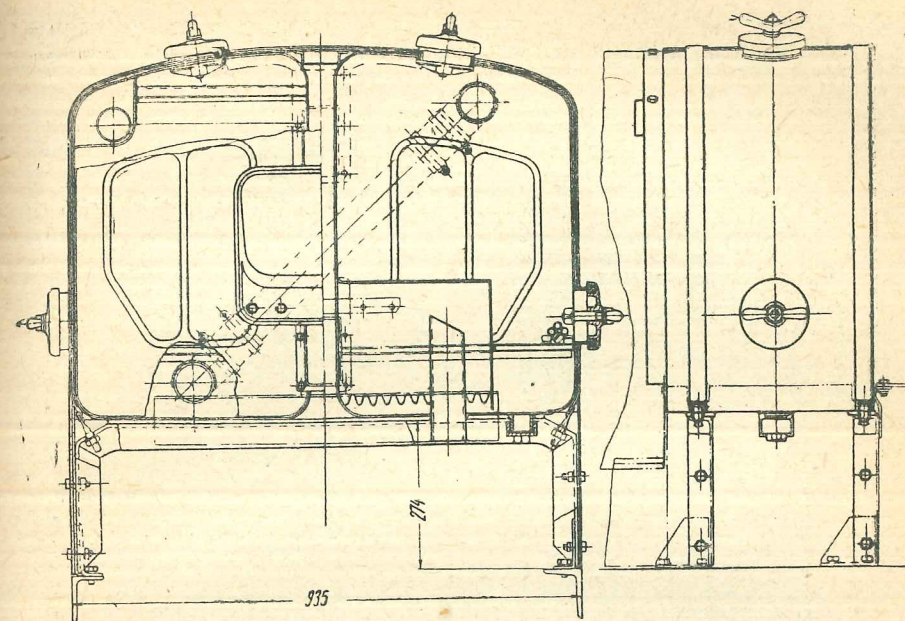


Фиг. 91. Охладитель газогенераторной установки НАТИ-ХТЗ-2Г.

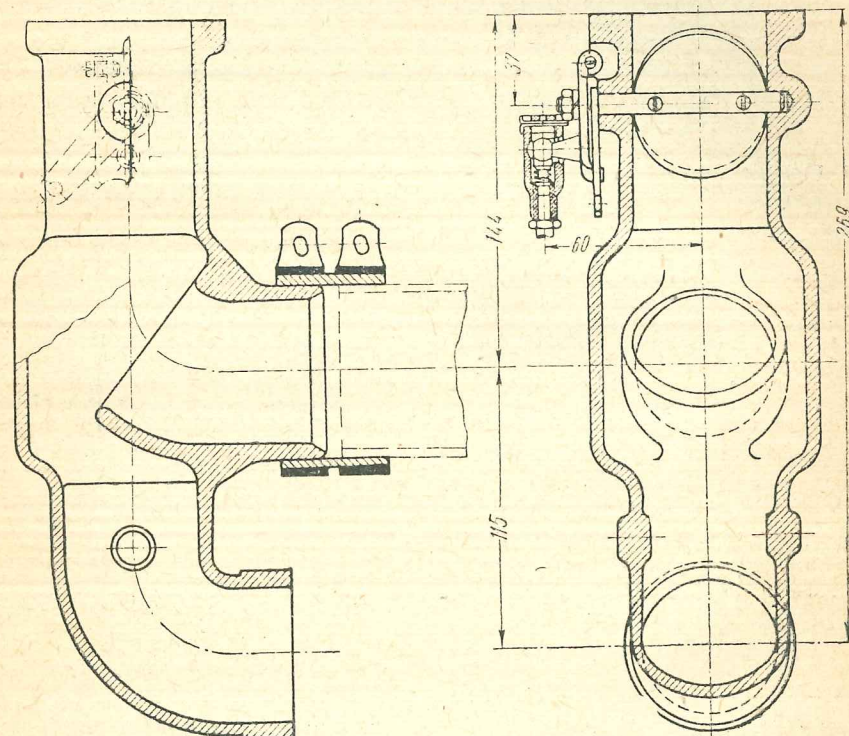
Для вытекания излишнего конденсата и поддержания его на одном уровне в передних стенках обеих секций имеется по небольшому отверстию, защищенному трубкой.

Образование рабочей газовой смеси происходит в смесителе, общий вид которого представлен на фиг. 93. К среднему патрубку смесителя подводится газ после его прохода через тонкий очиститель. Нижний патрубок смесителя, соединенный с воздухоочистителем, служит для подвода воздуха. Качество рабочей смеси регулируется воздушной заслонкой.

Двигатель приспособлен для работы на газе, в основном, путем переделки головки цилиндров, всасывающей и выхлопной труб.

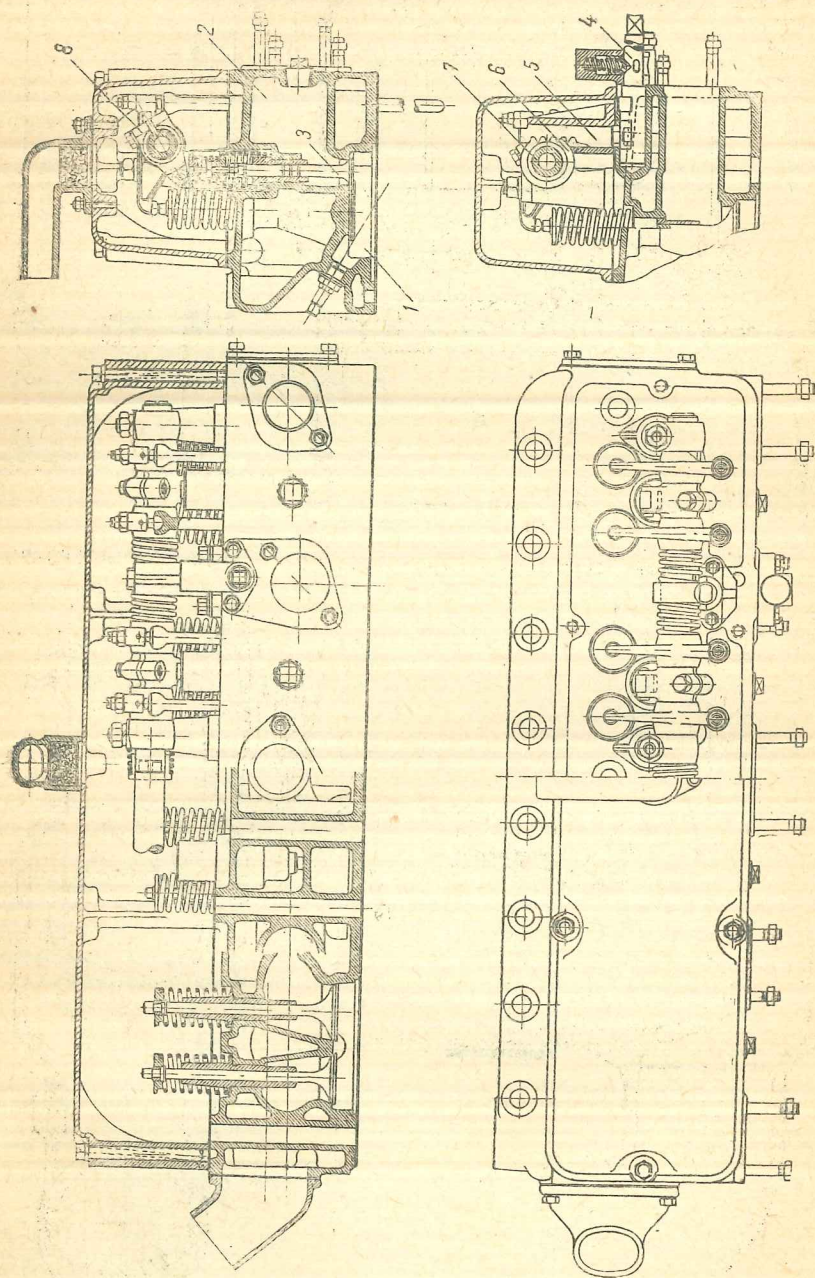


Фиг. 92. Тонкий очиститель газогенераторной установки НАТИ-ХТЗ-2Г.



Фиг. 93. Смеситель газа НАТИ-ХТЗ.

В целях уменьшения потери мощности при работе двигателя на газе степень сжатия повышена, что не позволяет производить



Фиг. 94. Головка цилиндров газового двигателя ХТЗ-Д2Г.

запуск двигателя на бензине и затрудняет прокручивание при запуске.

Для устранения этих недостатков в головке цилиндров предусмотрены дополнительные камеры, позволяющие снизить степень сжатия, что достигается пусковыми клапанами (по одному на каждый цилиндр). Эти клапаны открываются только при запуске двигателя на бензине. При этом, дополнительные камеры сообщаются с основными камерами сгорания, чем и достигается снижение степени сжатия.

Конструкция головки цилиндров представлена на фиг. 94. Основные камеры горения 1, ограниченные плоскими днищами, имеют овальное сечение и обрабатываются кругом. На той же фиг. 94 видны дополнительные камеры 2, пусковой клапан 3 с пружиной и механизмом для управления пусковыми клапанами. Последний состоит из пускового валика 4, воздействующего при повороте на зубчатую рейку 5, связанную с шестерней 6, насаженной на валик коромысел 7. На этом валике закреплено четыре рычага 8 пусковых клапанов, которые, следовательно, открываются при повороте в соответствующую сторону валика коромысел посредством описанного механизма.

Системой тяг и рычагов пусковое устройство заблокировано таким образом, что при повороте пускового валика при запуске на бензине происходит одновременно сообщение дополнительных камер с основными и снижение степени сжатия.

При проведении госиспытаний тракторов ХТЗ-Т2Г на один из испытуемых тракторов была установлена головка цилиндров с пусковым устройством конструкции НАТИ.

В этом пусковом устройстве, имеющем отличное от ХТЗ конструктивное оформление, соблюден тот же принцип, что и в конструкции ХТЗ, а именно — снижение степени сжатия двигателя при пуске путем включения дополнительных камер, имеющих в головке цилиндров, и запуск на бензине при помощи пусковой рукоятки.

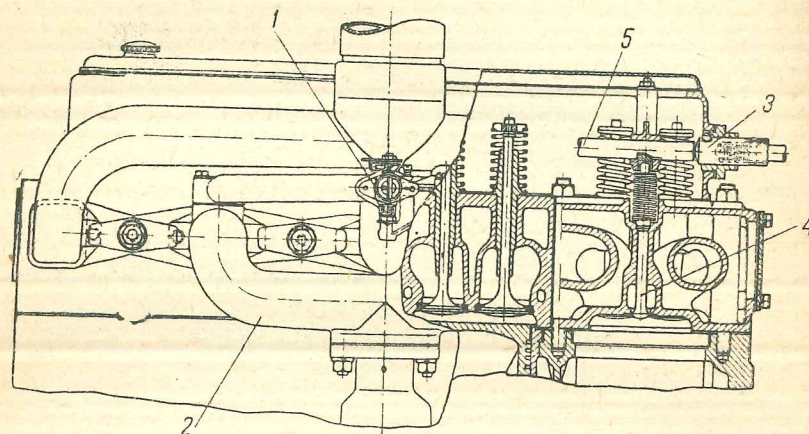
Конструкция головки и пускового устройства НАТИ, запроектированная для двигателя ХТЗ, представлена на фиг. 95.

При запуске двигателя применяется стандартный карбюратор 1 (Солекс II) и отдельный всасывающий коллектор для бензиновоздушной смеси, не связанный с газовым коллектором 2. Дроссельная заслонка карбюратора управляется тягой, связанной с толкателем 3 переключения пусковых клапанов таким образом, что она полностью открывается при открытии пусковых клапанов и закрывается при переводе двигателя на газ. Воздушная заслонка управляется от руки. Переключение пусковых клапанов 4 осуществляется одной штангой 5, снабженной против каждого клапана вырезами с наклонными плоскостями и получающей при переключении клапанов поступательное движение через толкатель, управляемый рукояткой переключения клапанов. При переключении клапанов штанга скользит в направляющих, проточенных в приливах к стойкам валика коромысел.

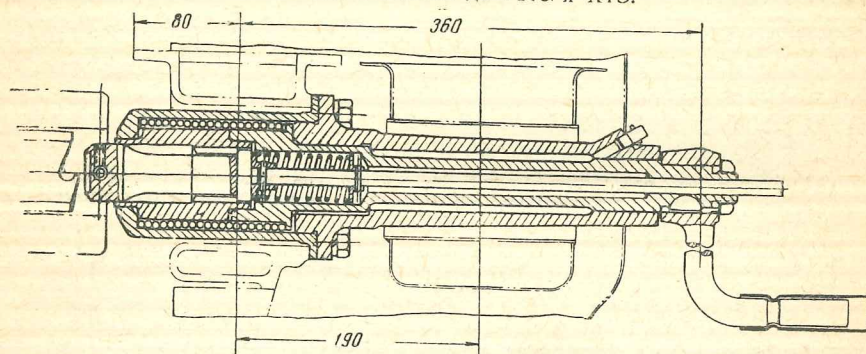
Форма камеры сгорания цилиндрическая с плоским днищем. Степень сжатия двигателя, примерно, такая же, как и у двигателя ХТЗ.

Несмотря на то что устройство НАТИ показало лучшие пуско-

вые качества по сравнению с системой ХТЗ, Комиссия по государственным испытаниям признала обе конструкции непригодными для массового производства и предложила пусковое устройство двигателя переработать, устранив все недостатки и улучшив пусковые качества двигателя.



Фиг. 95. Головка цилиндров и пусковое устройство конструкции НАТИ для газового двигателя ХТЗ.

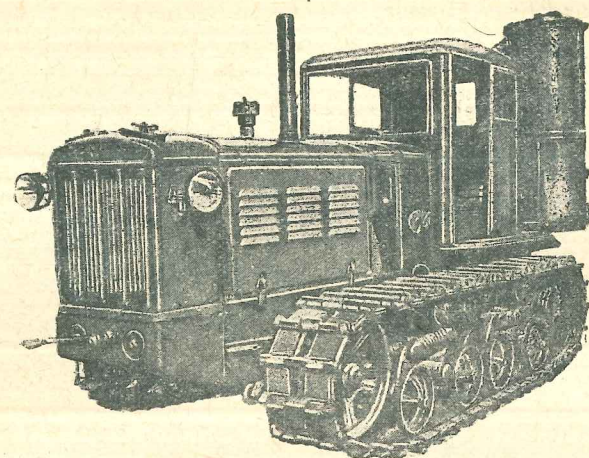


Фиг. 96. Заводная рукоятка для двигателя ХТЗ-D2Г с пружинным механизмом безопасности.

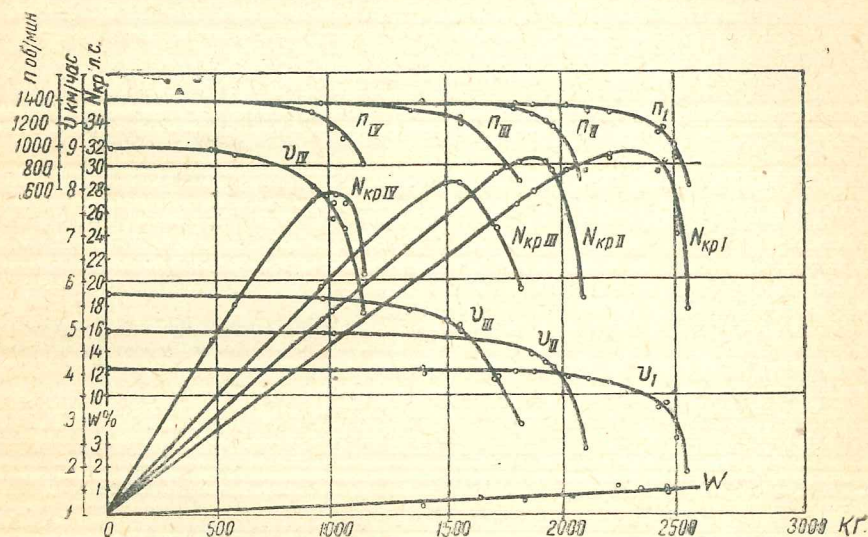
Заводная рукоятка двигателя была представлена заводом в нескольких вариантах, из которых наилучшие результаты показала рукоятка с пружинным механизмом безопасности конструкции инж. Гуляева (фиг. 96), рекомендованная для производства.

Общий вид газогенераторного трактора ХТЗ-Т2Г представлен на фиг. 97, а тяговые характеристики на всех передачах на фиг. 98¹.

¹ На фиг. 98: $N_{кр}$ — мощность на крюке, n — число оборотов двигателя в мин., v — скорость трактора в км/час, P — тяговое усилие в кг. Индексы римскими цифрами обозначают соответствующие передачи. Например, $N_{кр I}$ обозначает мощность на крюке на первой передаче. Нижняя кривая диаграммы показывает буксование трактора в %. Тяговая характеристика трактора была снята во время государственных испытаний газогенераторных тракторов в Харьковской области в 1938 г.



Фиг. 97. Общий вид газогенераторного трактора ХТЗ-Т2Г.



Фиг. 98. Тяговая характеристика газогенераторного трактора ХТЗ-Т2Г на всех передачах.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО ТРАКТОРА ХТЗ-Т-2Г

Трактор	
1. Название трактора	Газогенераторный гусеничный трактор ХТЗ-Т2Г
2. Марка трактора	
3. Мощность на крюке при работе двигателя на газе из чурок твердых пород, влажностью не более 20% абс.	На I передаче 28,0 л. с. На II передаче 27,0 л. с.
4. Мощность на приводном шкиве	
5. Скорость движения трактора в км/час	39,0 л. с.
6. Тяговое усилие трактора на крюке в кг	
7. Габаритные размеры трактора в мм:	
длина	4150
ширина	1860
высота	2580
8. Вес трактора в заправленном состоянии	5880
9. Сухой вес трактора в кг	5600
Двигатель	
1. Марка двигателя	ХТЗ-Д2Г
2. Тип двигателя	Газовый четырехтактный
3. Топливо основное	Генераторный газ
" пусковое	Бензин II сорта
4. Мощность двигателя при работе на газе из чурок твердых пород, влажностью не выше 20% абс. в л. с.	45,0
5. Число цилиндров	4
6. Диаметр цилиндров в мм	125
7. Ход поршня в мм	152
8. Рабочий объем (литраж) в л.	7,46
9. Число оборотов коленчатого вала в минуту	1250
10. Степень сжатия при запуске:	
на бензине	4,5
при работе на газе	8,2
11. Порядок работы цилиндров	1—3—4—2
12. Охлаждение двигателя	Водяное принудительное
13. Емкость бензинового бака в л.	7,6
14. Система зажигания	От магнето СС-4
15. Габариты двигателя:	
высота с радиатором в мм	1268
ширина без воздухоочистителя в мм	550
16. Система смазки	Комбинированная под давлением и разбрызгиванием

Газогенераторная установка	
1. Марка газогенераторной установки	НАТИ-ХТЗ-2Г
2. Тип газогенератора	Дровяной с периферийным дутьем с полным обогревом (бункера и колосниковой решеткой)
3. Процесс газификации	Опрокинутый
4. Камера горения	Цельнолитая, из углеродистой стали, алитированная
5. Диаметр горловины камеры горения в мм	110
6. Количество фурменных отверстий	10
7. Диаметр фурменных отверстий в мм	10
8. Емкость бункера в м ³	0,16
9. Габаритные размеры газогенератора в мм:	
высота	1620
диаметр	554
10. Тип грубого очистителя	Циклон
11. Тип охладителя	Трубчатый
12. Тонкий очиститель	Баки с кольцами Рашига
Государственными испытаниями газогенераторных тракторов в Ростовской и Харьковской областях в 1938 г. установлены следующие эксплуатационные показатели трактора ХТЗ-Т2Г:	
1. Производительность за один час работы трактора на пахоте в га	0,64
2. Расход топлива на га в кг:	
а) чурок твердых пород с влажностью не более 20% абс.	65,0
б) бензина (на запуск) в кг	1,0
3. Расход картерного масла в кг	1,0
4. Продолжительность работы при одной загрузке бункера	1 ч.—1 ч. 30 мин. (в зависимости от нагрузки двигателя, породы и влажности чурок)
Расход пускового бензина велик и объясняется низкими пусковыми качествами испытанных двигателей.	

3. ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ЗИС

Московский автозавод им. Сталина (ЗИС) начал с 1936 г. самостоятельно заниматься проектированием газогенераторных установок для грузового автомобиля ЗИС. Первая из этих установок, созданных заводом, была принята для серийного производства под маркой ЗИС-13 и выпускалась до начала 1938 г.

Установка ЗИС-13 работала вполне удовлетворительно за исключением камеры горения, которая отличалась небольшой долговечностью. Этот недочет, который был присущ также и описываемой ниже установке Г-14 для автомобиля ГАЗ-АА, нельзя считать органическим дефектом установки, поскольку он, главным образом, зависел от несовершенства производства.

К основным недостаткам автомобиля ЗИС-13 в целом можно отнести недостаточную прочность крепления установки на шасси, а также и то обстоятельство, что установка монтировалась на удлиненном шасси ЗИС-8 автобусного типа. Это увеличивало мертвый вес машины и снижало ее маневренные способности. По этим причинам завод в начале 1938 г. выпустил новую модель газогенераторной установки под маркой ЗИС-21, которая монтируется на шасси ЗИС-5. Автомобиль в целом имеет такую же маркировку, как и газогенераторная установка, т. е. ЗИС-21.

Технологическая схема газогенераторной установки ЗИС-21 мало отличается от ЗИС-13. Резкое отличие имеет монтажная схема, что обусловлено применением стандартного шасси ЗИС-5 и сохранением грузовой платформы без всяких изменений. Для соблюдения этих условий газогенератор перенесен на правую сторону автомобиля, причем для возможности его размещения вырезан угол кабины, о чем подробнее будет указано ниже.

В 1939 г. завод приступил к серийному выпуску древесноугольной газогенераторной установки ЗИС-31, которая разработана заводом на базе аналогичной установки НАТИ-Г23 со внесением в нее некоторых конструктивных изменений.

Дровяной газогенераторный автомобиль ЗИС-21

В автомобиль ЗИС-5, используемый для переоборудования на газогенераторный ЗИС-21, вносятся следующие изменения.

По двигателю. Путем замены головки цилиндров степень сжатия повышается с 4,7 до 7,0. Стандартный бензиновый карбюратор заменяется другим — Солекс-II, который может быть использован для запуска двигателя на бензине и для непродолжительной работы на бензине в случае необходимости.

Всасывающий и выхлопной коллекторы отливаются отдельно, а не в виде блока, как в бензиновом двигателе; это необходимо для уменьшения подогрева рабочей смеси, который не должен иметь места в газовых двигателях. Уменьшение подогрева смеси увеличивает коэффициент наполнения двигателя. Для той же цели проходные сечения во всасывающем коллекторе делаются увеличенными 42×42 мм против $36,5 \times 36,5$ мм у бензинового двигателя.

Батарейное зажигание снимается и вместо него устанавливается магнето СС-16. Бензиновый насос снимается. Кроме того, нормальный бензобак заменяется небольшим бачком емкостью 7,5 л, устанавливаемым на переднем щитке под капотом.

По электрооборудованию. В связи с наличием электромотора для вращения вентилятора и возросшим потреблением электроэнергии оказалось необходимым усилить аккумуляторную батарею, что достигнуто за счет установки двух аккумуляторов емкостью 144 ампер-часов. Аккумуляторы напряжением по 6 В соединены между собой последовательно. Таким образом общее напряжение электросети повышено до 12 В. В соответствии с этим все приборы электрооборудования: динамомашина, стартер и др. поставлены усиленного типа на напряжение в 12 В.

По шасси автомобиля в целом. Для крепления кронштейнов под газогенератор и очиститель вводится в раму дополнительная поперечина и одна из существующих заменяется на усиленную. Передняя правая рессора усиливается путем замены четырех листов толщиной 6,5 мм на 8 мм. Передаточное число заднего моста увеличивается с 6,41 до 7,66 путем замены соответствующей пары шестерен.

Радиатор устанавливается усиленного типа с увеличенным количеством трубок.

Платформа в части габаритных размеров и полезной площади оставлена без изменения. Конструктивные изменения коснулись лишь продольных и поперечных брусьев, связывающих основание платформы, что оказалось необходимым вследствие установки под платформой грубых очистителей.

Кабина отличается от стандартной тем, что у нее вырезан правый задний угол для установки в этом месте газогенератора и сохранения полезной площади платформы. В связи с вырезкой угла кабины укорочено сидение и несколько изменено крепление. Оба аккумулятора располагаются под сидением.

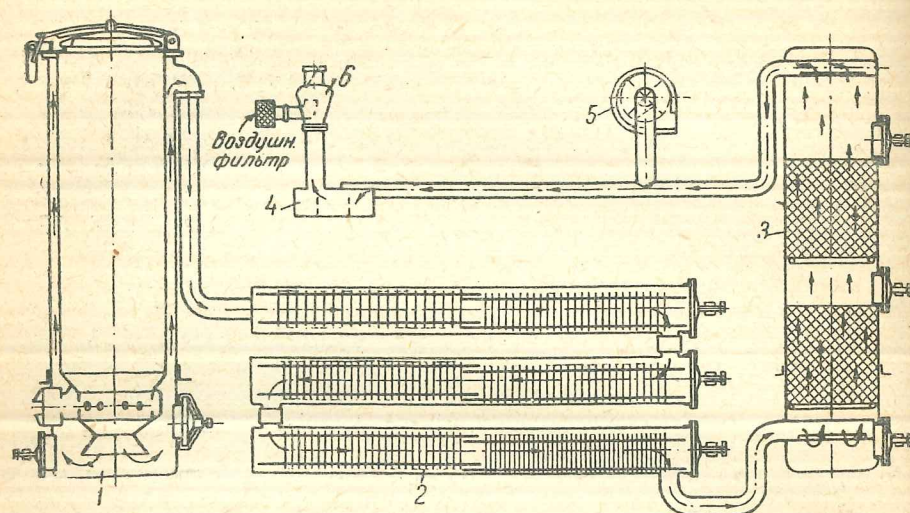
Правая дверка кабины сужена примерно вдвое¹.

Из технологической схемы газогенераторной установки ЗИС-21 (фиг. 99) видно, что установка состоит из газогенератора, охладителя, одновременно выполняющего функции грубой очистки, и очистителя с кольцами Рашига для тонкой очистки газа.

После очистителя газ по трубопроводу направляется к смесителю, пройдя по пути через отстойник. При розжиге работающий вентилятор, присоединенный к трубопроводу, выходящему из тонкого очистителя, просасывает газ через все элементы газогенераторной установки, выбрасывая его наружу через газоотводящую трубу. При работе двигателя вентилятор выключается; воздух поступает в смеситель через воздушный фильтр и соответствующий патрубок.

¹ Более подробные сведения о переделках ЗИС-5 при переоборудовании его на газогенераторный ЗИС-21 изложены в специальной книге: инж. К. А. Панютин, Руководство по переоборудованию бензинового автомобиля ЗИС-5 в газогенераторный типа ЗИС-21 и по обслуживанию переоборудованного автомобиля.

Газогенератор (фиг. 100) опрокинутого процесса с камерой горения такого же типа, как у описанных тракторных установок ЧТЗ и ХТЗ. По размерам камера горения близко подходит к уста-



Фиг. 99. Технологическая схема газогенераторной установки ЗИС-21.

1 — газогенератор, 2 — охладитель — грубый очиститель, 3 — тонкий очиститель, 4 — отстойник конденсата, 5 — вентилятор, 6 — смеситель

новке ХТЗ, отличаясь от нее диаметром горловины (150 мм вместо 110 мм у ХТЗ). Колосниковой решетки газогенератор не имеет. Устройство и действие газогенератора ясны без пояснения.

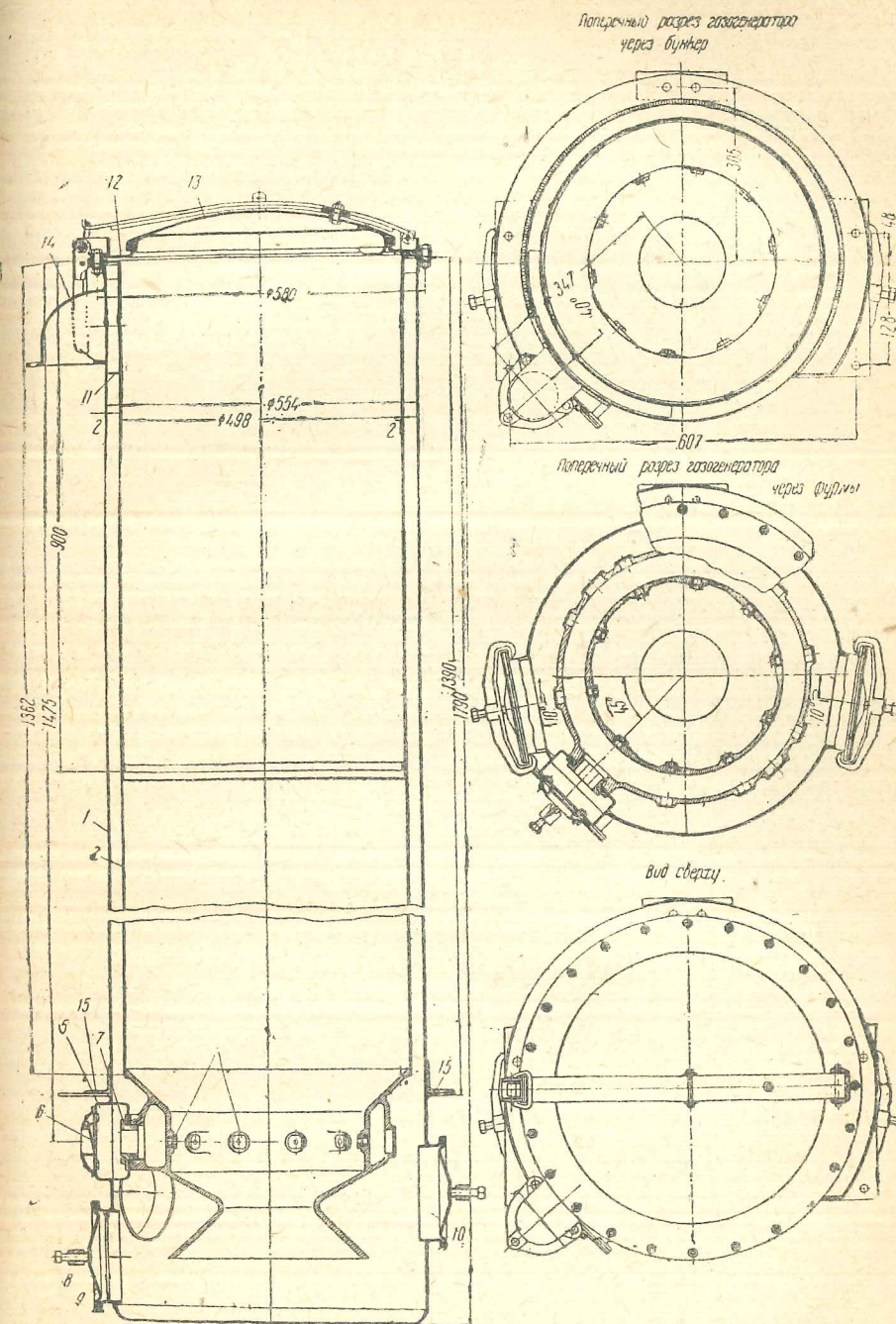
Таблица 11

Диски охладителя газогенераторной установки ЗИС-21

Секция по ходу газа	№ насадки	Количество дисков в насадке	Расстояние между дисками в мм	Диаметр каждого отверстия в мм	Количество отверстий в каждом диске
1	1	25	30	15	53
	2	40	18	10	120
2	3	40	18	10	120
	4	40	18	10	120
3	5	70	10	8	201
	6	70	10	8	201

диаметром отверстий и их количеством в каждом диске.

Расстояние между дисками устанавливается при помощи дистанционных (распорных) трубок, а насадка в целом собирается на трех стержнях каждая. На фиг. 101 представлена одна из секций охладителя в сборе. Характеристика дисков в насадках 1—6. (считая их нумерацию по ходу газа) дана в табл. 11.



Фиг. 100. Газогенератор ЗИС-21.

1 — корпус газогенератора, 2 — бункер, 3 — камера горения, 4 — фурмы, 5 — воздушная коробка, 6 — автоматический обратный клапан, 7 — футорка, 8 — зольниковый люк с крышкой, 9 — предохранительная решетка, 10 — люк с крышкой для загрузки древесного угля вокруг камеры горения (в дополнительную зону восстановления), 11 — отражатель, 12 — фланец загрузочного люка, 13 — крышка загрузочного люка с прижимной пружиной и запорной рукояткой, 14 — патрубок отбора газа, 15 — лапы крепления.

1 — корпус, 2 — дноще, 3 — крышка, 4 — скоба крепления крышки, 5 — нажимной болт, 6 — стержня, 7 — диск, 8 — распорные трубки, 9 — рукоятка, расстояние между ней и крайним диском устанавливается при помощи удлиненных распорных трубок, 10 — латки крепления.

Корпус охладителя 1 с приваренными к нему глухими днищами 2 и 3 имеет внутри сетки 4 и 5, служащие опорами для нижнего и верхнего яруса колец Рашига. Очиститель имеет три боковых люка, закрываемых крышками таких же размеров и конструкции, как в газогенераторе. Люк 6 служит для очистки поддона (пространства под сеткой 4) от могущей накопиться там грязи. Люки 7 и 8 служат для загрузки колец в соответствующие ярусы, а также для их выгрузки в случае промывки. Газ подводится через трубу 9, имеющую внизу продольную щель, а отводится через трубу 10 с тремя щелями меньшей ширины во избежание уноса через них колец Рашига. К трубе 10 приварен газоотборный патрубок 11. Для крепления очистителя предусмотрены лапы 12.

Схемы устройства смесителя и вентилятора для розжига топлива газогенераторной установки ЗИС-21 показаны на фиг. 103 и 104.

Фиг. 103. Схема смесителя ЗИС-21.



180

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО АВТОМОБИЛЯ ЗИС-21

Шасси

1. Грузоподъемность	2500 кг
2. База (расстояние между осями)	3810 мм
3. Колея: передних колес	1546 мм
задних колес	1675 мм
4. Сцепление	Стандартное
5. Коробка передач	Стандартная
6. Передаточные числа в коробке пере- дач	1—6,6; 2—3,74; 3—1,84; 4—1,0
7. Передаточное число главной передачи	7,66
8. Полезная площадь грузовой плат- формы	6,0 м²
9. Общий вес автомобиля (без груза)	3700 кг
10. Максимальная скорость автомобиля на горизонтальном участке шоссе с полезной нагрузкой 2500 кг	50 км/час
11. Расход топлива по шоссе с полной нагрузкой на 100 км	90 кг
12. Вместимость бункера (чурки твердых пород)	85 кг

Двигатель

1. Тип двигателя	Газовый
2. Число цилиндров	6
3. Порядок работы	1—5—3—6—2—4
4. Диаметр цилиндров	101,6 мм
5. Ход поршня	114,3 мм
6. Объем цилиндров (литраж)	5,55 л
7. Степень сжатия	7,0
8. Мощность¹	48,0 л. с.
9. Число оборотов в минуту	2400
10. Тип пускового карбюратора	Солекс-II
11. Тип аккумулятора	ЗСТА-IX; емкость 144 ампер-часов; 2 штуки по 6 V, соединены последо- вательно
12. Тип динамо	ГА-27, мощность 250 W при напряжении 12 V
13. Тип стартера	Усиленный 12-вольтный МАН
14. Зажигание	Магнето СС-6
15. Свечи	18×1,5 (ОСТ 5257)

Газогенераторная установка

1. Тип газогенератора	ЗИС-21
2. Род топлива	Древесные чурки
3. Процесс газификации	Опрокинутый
4. Способ розжига	Отсасывающим вентилятором
5. Место расположения вентилятора	Перед смесителем
6. Форма бункера	Цилиндрическая
7. Общая высота газогенератора	1910 мм
8. Наружный диаметр	558 мм

¹ В результате усовершенствования головки двигателя и других измене-
ний конструкции газового двигателя мощность повышается до 60 л. с.

9. Диаметр загрузочного люка	454 мм
10. Объем бункера	0,265 м³
11. Система подвода воздуха	Периферийная
12. Число и диаметр фурм	10 шт.; Ø 9,2 мм
13. Диаметр камеры горения в плоскости фурм	340 мм
14. Диаметр горловины	150 мм
15. Расстояние от плоскости фурм до днища зольника	310 мм
16. Высота зольникового пространства (от нижней плоскости камеры горе- ния до днища зольника)	110 мм
17. Колосниковая решетка	Отсутствует
18. Тип охладителя, габариты	Три секции цилиндрической формы Ø 200 мм, длина 1965 мм Грубая в охладителе, тонкая в очистителе с кольцами Рашига с Ø 384×1810 мм
19. Очистка	Справа в вырезе кабины Под грузовой платформой С левой стороны кабины с параллельными потокам воздуха и газа
20. Габариты очистителя	44 мм
21. Места расположения: а) газогенератора	42×40 мм
б) охладителя	46 мм
в) очистителя	2
22. Тип смесителя	Стартером на газе или на бензине
23. Диаметр газового патрубка	6—8 мин.
24. Диаметр воздушного патрубка	
25. Диаметр канала входа рабочей смеси во всасывающий коллектор	
26. Количество заслонок	
27. Способ запуска двигателя	
28. Время розжига холодного генератора вентилятором с запуском двигателя на газе без применения бензина	2—3 мин.
29. Время розжига холодного газогенера- тора двигателем, предварительно запущенным на бензине с перево- дом двигателя на газ	

Древесноугольный газогенераторный автомобиль ЗИС-31

Выбору типа установки в качестве образца для проектирования и серийного производства предшествовало испытание нескольких импортных установок, а также установки советской конструкции Ленинградского индустриального института. В результате произведенных испытаний за основу была принята установка с горизонтальным процессом газификации. К недостаткам этой последней следует отнести: 1) сравнительно высокое шлакообразование, обусловленное напряженным в тепловом отношении процессом, и 2) наличие водяного охлаждения фурмы.

Необходимость тонкой очистки газа матерчатыми фильтрами, обеспечивая хорошую очистку, в то же время имеет ряд недостатков (сложный уход, особенно в зимнее время, благодаря замораживанию материи конденсатом). Тем не менее этот тип очистки принят к производству за неимением в настоящее время лучшего и более надежного способа тонкой очистки газа для древесно-угольных газогенераторов.

- К положительным моментам относятся:
- а) прекрасные пусковые качества двигателя при работе с такой установкой;
 - б) весьма гибкий процесс газогенератора, легко приспособляемый к условиям переменного режима работы автомобиля;
 - в) простота конструкции и связанное с этим удобство монтажа;
 - г) небольшой вес газогенераторной установки;
 - д) расход топлива, не превышающий такового в других лучших газогенераторных установках;
 - е) общая надежность работы.

Совокупность этих положительных особенностей, даже при наличии указанных недостатков, вполне оправдывает принятие к производству газогенератора с горизонтальным процессом газификации.

Схема газогенераторной установки ЗИС-31 представлена на фиг. 105, из которой видно, что в нее входят: 1) газогенератор, 2) очиститель-охладитель, 3) очиститель-фильтр, 4) вентилятор для розжига топлива, 5) трубопроводы (между газогенератором и охладителем, между охладителем и очистителем, между очистителем и смесителем с патрубком от последнего трубопровода к вентилятору), 6) отстойник конденсата и 7) смеситель.

Вентилятор с креплением и трубой для отвода газа, смеситель, а также имеющееся дополнительное оборудование: управление питанием, вспомогательный карбюратор Солекс-II, электрооборудование и т. п., остаются такими же, как и у автомобиля ЗИС-21.

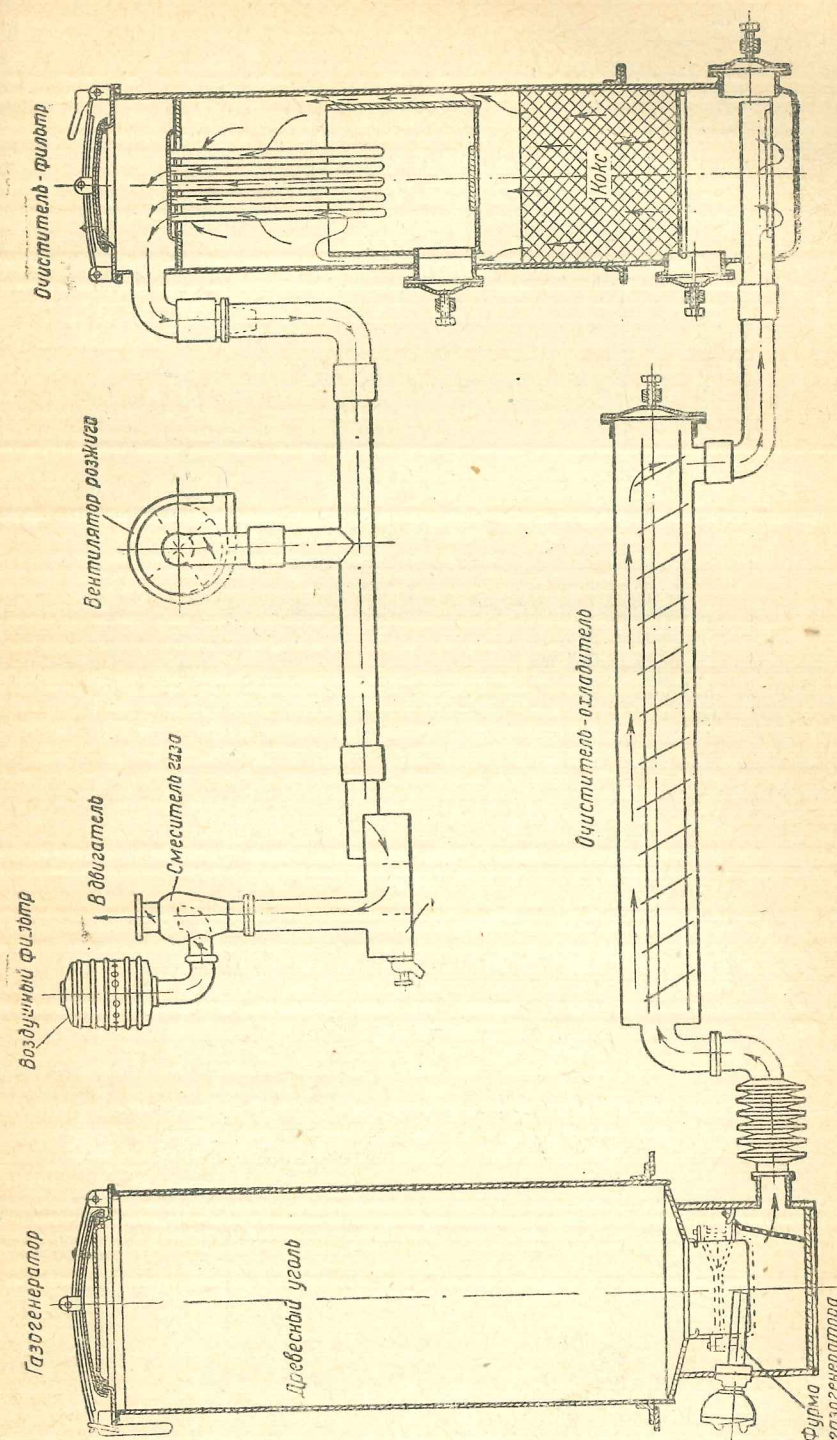
Конструкция рассматриваемого газогенератора должна быть весьма простой и может сводиться к цилиндрическому барабану, снабженному откидным днищем вниз и загрузочным люком с крышкой вверх. Однако эксплуатационные особенности данной установки привели к необходимости некоторого ее усложнения.

Газогенератор (фиг. 106) состоит из камеры горения 1, занимающей его нижнюю часть, бункера 2 и конуса 3, расположенного между ними и привариваемого к ним. Назначение горловины сводится к тому, что она является корпусом приспособления, используемого при удалении шлака. В данном газогенераторе шлак образуется благодаря высокому температурному режиму, способствующему плавлению золы. Заслонка, вставляемая в горловину перед удалением шлака, изолирует нижнюю часть газогенератора от верхней, что позволяет открыть нижнюю крышку и удалить шлак полностью, сохранив при этом весь неиспользованный запас топлива в бункере.

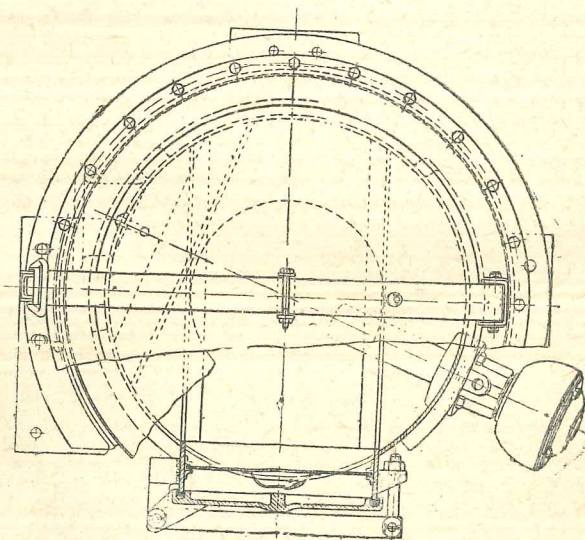
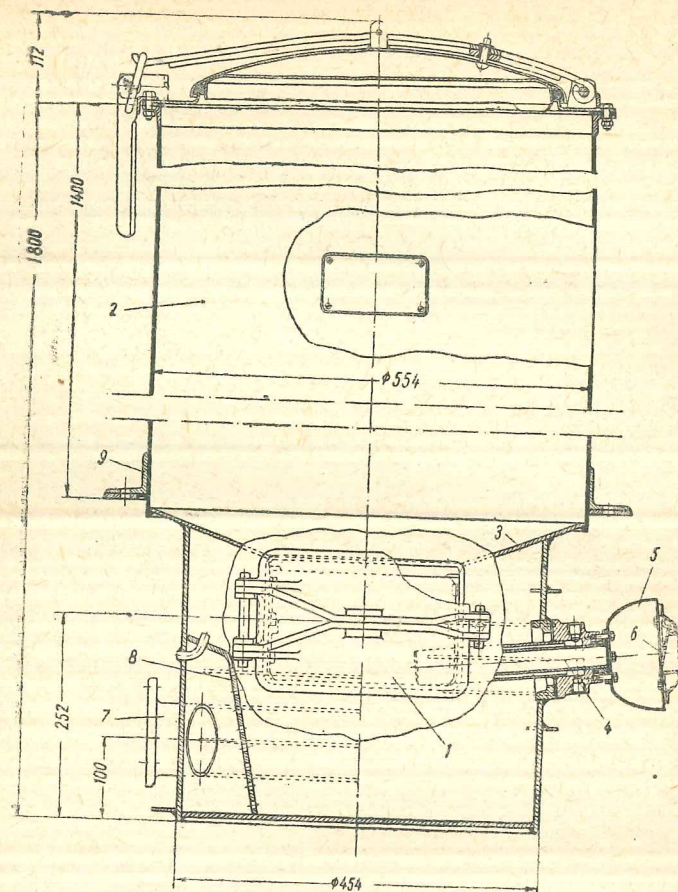
Первичный воздух в газогенератор подводится через охлаждаемую водой фурму 4, представленную отдельно на фиг. 106а.

Воздух к фурме подводится через воздушную коробку 5, снабженную обратным клапаном 6.

Розжиг осуществляется путем введения факела в фурму, разумеется, при одновременной работе двигателя или пускового вентилятора. Для введения факела пользуются обратным клапаном, расположенным против фурмы.



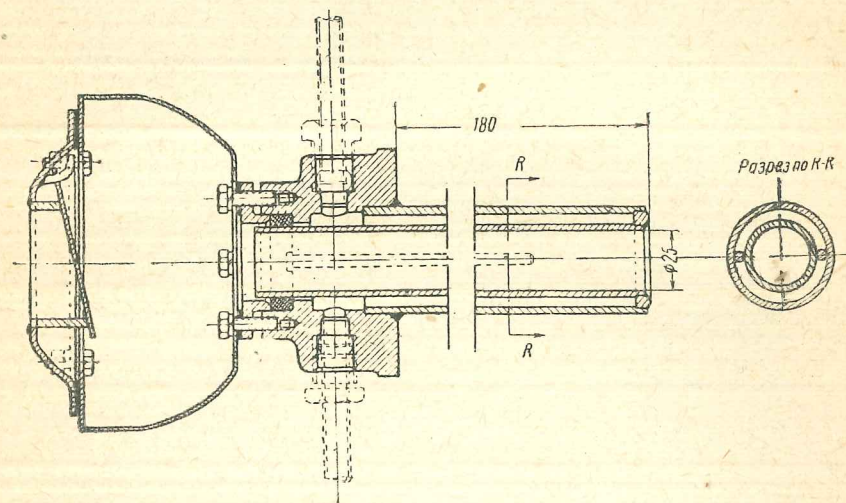
Фиг. 105. Схема древесноугольной газогенераторной установки ЗИС-31.



Фиг. 106. Газогенератор ЗИС-31.

Вода для охлаждения фурмы подводится из нижней части водяной системы в нижнюю часть рубашки фурмы. Вследствие имеющейся там перегородки между наружным кожухом и внутренней трубой вода омывает весь корпус и отводится сверху через трубку, ведущую ее в верхнюю часть водяного пространства радиатора.

В целях предотвращения уноса из газогенератора крупных частиц угля, газоотводящий патрубок 7 защищен наклонно поставленной решеткой 8, снабженной рядом сверлений, расположенных в шахматном порядке. Решетка, как деталь, подтвержденная действием высокой температуры и возможности прогорания, запроектирована съемной и легко заменяемой.



Фиг. 106а. Фурма газогенератора ЗИС-31.

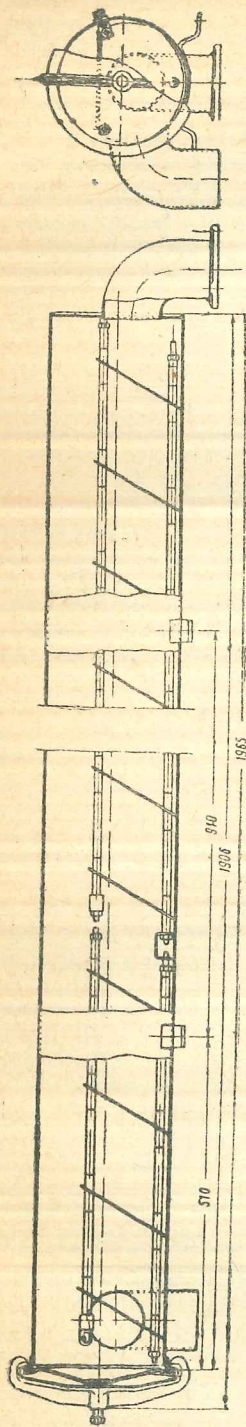
Крепление газогенератора осуществляется посредством двух одинаковых лап 9, привариваемых к наружной поверхности бункера.

Охладитель-очиститель установки ЗИС-31 (фиг. 107) представляет собою полый цилиндр, закрываемый с обеих сторон крышками такой же конструкции и размеров, как и в установке ЗИС-21.

Внутри имеется насадка из 12 наклонно поставленных пластин, служащих для улавливания твердых частиц, уносимых потоком газа из газогенератора.

В очиститель-фильтр (фиг. 108) газ поступает через патрубок, приваренный к поддону 1. В верхней части поддона внутри находится сетка 2, которая служит опорой для каменноугольного кокса, предназначенного для очистки газа от золы и крупных частиц угля, которые не осели в охладителе. Для выгрузки кокса с целью его промывки или замены используется лючок 3.

Пройдя слой кокса и обогнув коробку 4, газ приходит в соприкосновение со всеми пятью секциями матерчатого фильтра 5.



Фиг. 107. Охладитель-очиститель газогенераторной установки ЗИС-31.

Каждая секция состоит из металлического каркаса, обтянутого двойным слоем хлопчатобумажной материи; все секции объединяются общим диском 6. К этому диску каждая секция матерчатого фильтра крепится двумя болтами таким образом, что газ может пройти через открытый верхний конец и соответствующее отверстие в диске в пространство, расположенное над ним до крышки верхнего люка очистителя. У кромки диска имеется прокладка, что дает возможность плотно прижать этот диск к внутренней опоре, прикрепленной к корпусу очистителя, как показано на чертеже.

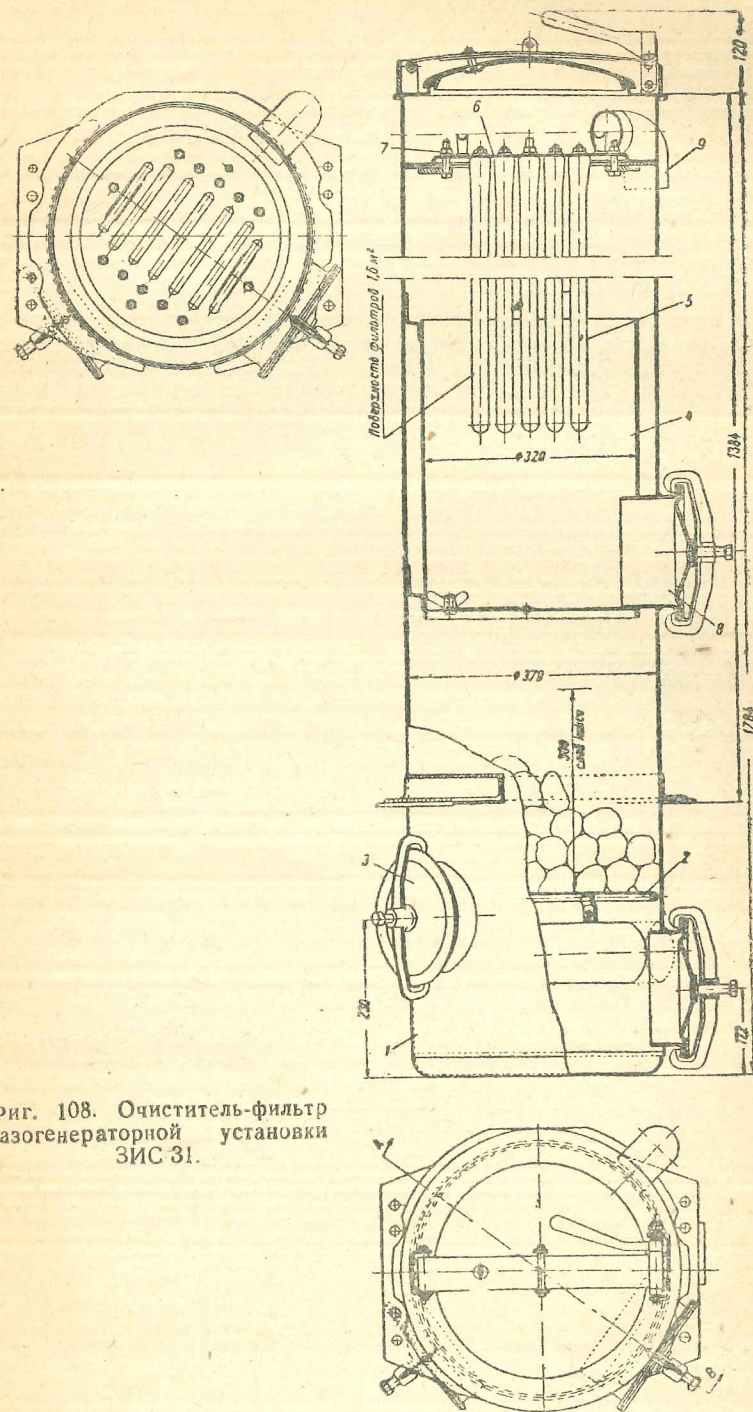
Самое нажатие осуществляется четырьмя болтами, приваренными к соответствующему кольцу, и гайками 7.

Сажа и другие отложения, постепенно накапливающиеся на поверхности материи, благодаря тряске машины отваливаются и собираются в коробке 4. Удаление этих отходов происходит через лючок 8, удлиненный патрубок которого соединяется с корпусом коробки 4. Такое соединение обеспечивает весьма быстрое и полное удаление всех отходов, скопляющихся в коробке.

Газ, поступивший в верхнюю полость очистителя, после окончательной очистки отводится дальше к двигателю через патрубок 9 и систему трубопроводов.

В месте присоединения первого трубопровода к патрубку 9 установлена предохранительная сетка (см. схему, фиг. 105), имеющая при тонкой очистке газа матерчатыми фильтрами, как в данном случае, существенное значение. В случае разрушения материи, например от прогара при повышении температуры, плохо очищенный газ быстро забивает незначительное проходное сечение сетки, чем автоматически прекращается доступ грязного газа в двигатель, и последний останавливается. Таким образом роль сетки сводится к предохранению двигателя от износа, который мог бы иметь место при работе на плохо очищенном газе.

Для монтажа установки на шасси угольной кабины вырезается таким же образом, как и в установке ЗИС-21. Место располо-



Фиг. 108. Очиститель-фильтр газогенераторной установки ЗИС 31.

жения газогенератора и очистителя-фильтра и детали их крепления также аналогичны установке ЗИС-21.

Охладитель располагается под платформой непосредственно за газогенератором перпендикулярно оси автомобиля.

Эта схема очень проста, удобна для монтажа всех элементов установки при сохранении хорошей доступности к ним.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ЗИС-31

1. Тип газогенератора и процесс газификации	Горизонтальный
2. Род топлива	Мелкий древесный уголь
3. Способ розжига	Отсасывающим вентилятором
4. Место расположения вентилятора	Аналогично установке ЗИС-21
5. Форма бункера	Цилиндрическая
6. Общая высота газогенератора	1910 мм
7. Наружный диаметр бункера	554 мм
8. Диаметр загрузочного люка	454 мм
9. Объем бункера	0,43 м ³
10. Система подвода воздуха	Через одну горизонтальную фурму; Ø 25 мм
11. Форма и размеры камеры горения	Цилиндрическая, Ø 442 мм
12. Колосниковая решетка	Нет

Примечание. Перед газоотборным патрубком имеется наклонно поставленная решетка для защиты от уноса крупных частиц угля в трубопроводы.

13. Тип охладителя и поверхность охлаждения, габариты	Цилиндрический; поверхность охлаждения 1,22 м ² , габариты Ø 205×1906 мм
14. Очистка	Грубая в охладителе и нижней части очистителя, заполненной коксом. Тонкая в матерчатом фильтре. Габариты очистителя Ø 379×1904 мм
15. Место расположения: а) газогенератора б) очистителя в) охладителя	Справа за кабиной Слева за кабиной За газогенератором, под платформой перпендикулярно оси машины
16. Тип смесителя и его основные размеры	См. техническую характеристику установки ЗИС-21

4. ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ГАЗ

Основным типом газогенераторного автомобиля, выпускаемым в настоящее время Горьковским автозаводом им. Молотова, является автомобиль ГАЗ-АА, оборудованный дровяной газогенераторной установкой НАТИ Г-14* и выпускаемый заводом под маркой ГАЗ-42.

* Газогенераторная установка под маркой НАТИ Г-14 для автомобиля ГАЗ-АА, работающая на древесных чурках, была спроектирована в 1936 г. под руководством ст. инженера НАТИ С. Г. Коссова.

Кроме того, в 1939 г. принят к серийному производству древесноугольный газогенераторный автомобиль на базе того же автомобиля ГАЗ-АА с древесноугольной газогенераторной установкой, разработанной заводом по типу установки НАТИ Г-21. Этому автомобилю присвоена заводская марка ГАЗ-43.

Дровяной газогенераторный автомобиль ГАЗ-42

Газогенераторный автомобиль ГАЗ-42 отличается от стандартного бензинового наличием на нем газогенераторной установки, необходимыми изменениями в шасси, связанными с монтажом газогенераторной установки, и приспособлением двигателя для работы на генераторном газе.

Для уменьшения потерь мощности, имеющих место при переводе двигателя на генераторный газ, степень сжатия двигателя повышена до 6,4. Эта степень сжатия вполне гарантирует надежную работу на газе и запуск двигателя.

Изменение степени сжатия достигнуто путем постановки новой, специально запроектированной головки, которая монтируется на блоке цилиндров без изменений в последнем. Кривошипно-шатунный механизм двигателя, поршневая группа и прочие детали оставлены без изменения.

Всасывающий коллектор газового двигателя принципиально отличается от бензинового. В то время как в бензиновых двигателях он проектируется с учетом подогрева смеси для лучшего испарения бензина, в газовых двигателях эта надобность отпадает, поскольку в коллектор поступает уже готовая газовоздушная смесь. Подогрев этой смеси нежелателен, ибо это ведет к уменьшению наполнения двигателя и потере мощности.

Это обстоятельство вызвало необходимость пересмотра конструкции всасывающей системы, в результате чего внесены следующие изменения:

а) стандартный карбюратор типа Форд-Зенит заменен новым карбюратором Солекс-II, который монтируется непосредственно

Эта установка была после всестороннего испытания признана пригодной для эксплуатации и принята к серийному производству.

Постройка установок Г-14 была поручена заводу „Свет шахтера“, который выпускал их до мая 1933 г., после чего производство установок, подвергшихся небольшим конструктивным изменениям, перешло к Московскому заводу „Комета“.

Заводы „Свет шахтера“ и „Комета“ производили только установки и поставляли их Горьковскому автозаводу им. Молотова (ГАЗ). Последний производил монтаж этих установок на шасси автомобилей и приспособление бензиновых двигателей для работы на генераторном газе, после чего выпускал укомплектованные таким образом газогенераторные автомобили.

С 1939 г. производство газогенераторных автомобилей ГАЗ-АА, включая и постройку газогенераторных установок, целиком перешло непосредственно к Горьковскому автозаводу.

В процессе подготовки производства Горьковский автозавод, не затрагивая конструкцию в целом, внес в газогенераторную установку ряд изменений технологического порядка.

Новый газогенераторный автомобиль выпускается заводом под маркой ГАЗ-42. Эта же маркировка присвоена и газогенераторной установке.

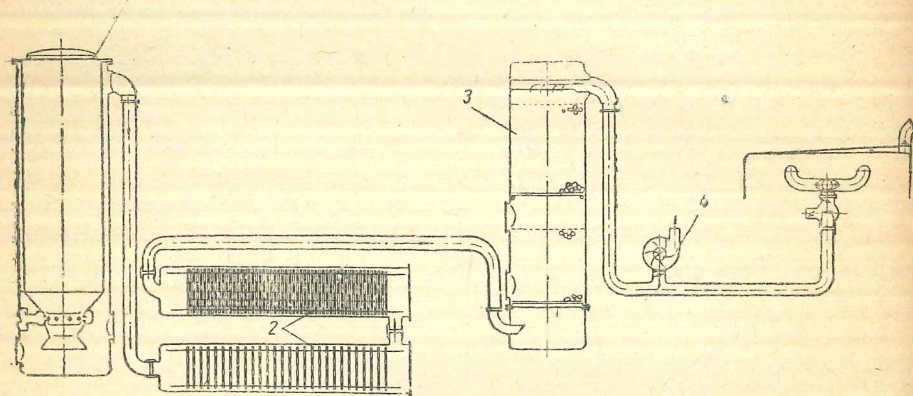
на всасывающем коллекторе сверху; новый карбюратор уменьшенных размеров ограничивает максимальное число оборотов, что предотвращает появление детонации и позволяет безопасно работать на бензине;

б) коллектор имеет внутри два канала; по одному из них идет бензовоздушная смесь и по другому — газовоздушная;

в) присоединение карбюратора непосредственно к всасывающему коллектору позволило увеличить компактность смесителя.

В связи с размещением важнейших частей газогенераторной установки непосредственно за кабиной водителя до грузовой платформы, последняя укорочена на 400 мм против стандартной, что уменьшило ее полезную площадь примерно на 15%.

Наличие на автомобиле вентилятора, предназначенного для розжига топлива в газогенераторе и приводимого во вращение эле-



Фиг. 109. Технологическая схема газогенераторной установки ГАЗ-42.

ктромотором, привело к необходимости внесения некоторых изменений в схему электрооборудования. Стандартный аккумулятор емкостью 80 Ah заменен другим емкостью 112 Ah, который является стандартным для бензинового грузового автомобиля ЗИС-5. Напряжение этого нового аккумулятора, как и старого, равно 6 V. Электромотор включается в электрическую сеть через выключатель, расположенный на переднем щитке в кабине водителя.

Технологическая схема газогенераторной установки ГАЗ-42 представлена на фиг. 109. Установка состоит из следующих частей: газогенератора 1, двух секций охладителя 2, предназначенного для охлаждения и грубой очистки газа, очистителя 3, в котором происходит окончательная очистка газа, вентилятора 4 для розжига топлива в газогенераторе. Кроме того, установка имеет трубопроводы: между газогенератором и первой секцией охладителя, между второй секцией охладителя и очистителем, между очистителем и двигателем и для отвода газа от вентилятора.

Для монтажа газогенераторной установки принято так называемое уравновешенное расположение газогенераторной установки, при которой газогенератор и вертикальный очиститель устанавли-

ваются симметрично с обеих сторон рамы. Охладитель помещается под платформой. В связи с тем, что горизонтально расположенный охладитель удалось установить над рамой, сохранен угол заднего въезда автомобиля и нормальная проходимость его на плохих дорогах.

Основные элементы газогенераторной установки, за исключением охладителей, монтируются на двух балках, крепящихся к лонжеронам рамы автомобиля стремянками. Две стремянки проходят через имеющиеся на лонжеронах кронштейны, чем фиксируется положение балок на раме, а следовательно, и самой установки.

Левая сторона передней балки изогнута по форме газогенератора.

Имеющийся сзади автомобиля буксирный прибор крепится к нижней полке лонжеронов, в то время как на стандартном бензиновом автомобиле ГАЗ-АА этот прибор крепится к верхней полке. Вследствие этого снизится расположение запасного колеса, что приведет к уменьшению угла заднего въезда автомобиля; это техническими условиями не допускается. Поэтому запасное колесо расположено спереди на левом крыле автомобиля. Крепится оно при помощи кронштейна к левому лонжерону рамы автомобиля.

Газогенератор (фиг. 110) включает камеру горения 1 с приваренным к ней бункером 2, верхняя часть которого оканчивается фланцем 3. В целях предохранения от разъедания и разрушения образуемыми при горении кислотами внутренняя поверхность бункера покрывается слоем красной меди.

Воздух для горения поступает через воздушную коробку 4, снабженную автоматическим клапаном 5. Из воздушной коробки воздух направляется в кольцевую полость 6 вокруг камеры горения и далее через фурменные отверстия 7 непосредственно в зону горения.

Воздушная коробка соединяется с патрубком камеры горения посредством футорки 8; уплотнение достигается специальными медноасбестовыми прокладками, которые перед постановкой промазываются графитовой пастой.

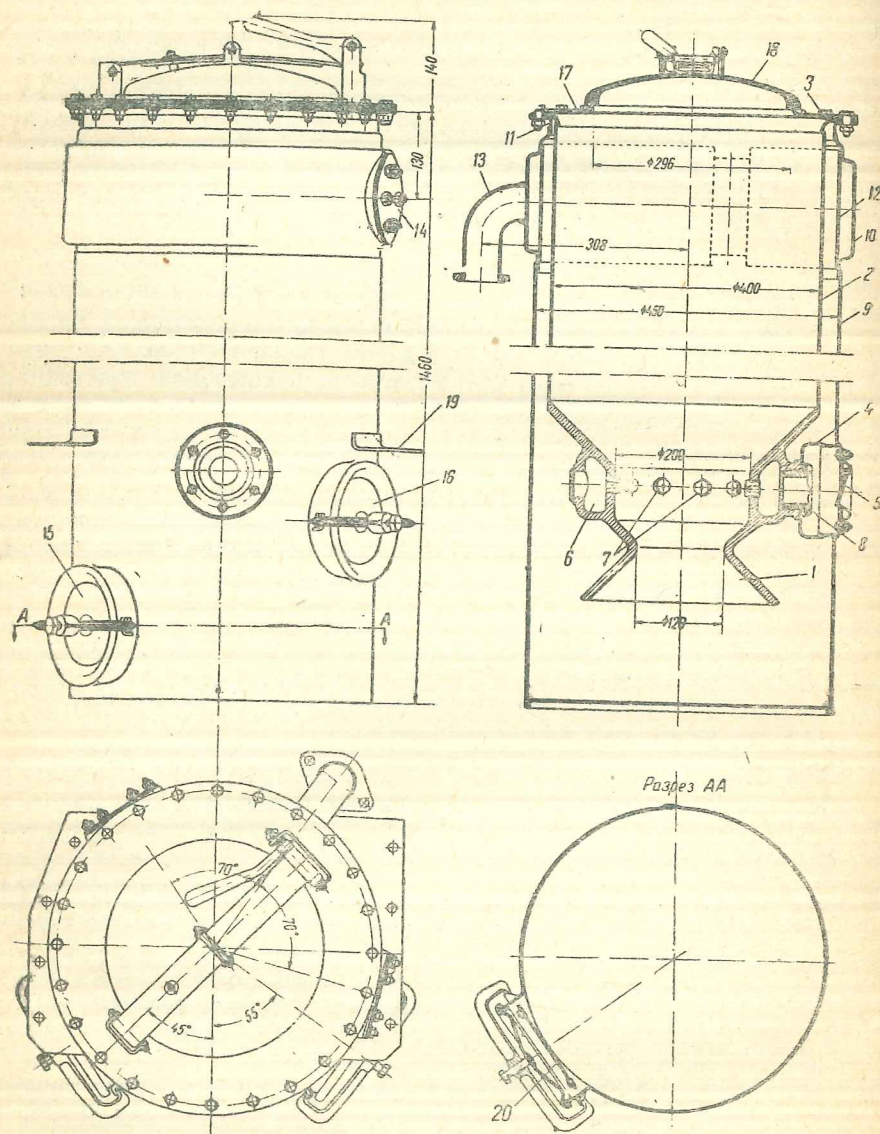
Образующийся в камере горения газ отсасывается книзу, через слой раскаленного древесного угля, а затем поступает в пространство, образуемое бункером 2 и корпусом газогенератора.

Отбор газа производится из верхней части этого пространства, для чего имеется следующее устройство. Корпус газогенератора состоит из трех частей: нижней части 9, газоотборного пояса 10 и верхнего фланца 11, свариваемых между собой.

Газоотборный пояс 10 представляет собою фасонную деталь коробчатого сечения, скатанную в виде кольца. Отборники этого кольца свариваются с деталями 9 и 11, а цилиндрическая часть, выступающая наружу, имеет больший диаметр, нежели основной корпус газогенератора.

С внутренней стороны к детали 10 привариваются пластинки 12 так, что между ними остаются два окна, через которые газ поступает в кольцевое пространство, образованное деталью 10 и пла-

стинками 12. Отбор газа производится через патрубок 13, к фланцу которого присоединяется труба, подводящая газ к первой секции охладителя. Газоотборное кольцо имеет два люка, которые пред-



Фиг. 110. Газогенератор ГАЗ-42.

назначены для очистки газосборника от могущей отложиться там сажи и пыли. Против этих люков, закрываемых наглухо крышками 14, расположены упомянутые окна, через которые газ идет из генератора в газосборник.

В нижней части генератора находятся герметически закрываемые люки 15 и 16. Люк 15 предназначен для чистки зольникового пространства между камерой горения и днищем газогенератора. Люк 16 служит для загрузки древесного угля с наружной стороны камеры горения.

Сверху газогенератор имеет фланец 17, в котором предусмотрен люк для загрузки топлива, герметически закрываемый крышкой 18 с соответствующим запорным приспособлением. Фланец загрузочного люка 17 вместе с фланцами 3 и 11 стягивается общими болтами по всей окружности, чем достигается соединение корпуса газогенератора с бункером.

Для крепления газогенератора к нему приварены лапы 19, при помощи которых он привертывается болтами к балкам, устанавливаемым на раме автомобиля.

Ввиду того что газогенератор не имеет колосниковой решетки, при открытии зольникового люка может происходить высыпание угля, поэтому в нем предусмотрена предохранительная решетка 20. Эта решетка имеет по окружности три выреза, соответствующие меньшим лапкам трех направляющих, имеющих в патрубке зольникового люка. После ввода решетки в направляющие она поворачивается на некоторый угол, чем достигается вполне надежное ее крепление.

Крышка 18 загрузочного люка газогенератора имеет корпус, состоящий из двух выпуклых чашеобразных дисков, сваренных один с другим точечной сваркой. Между краями дисков образуется кольцевая канавка, предназначенная для уплотнительной прокладки. Эта последняя сплетается из медноасбестового шнура и перед укладкой тщательно промазывается графитовой пастой. К горловине бункера крышка прижимается пружиной, изготовленной из рессорной стали. Для изгиба пружины и зажима крышки служит рукоятка, снабженная эксцентриком, составляющим одно целое с рукояткой.

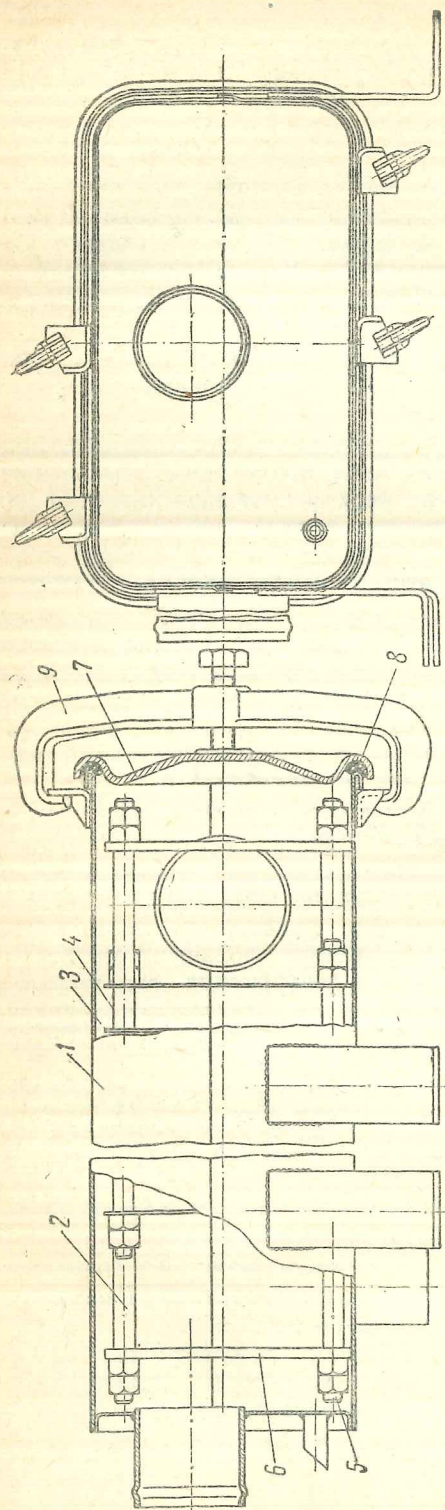
Охладитель относится к типу комбинированных приборов, предназначенных для очистки газа от засоряющих его крупных частиц и одновременно для охлаждения газа. Охлаждение достигается исключительно за счет отдачи тепла стенками в окружающее пространство.

Очистка же осуществляется внутри прибора, действующего по такому же принципу, как в описанной выше установке ЗИС-21.

Охладитель состоит из двух секций, из которых первая представлена в сборе на фиг. 111.

Внутри корпуса 1 секции помещается насадка 2, состоящая из пластинок 3. Насадка левой (или первой по ходу газа) секции состоит из 50 пластинок с 62 отверстиями в каждой, диаметром 15 мм; отверстия расположены в шахматном порядке. Расстояние между пластинками для этой секции равно 23 мм.

Во второй секции имеется 109 пластинок; расстояние между ними 10 мм, количество отверстий 140, диаметром каждое 10 мм. Расстояние между пластинками при монтаже устанавливается распорными трубками 4 требуемой длины.



Фиг. 111. Первая секция охладителя газогенераторной установки ГАЗ-42.

Каждая насадка, состоящая из пластинок и необходимого числа распорных трубок, собирается на четырех стяжных шпильках 5 диаметром 10 мм. Упор наружных плоскостей крайних пластинок достигается гайками.

К концам двух шпилек, расположенных по диагонали, крепится планка 6, играющая роль ручки при выемке и установке каждой насадки. Для установки планок предусмотрено 8 распорных трубок длиной 72 мм. После установки насадки внутри корпуса каждая секция закрывается крышкой 7, снабженной канавкой с уплотнительной прокладкой 8. Нажатие достигается такими же скобами 9, как и у боковых люков газогенератора, причем каждая крышка прижимается двумя скобами.

Окончательная очистка газа производится в очистителе (фиг. 112). Он состоит из корпуса — вертикального цилиндра — с вваренными в него верхним и нижним днищами. В нижней и средней части корпуса укреплены сетки, служащие опорами для фильтрующего тела и в то же время свободно пропускающие газ.

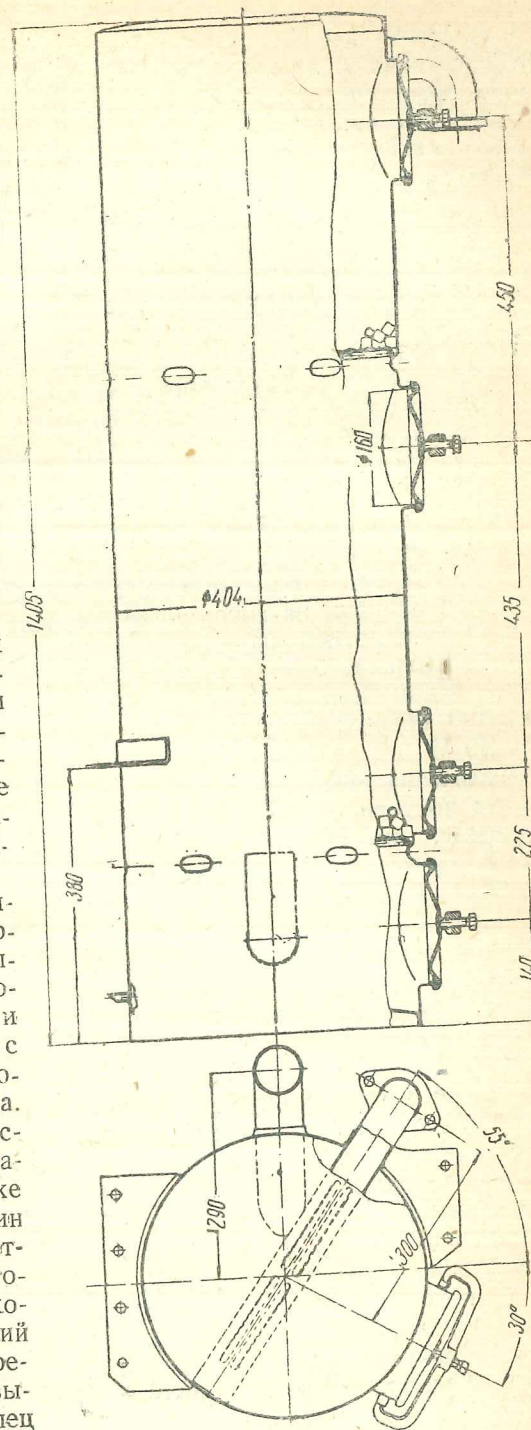
Подвод газа из охладителя происходит через патрубков, откуда по трубе он поступает в нижнюю часть очистителя. Далее газ проходит через всю

толщу фильтрующего материала, помещаемого на сетках, проходит через газоотводящую трубу и направляется к трубе, ведущей к двигателю.

Фильтрующим материалом служат кольца Рашига, диаметром и высотой по 15 мм. Число этих колец в рассматриваемой установке достигает 25 тыс. шт. Насыпанные в беспорядке, они создают очень сложные проходы, имея весьма большую увлажненную поверхность, обеспечивающую хорошую очистку.

Остатки водяных паров газа конденсируются в очистителе и собираются внизу, откуда автоматически стекают через сверление в боковой стенке, защищенное предохранительной трубкой 6.

Верхний люк очистителя находится в корпусе сбоку и закрывается крышкой, которая по конструкции и размерам одинакова с крышками боковых люков газогенератора. Три других люка расположены сбоку и закрываются такими же крышками. Из них один предназначен для очистки нижней части, второй для загрузки колец Рашига в нижний ярус очистителя и третий служит для выгрузки тех же колец в случае необходимо-



Фиг. 112. Очиститель газогенераторной установки ГАЗ-42.

сти их промывки. Кольца верхнего яруса загружаются через верхний загрузочный люк очистителя.

На автомобиле очиститель устанавливается на тех же балках, что и газогенератор, по другую сторону платформы. Для крепления к этим балкам к корпусу приварены лапы, наподобие того, как это сделано и в газогенераторе.

На трубе, соединяющей тонкий очиститель со смесителем, имеется отвод к приемному патрубку вентилятора. При помощи заслонки, находящейся в приемном патрубке, вентилятор может быть сообщен с системой газогенераторной установки или выключен.

При открытом положении заслонки, соответствующем периоду розжига топлива в газогенераторе, газ просасывается вентилятором через всю систему газогенераторной установки и выбрасывается наружу через газоотводящую трубу. К двигателю в это время газ не поступает. Перед пуском двигателя заслонка закрывается, и газ проходит к смесителю, минуя вентилятор, который при работе двигателя бездействует.

По техническим причинам принят для серийного производства (временно) вентилятор, оборудованный 12-вольтовым электромотором при наличии на автомобиле 6-вольтовой аккумуляторной батареи. В стандартной продукции электромотор вентилятора должен иметь напряжение 6 В.

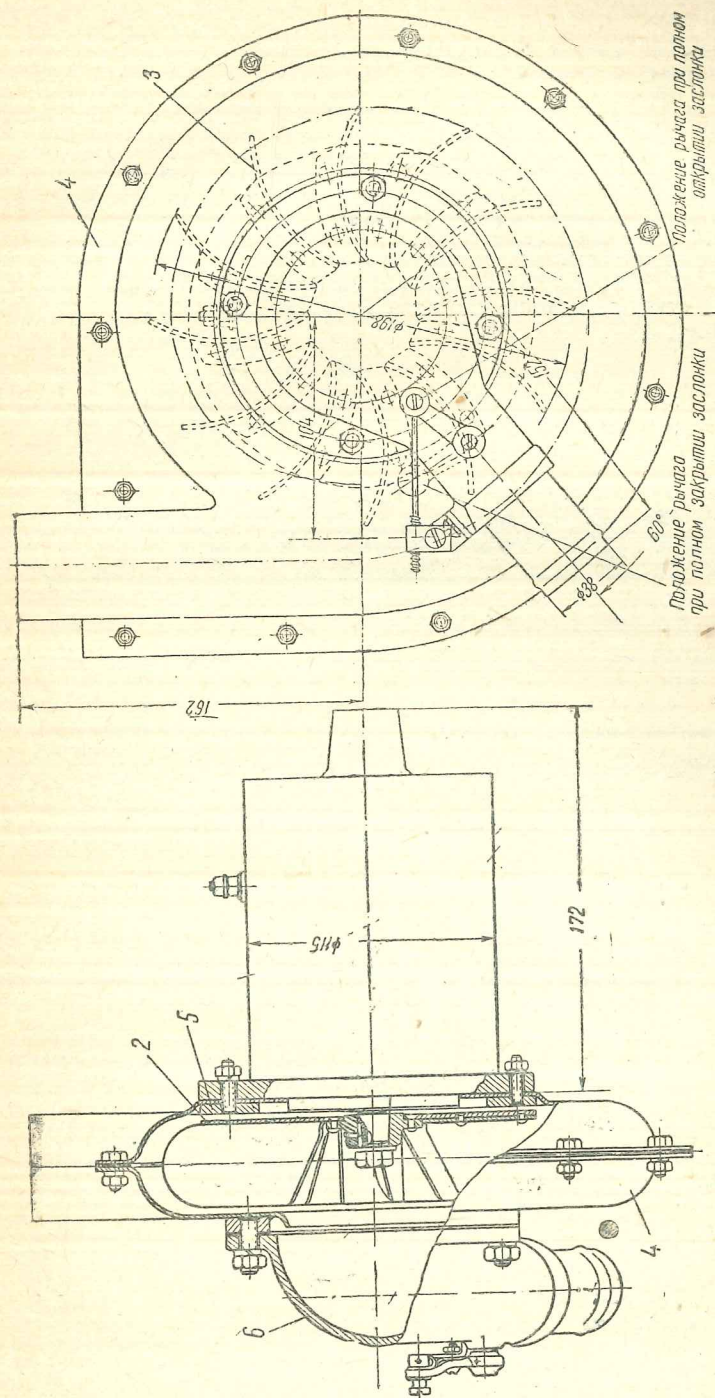
При таком электрооборудовании вентилятор (фиг. 113) развивает 2400 об/мин; потребная для этого мощность мотора составляет 60 Вт.

Крыльчатка вентилятора расположена на одной оси с электромотором постоянного тока и состоит из: ступицы 1 с коническим отверстием, насаженной на хвостовик ротора электромотора, диска 2, прикрепленного к фланцу ступицы 1, и лопастей 3.

Кожух 4 вентилятора штампованный, разъемный, состоит из двух половин. Одна половина крепится к фланцу электромотора посредством прижимного диска 5 и восьми шпилек. Вторая половина скрепляется с первой двенадцатью болтами диаметром 6 мм. Между половинами кожуха имеется картонная уплотнительная прокладка.

Воздух засасывается в вентилятор через патрубок 6, привертываемый к половине кожуха. Выходное отверстие образуется при сопряжении обеих половин кожуха.

Для запала топлива в газогенераторе к каждой установке прилагается специальный факел (фиг. 114), состоящий из асбестового шнура 1, наматываемого на трубку 2. Для предохранения шнура и лучшего направления факела в отверстии воздушного клапана к трубке 2 приварено три прута 3. Через трубку проходит стержень 4, имеющий с одной стороны буртик, а с другой нарезанный конец. Этот последний ввертывается во втулку 5, заправленную в рукоятку 6 при ее изготовлении. При ввертывании нарезанной части стержня 4 во втулку между рукояткой 6 и трубкой 2 зажимаются склепанные вместе пружины 7 и крышка факельницы 8. Для пред-

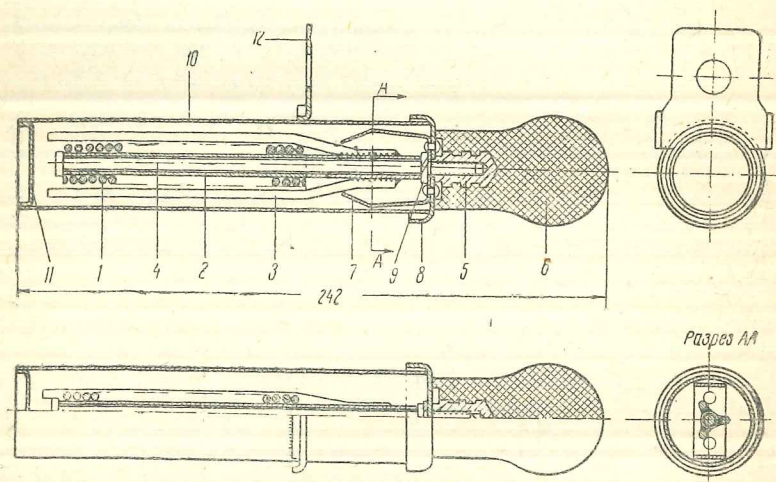


Фиг. 113. Вентилятор для розжига топлива газогенераторной установки ГАЗ-42.

отвращения вывертывания стержня и втулки между трубкой и пружиной предусмотрена шайба Гровера 9.

Собранные таким образом факел вместе с крышкой 8 хранятся в факельнице, состоящей из корпуса 10 и вваренного в него донька 11. В свою очередь факельница крепится к какому-либо кронштейну (обычно к лапе газогенератора) при помощи лапки 12, приваренной к ее корпусу. Внутрь факельницы наливается жидкая горючая масса, например керосин, смесь отработанного масла с бензином и т. п., которая пропитывает шнур факела.

После охлаждения и очистки газ поступает в смеситель (фиг. 115), прикрепляемый к всасывающему коллектору двигателя. Здесь происходит смешение газа с воздухом и образование газоз-воздушной смеси.



Фиг. 114. Факел для запала топлива в газогенераторе.

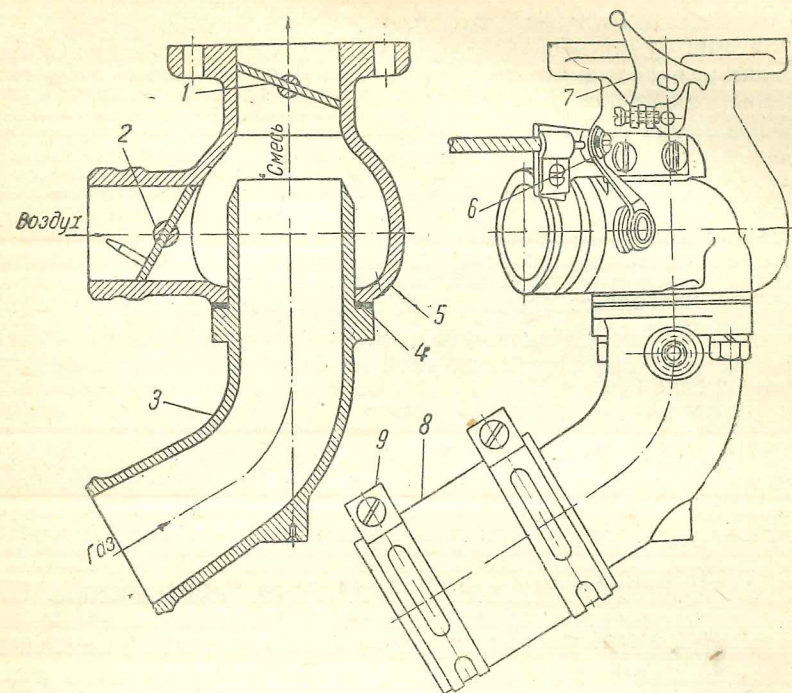
Газ подводится в смеситель через нижний патрубок. Воздух же подается через воздухоочиститель, соединенный гибким шлангом с верхним патрубком смесителя.

Регулировка воздуха осуществляется заслонкой 2, управляемой через рычажок 6, связанный тягами с манеткой на рулевой колонке, при повороте рычажка вверх заслонка 2 закрывается, воздух поступает в меньшем количестве и смесь обогащается.

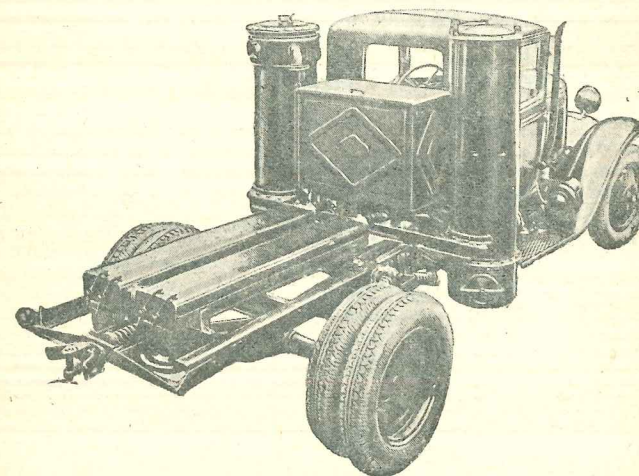
При повороте рукоятки вниз происходит обратное явление.

Заслонка 1 служит для регулировки числа оборотов двигателя; она с помощью рычага 7 промежуточными тягами соединена с педалью акселератора и контрольной рукояткой, установленной на кронштейне рулевой колонки. Рычаг 7 имеет винт для регулировки оборотов холостого хода двигателя.

При сборке смесителя необходимо проследить, чтобы прокладка 4 между корпусом смесителя 5 и нижним патрубком 3, а также прокладка между смесителем и всасывающим трубопрово-



Фиг. 115. Смеситель ГАЗ-42.



Фиг. 116. Общий вид газогенераторного автомобиля ГАЗ-42 (конструкция тонкого очистителя с верхним загрузочным люком для колец Рашига и отъемным поддоном).

дом не пропускали воздуха; в противном случае пуск двигателя на бензине будет весьма затруднительным.

Также необходимо обращать внимание на герметичность соединений резинового шланга 8, стягиваемого хомутами 9.

Управление двигателем при его работе на газе сводится лишь к регулированию основной дроссельной заслонки педалью акселератора и временами к регулированию воздушной дроссельной заслонки.

Общий вид газогенераторного автомобиля ГАЗ-42 изображен на фиг. 116. В таком виде автомобиль выпускался до начала 1940 г. В настоящее время внесены изменения в очиститель (в части корпуса и замены верхнего люка боковым) применительно к данному выше описанию, и металлический ящик для топлива заменен деревянным.

В дальнейшем завод предполагает внести еще следующее изменение с целью упрощения конструкции:

Газоотборный пояс газогенератора заменить диафрагмой (перегородкой) со щелями, наподобие того, как это сделано в конструкции ЗИС-21 и в тракторных газогенераторах ЧТЗ-Г25 и ХТЗ-2Г.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-42

Шасси		
1. Грузоподъемность	1,2 т	
2. База (расстояние между осями)	3340 мм	
3. Колея: передних колес	1405 мм	
задних колес	1420 мм	
4. Сцепление	Стандартное	
5. Коробка передач	Стандартная	
6. Передаточное число в коробке передач	1—6,4; 2—3,09; 3—1,69; 4—1,0	
7. Передаточное число главной передачи	7,5	
8. Полезная площадь грузовой платформы	3,7 м ²	
9. Общий вес автомобиля (без груза и топлива)	2050 кг	
10. Максимальная скорость автомобиля на горизонтальном участке шоссе с полной нагрузкой в 1,2 т	55 км/час	
11. Расход топлива по шоссе с полной нагрузкой на 100 км	55 кг	
12. Вместимость бункера (чурки твердых пород влажностью 15—20% абс.)	45—50 кг	
13. Вместимость ящика запасного топлива (чурки твердых пород влажностью 15—20% абс.)	70 кг	
14. Дальность хода автомобиля при одной полной загрузке бункера чурками твердых пород влажностью 15—20% абс.	80 км	
15. Запас хода автомобиля при одной полной загрузке бункера и ящика для запасного топлива чурками твердых пород влажностью 15—20% абс.	200 км	

Двигатель	
1. Тип двигателя	Газовый
2. Число цилиндров	4
3. Порядок работы	1—2—4—3
4. Диаметр цилиндров	98,4 мм
5. Ход поршня	103,0 мм
6. Объем цилиндров (литраж)	3,28 л
7. Степень сжатия	6,4
8. Мощность	32 л. с.
9. Число оборотов в минуту	2200 об/мин
10. Тип пускового карбюратора	Солекс-II
11. Тип аккумулятора	3-СТА—VII
12. Тип динамо	Трехщеточный генератор мощностью 80 W
13. Тип стартера	Электростартер шестивольтовый, типа МАФ макс. мощн. 0,8 л. с.
14. Зажигание	Батарейное
15. Свечи	ОСТ 5257 Ø резьбы 18×1,5
Газогенераторная установка	
1. Тип газогенератора	НАТИ
2. Род топлива	Древесные чурки
3. Процесс газификации	Опрокинутый
4. Способ розжига	Отсасывающим вентилатором
5. Место расположения вентилатора	Перед смесителем
6. Форма бункера	Цилиндрическая
7. Общая высота газогенератора	1600 мм
8. Наружный диаметр	454 мм
9. Диаметр загрузочного люка	296 мм
10. Объем бункера	0,13 м ³
11. Система подвода воздуха	Периферийная через фурмы
12. Число и диаметр фурм	10 шт. Ø 8 мм
13. Диаметр камеры горения в плоскости фурмы	200 мм
14. Диаметр горловины (наименьшего сечения камеры)	120 мм
15. Расстояние от плоскости фурм до днища зольника	324 мм
16. Высота зольникового пространства (от нижней плоскости камеры горения до днища зольника)	150 мм
17. Колосниковая решетка	Отсутствует
18. Тип охладителя и его габариты	Две секции прямоугольного сечения; 1420×260×140 мм
19. Очистка	Грубая в охладителе; тонкая в очистителе с кольцами Рашига
20. Габариты очистителя	Диаметр 400×1600 мм
21. Место расположения: а) газогенератора б) очистителя в) охладителя	Слева за кабиной Справа за кабиной Вдоль лонжеронов под платформой
22. Тип смесителя	С параллельными потоками воздуха и газа

23. Диаметр газового патрубка	44 мм
24. Диаметр воздушного патрубка	34 мм
25. Диаметр канала входа рабочей смеси во всасывающий коллектор	38 мм
26. Количество заслонок	2
27. Способ запуска двигателя	Стартером на газе или на бензине
28. Время розжига холодного генератора вентилятором с запуском двигателя на газе без применения бензина	8—10 мин.
29. Время розжига холодного газогенера- тора двигателем, предварительно за- пущенным на бензине с переводом двигателя на газ	2—3 мин.
30. Вес газогенераторной установки	400 кг

Древесноугольный газогенераторный автомобиль ГАЗ-43

Газогенераторная установка ГАЗ-43 разработана автозаводом им. Молотова на базе древесноугольной газогенераторной установки НАТИ-Г21, предназначенной для работы на мелком древесном угле. Монтажная схема установки оставлена такой же, как и для ГАЗ-42.

Газогенератор (фиг. 117) горизонтального процесса с одной фурмой, расположенной сбоку, предохранительной решеткой и боковым зольниковым люком. По схеме и принципу работы весьма напоминает газогенератор ЗИС-31, имея следующие конструктивные отличия: 1) фурма выполнена с наружным кожухом конической формы с целью увеличения объема водяного пространства и облегчения выхода пара в случае его образования в рубашке фурмы и 2) в газогенераторе отсутствует разгрузочное приспособление с заслонкой, что упрощает конструкцию, но несколько усложняет уход за установкой при перезарядке газогенератора.

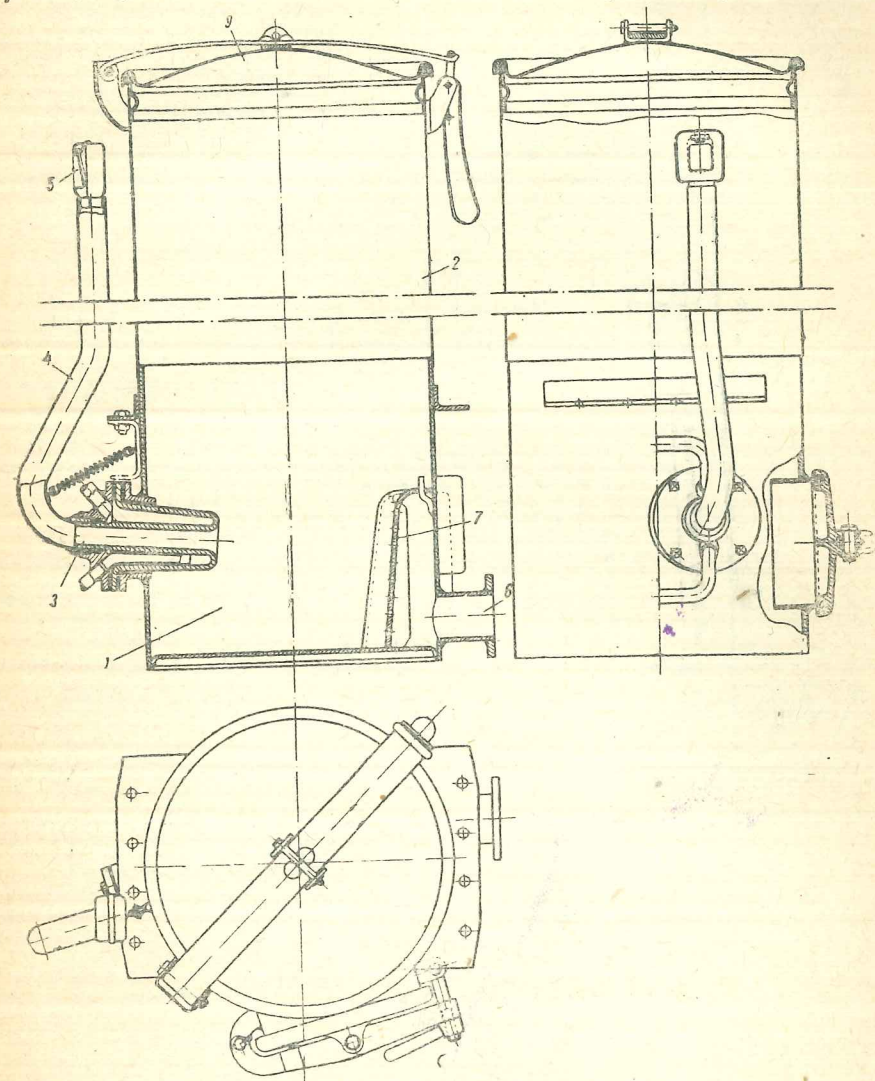
Охладитель установки ГАЗ-43 оставлен таким же, как в установке ГАЗ-42, без изменений в части его конструкции и расположения на шасси.

Тонкий очиститель (фиг. 118) оригинальной конструкции ГАЗ имеет в нижней части такое же устройство, как и у очистителя ЗИС-31, а именно: газ входит через патрубок 1 в пространство между днищем 2 и сеткой 3, сверху которой насыпается слой кокса или колец Рашига.

В верхней части очистителя или собственно фильтре расположено шесть свободно подвешенных фильтрующих секций 4, состоящих каждая из металлического пружинного каркаса, обтянутого двойным слоем материи.

Все секции крепятся к диску, расположенному на некотором расстоянии от верхнего днища и составляющему с ним одно целое.

Через секции фильтра газ попадает в верхнюю полость очистителя, откуда через предохранительную сетку 5 идет вниз по трубе 6, через которую отводится из очистителя.

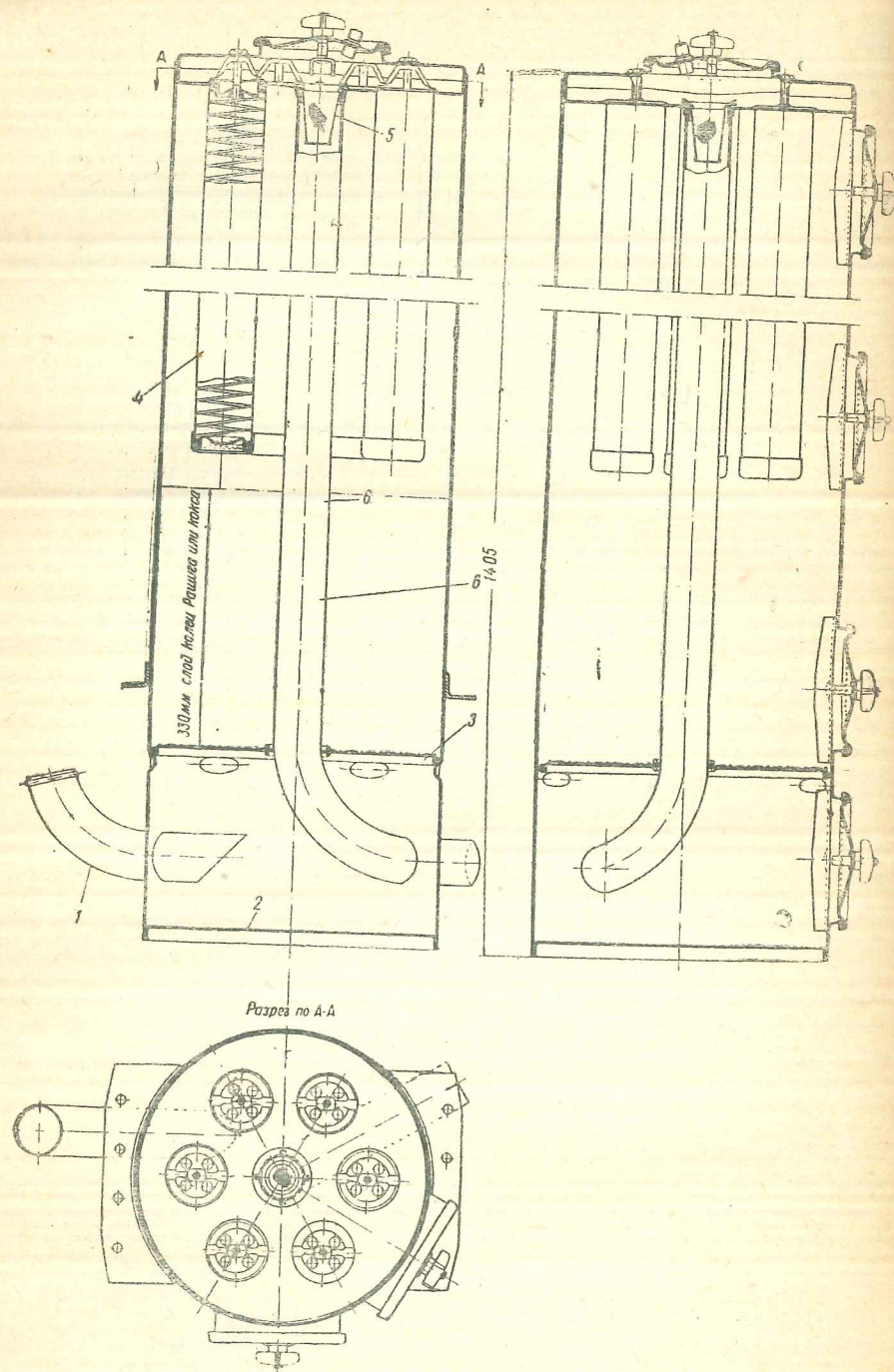


Фиг. 117. Газогенератор ГАЗ-43.

1 — камера горения, 2 — бункер, 3 — воздушная фурма, 4 — воздухоподводящая труба, 5 — об-
ратный клапан, 6 — газотводящий патрубок, 7 — предохранительная решетка, 8 — лапы крепле-
ния, 9 — крышка загрузочного люка.

Секция фильтра показана отдельно на фиг. 119.

Для очистки нижней части, загрузки и выгрузки кокса, наде-
вания и снятия фильтров в корпусе очистителя (фиг. 118) имеется
4 боковых люка, устроенных так же и имеющих такие же крышки,



Фиг. 118. Очиститель (фильтр) газогенераторной установки ГАЗ-43.

как в установке ГАЗ-42. Кроме того, такой люк с крышкой имеется еще в верхнем днище.

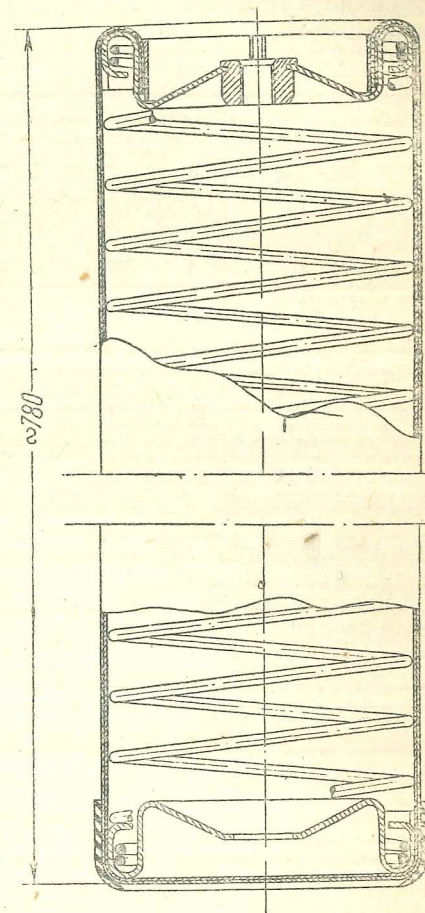
Конструкция установки ГАЗ-43, начиная от выходного патрубка очистителя (трубопроводы, вентиль и управление двигателем), полностью совпадает с установкой ГАЗ-42.

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОТРАКТОРНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК В СТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Огромный спрос на мелкие силовые агрегаты в различных отраслях хозяйства вызывает стремление к использованию для этой цели автотракторных двигателей, в том числе и двигателей, оборудованных газогенераторными установками. В последнее время за границей появились такие передвижные и полупереводные станции, состоящие из небольших двигателей и легких газогенераторных установок.

При работе газогенераторной установки в стационарных условиях и в условиях, близких к ним, например на тихоходных машинах (дорожные катки, экскаваторы и т. п.), резко меняются условия охлаждения, что для двигателей имеет следствием повышение общего теплового режима и возможный перегрев, а для газогенераторной установки ухудшение осадки топлива из-за отсутствия тряски и повышение температуры газа. Последнее обстоятельство влечет за собой также и ухудшение очистки газа, поскольку в автотракторных газогенераторных установках очистка очень часто базируется на увлажнении поверхностей очистителя выделяющимся конденсатом, количество которого по мере повышения температуры газа уменьшается.

Проверка работы автомобильного двигателя в стационарных условиях была произведена в НАТИ путем испытания в лаборатории двигателей типа ГАЗ-АА, приспособленных для работы на комбайне. Эти опыты показали, что при полной мощности и оборо-



Фиг. 119. Секция фильтра ГАЗ-43.

тах испытанные двигатели без усиления системы охлаждения работать не могут ввиду перегрева, который влечет за собою повышение температуры масла и охлаждающей воды, доводимой до кипения. При повышении температуры масла до 120° и выше резко падает вязкость масла, что ставит в тяжелые условия все трущиеся детали, особенно кривошипно-шатунный механизм, который может выйти из строя.

Нетрудно отсюда сделать вывод, что нормальная работа автомобильного двигателя в стационарных условиях может быть достигнута путем пересмотра и усиления всей системы охлаждения, а именно: 1) заменой радиатора другим, обеспечивающим более глубокое охлаждение воды, 2) постановкой увеличенного вентилятора для обдува радиатора, 3) увеличением объема масла в картере за счет постановки увеличенного поддона с одновременным усилением циркуляции масла в системе, постановкой масляного радиатора и т. п.

Если эти мероприятия все же не обеспечивают нормального теплового состояния двигателя, то он может быть использован на пониженных оборотах и соответственно на меньшей мощности.

Современный автомобильный и тракторный газогенератор должен при правильном подборе всех его параметров обеспечить нормальную осадку топлива, необходимую для непрерывности процесса и бесперебойной работы. Тем не менее при стационарной работе может иметь место ухудшение осадки топлива, а в связи с этим необходимость устройства шуровочных приспособлений для механической осадки топлива при помощи этих приспособлений.

Вопрос о возможности использования газогенератора данного типа в стационарных условиях без переделок или же о необходимости внесения каких-либо переделок должен быть решен при проектировании станции путем соответствующих испытаний газогенератора, предназначенного для использования.

Достаточность системы охлаждения устанавливается расчетом и проверяется испытанием.

Глава VII

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ИСПЫТАНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ МАШИН

Эксплуатация газогенераторных машин требует дополнительного ухода за газогенераторной установкой для ее поддержания в исправности и обеспечения бесперебойной работы машины, которая может нарушиться в случае каких-либо неполадок с установкой.

Каждая машина должна снабжаться инструкцией, предусматривающей все необходимые правила по уходу за установкой, по выявлению дефектов и их устранению и по общему поддержанию машины в исправности.

Многообразие рассмотренных типов не позволяет дать указания, которые были бы исчерпывающими для всех машин. Можно лишь ограничиться общими соображениями, охватывающими основные моменты, связанные с вопросами эксплуатации и испытания газогенераторных машин.

1. УХОД ЗА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ

При получении газогенераторной установки необходимо до ее пуска в работу тщательно проверить ее состояние, а именно, нет ли повреждений в виде трещин, пробоин и т. п., хорошо ли затянуты все болтовые соединения, нет ли поврежденных соединительных шлангов, хорошо ли затянуты хомуты, крепящие шланги, во всех ли местах, где это предусмотрено чертежами и инструкцией, имеются уплотнительные прокладки и состояние этих прокладок, надежно ли действуют запорные механизмы крышек и люков и т. п. После наружного осмотра все замеченные дефекты должны быть устранены. Однако не исключена возможность существования дефектов, которые при осмотре не обнаружены, а между тем и эти дефекты могут быть значительными. Поэтому рекомендуется до пуска установки в работу проверить ее на герметичность. Проще всего это может быть достигнуто заполнением всей системы водой, например через загрузочный люк газогенератора. Перед заливкой воды нужно плотно закрыть все крышки, спускные краны, пробки, отверстия. Если в установке имеется матерчатый фильтр, то он на время испытания должен быть удален из корпуса в целях предотвращения замокания материи.

Обнаруженные при испытании водой течи, трещины и всякого рода неплотности должны быть немедленно устранены заваркой, заменой детали или другим путем в зависимости от характера неисправности.

После этого можно приступить к заправке установки топливом и ее пуску. Заправка топливом производится согласно инструкции, причем особое внимание надлежит обращать на размеры кусков топлива и влажность. Если зона горения должна заполняться древесным углем, что имеет место при газификации дров, торфа, каменного угля, антрацита и т. п., то необходимо не упускать из виду этого обстоятельства, загрузить уголь в нужном (согласно инструкции) количестве. В противном случае может иметь место засмоление двигателя (при газификации смолистых топлив) или же чрезвычайно затруднительный пуск при газификации трудно воспламеняемых топлив. После загрузки топлива и подготовки всех остальных агрегатов, как заливки масла, и т. д., можно приступить к розжигу топлива в газогенераторе и запуску двигателя.

Розжиг топлива производится при помощи вентилятора или же двигателем, предварительно запущенным на бензине. Первый из этих способов как предохраняющий двигатель от засорения недоброкачественным газом, выходящим из газогенератора при розжиге, имеет преимущества перед вторым и применяется в большинстве современных газогенераторных автомобилей.

Газогенераторные тракторы также следует, по мере возможности, снабжать вентиляторами с приводом, например от пускового двигателя, где таковой имеется (трактор ЧТЗ).

При розжиге топлива вентилятором последний должен работать до тех пор, пока из выкидной трубы его не начнет выходить устойчиво горючий газ, что устанавливается факелом или спичкой. После этого вентилятор выключается и двигатель заводится обычным порядком, в соответствии с инструкцией и с использованием имеющихся пусковых приспособлений.

При запуске двигателя на газе следует заранее отметить положение рукоятки для подачи воздуха, при котором начинается нормальная работа двигателя. Безусловно следует избегать больших перестановок рукоятки для регулировки воздуха, в особенности бесцельного перемещения взад и вперед, так как это никакого положительного эффекта не дает, а лишь затрудняет запуск.

После запуска двигателя он должен работать некоторое время на холостом ходу для прогрева, что необходимо также для приведения газогенератора в установившееся состояние. Если немедленно после пуска двигателя включается скорость, то поток газа может прерываться, и двигатель остановится. В большинстве случаев приходится тогда вторично включать вентилятор.

После кратковременных стоянок двигатель запускается непосредственно на газе или после предварительной раздувки вентилятором, в зависимости от продолжительности остановки. При отсутствии вентилятора его действие заменяется работающим двигателем, предварительно запущенным на бензине таким же образом, как и при первоначальном запуске.

После более длительных перерывов в работе, например, в течение нескольких часов, когда топливо уже гаснет, следует открыть крышку загрузочного люка и разрыхлить топливо в бункере при помощи кочерги, что необходимо также для разрушения сводов, могущих образоваться над зоной горения вследствие выгорания топлива после остановки. Если газогенератор имеет вращающуюся или качающуюся колосниковую решетку, то для очистки ее следует несколько раз повернуть.

Затем необходимо бункер газогенератора догрузить топливом, плотно закрыть все крышки и произвести розжиг и запуск двигателя так же, как при свежей загрузке топлива.

Уход за газогенераторной установкой заключается в периодической, по мере надобности, догрузке топлива в бункер газогенератора и других материалов, если таковые предусмотрены на данной установке, например, масла в фильтры, воды в бак для машин, работающих с присадкой воды, и т. п.

Второй важный момент по уходу за газогенераторной установкой это своевременная очистка от загрязнений всех частей установки: зольника, грубых очистителей, охладителя, тонких очистителей и т. д. Так как периодичность очистки отдельных элементов зависит от их типа и конструкции, а также от ряда применяемого топлива и условий эксплуатации, то в общем руководстве не могут быть указаны конкретные сроки. Необходимо пользоваться инструкциями по каждой машине в отдельности. Можно лишь ограничиться общим указанием, что от своевременной очистки и исправного состояния газогенераторной установки зависит хорошая работа машины.

Особое внимание должно уделяться герметичности всех соединений и затворов, для чего нужно осматривать и, в случае надобности, заменять шланги, болты, хомуты и прочие крепежные и соединительные детали. Прокладки должны время от времени смазываться смесью пылевидного графита с маслом. По мере высыхания этой смазки она возобновляется. Затвердевшие прокладки, потерявшие эластичность, подлежат замене новыми, которые при первой же постановке обязательно должны промазываться упомянутой смесью графита с маслом.

Как запуск двигателя, так и его нормальная работа на газе возможны только при правильно отрегулированной подаче воздуха. Правильное положение рукоятки или другого органа, регулирующего подачу воздуха, легко определяется после некоторой тренировки. Отклонения во время работы от нормального положения допустимы только в небольших пределах. Если требуется большая перестановка рукоятки, т. е. резкое изменение количества подаваемого в смеситель воздуха, то это указывает на: 1) неисправности в газогенераторной установке, 2) недостаток топлива в бункере, 3) наличие прососов по какой-либо причине, 4) загрязнение газогенератора шлаком, золой, 5) загрязнение других частей установки и пр. Все имеющиеся дефекты должны быть выяснены и немедленно устранены.

В первые дни эксплуатации машины она должна пройти об-

катку, т. е. работать при неполной нагрузке с постепенным доведением ее до нормальной. Для автомобилей средняя продолжительность обкатки составляет около 1000 км, а для тракторов около 50 час. После обкатки производится полная очистка газогенераторной установки и смена масла в двигателе, независимо от того, как часто менялось масло во время самой обкатки. Затем следует тщательный осмотр всей машины, выявление имеющихся неисправностей и их устранение, после чего машина заново заправляется топливом, маслом, водой и поступает в нормальную эксплуатацию.

2. НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Правильная эксплуатация машины заключается не только в соблюдении правил по уходу в соответствии с инструкцией, но и в выявлении всякого рода возникающих при работе дефектов и их своевременном устранении. Наиболее характерные дефекты, которые могут иметь место в любой машине, приведены в табл. 12.

3. ИСПЫТАНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Испытание автомобилей и тракторов с газогенераторными установками имеет целью их проверку до передачи в серийное производство, а также периодическую проверку серийной продукции заводов, выпускающих газогенераторные тракторы и автомобили.

Методика испытания целого автомобиля или трактора (определение динамики, экономии, надежности и т. п.) мало отличается от методики испытания автомобилей или тракторов, работающих на жидком топливе.

В настоящем разделе указаны лишь особенности испытаний, вытекающих из наличия газогенераторной установки, а также отмечены возможности, позволяющие производить оценку газогенераторной установки при каждом из производимых испытаний.

Как известно, перед каждым испытанием автомобиля или трактора они должны быть оборудованы необходимыми измерительными приборами. При этом следует обратить особое внимание на аппаратуру, предназначенную специально для газогенераторной установки, как то: термометры или термопары для определения температур в различных точках газогенераторной установки и перед смесителем, пьезометры для определения разрежений в тех же точках и приспособления для отбора газа.

Тарировка приборов

Спидометр, термометры и термопары, а также пьезометры и другие приборы, установленные на автомобиле или тракторе, должны быть до начала испытаний проверены и протарированы. Полученные поправочные коэффициенты вводятся во все дальнейшие показания приборов при испытаниях.

Замеченный дефект	Причина его возникновения	Способ устранения
Факел плохо горит	Наличие воды в смеси, пропитывающей факел; неправильный состав этой смеси; факел плохо пропитан	Обильно смочить факел керосином или смесью отработанного масла с бензином
Топливо в газогенераторе плохо загорается	Слишком мало древесного угля или же применен уголь слишком высокой влажности	Загрузить камеру горения сухим древесным углем в количестве, предусмотренном инструкцией, при влажности не более 15% а) Прочистить вентилятор, проверить электропроводку
Розжиг продолжается слишком долго	а) Вентилятор для розжига работает с неполным числом оборотов б) Газогенератор загрязнен золой или шлаком в) Неплотности в трубопроводах	б) Очистить в) Устранить
Отсутствие газа	а) Газогенератор не разжигается б) Заслонка газоотводящей от вентилятора трубы закрыта	а) Повторить розжиг б) Открыть заслонку
Крышка загрузочного люка газогенератора открывается от всплесков в газогенераторе	а) Загрязнение уплотнительной прокладки б) Крышка неплотно закрывается в) Запорный механизм крышки ослаб	а) Прочистить прокладку б) Сменить прокладку в) Отрегулировать натяжение пружины, рессоры или других деталей, имеющихся в данной конструкции; дефектные детали заменить
Плохое газообразование во время работы	а) Слишком низко опущилось топливо б) Газогенератор загрязнен золой или шлаком	а) Добавить топлива до установленного уровня б) Тщательно очистить газогенератор
Двигатель не запускается	а) Плохой газ б) Закрыта дроссельная заслонка в) Просос воздуха в газогенератор, вследствие чего значительная часть газа сгорает в самом газогенераторе г) Просос воздуха через прочие элементы установки (очистители, охладитель, трубы), вследствие чего газ получается слишком бедным д) Неправильная регулировка воздуха е) Не включено зажигание или неправильная установка и регулировка зажигания ж) Стартер проверяется слишком медленно	а) Продолжить раздувку вентилятором б) Открыть заслонку, поставить ее в положение, соответствующее пуску в) Проверить газогенератор, трещины заварить, просос устранить г) Проверить всю установку, неплотности устранить д) Правильно установить положение заслонки для воздуха е) Включить зажигание, проверить его регулировку ж) Перезарядить или сменить аккумулятор

Замеченный дефект	Причина его возникновения	Способ устранения
Двигатель начинает работать, но через несколько оборотов останавливается	з) Сырые или загрязненные свечи а) Неправильная регулировка воздуха б) Плохой газ	з) Промыть и просушить свечи или заменить их а) Произвести регулировку воздушной заслонки б) Повторно включить вентильатор; продолжать розжиг
Двигатель работает также при закрытом воздушном дросселе	Просос воздуха через газогенераторную установку или смеситель	Проверить, неплотности устранить
Мощность двигателя падает	а) Топливо в газогенераторе опустилось слишком низко б) Слишком большое разрежение из-за шлакообразования или загрязнения газогенератора в) Слишком большое разрежение в системе из-за загрязнения агрегатов: очистки, охлаждения и трубопроводов г) Трещина в камере горения, имеющая следствием горение газа в газогенераторе	а) Произвести загрузку топлива б) Произвести очистку газогенератора от золы и шлака в) Тщательно очистить всю установку г) Проверить камеру горения, дефекты устранить
Стрельба во всасывающем трубопроводе	а) Бедная смесь от неправильной установки воздушной заслонки б) Впускной клапан не закрывается плотно в) Перегрев запальной свечи г) Несвоевременная вспышка на линии всасывания под действием индукционных токов, наводимых одним проводом на другой, что может иметь место при параллельном пучке проводов к свечам	а) Отрегулировать положение воздушной заслонки б) Прочистить клапан и седло; в случае необходимости притереть в) Охладить свечу или заменить ее. В случае неправильного подбора типа свечи, замена свечи на другую, не бывшую в работе, дает лишь кратковременный эффект г) Распутить провода, дав им возможность занять правильное положение

Топливо и смазка

Все испытание проводится на топливе, предназначенном для данного газогенератора. Физические и химические свойства этого топлива во всем должны соответствовать инструкции по эксплуатации испытуемого газогенератора. Смазка для двигателя подбирается по существующим стандартам и указывается в инструкции

смазка для других агрегатов автомобиля или трактора подбирается так же, как и для нормальной бензиновой машины.

Основные конструктивные характеристики, составляемые для двигателя и автомобиля или трактора в целом, дополняются данными, относящимися только к газогенераторной установке, для чего разрабатывается специальная форма.

Динамическим испытаниям автомобиля, равно как и тяговым испытаниям (динамометрированию) трактора, должна предшествовать тщательная подготовка машины, которая разбивается на следующие операции: 1) осмотр всех агрегатов и механизмов, 2) проверка и подтяжка креплений, 3) смена масла в картере двигателя, 4) очистка от нагара смесителя и регулировка дроссельных заслонок на полное открытие и закрытие, 5) снятие нагара с головок цилиндров и днищ поршней, 6) прочистка свечей (в случае необходимости) и 7) регулировка зазоров в свечах.

У двигателей необходимо проверить заводскую регулировку и наименьшее устойчивое число оборотов на холостом ходу. В случае необходимости допускается снятие двигателя с шасси и регулировка его на стенде в соответствии с заводскими нормами.

Вся система газогенераторной установки (газогенератор, охладители, очистители) должна быть очищена и газогенератор на novo загружен топливом согласно инструкции.

При наличии на двигателе регулятора числа оборотов, таковой во время динамических испытаний должен обеспечить обороты двигателя, соответствующие максимальной мощности.

При наличии на двигателе двойной системы зажигания, испытания проводятся на двойном зажигании.

При динамических тяговых испытаниях с целью определения состояния газогенераторной установки записываются в журнал испытаний значения температур и разрежений в разных точках газогенераторной установки. Все замеры производятся, когда двигатель работает при полном открытии дросселя.

Если при каком-либо замере окажется, что разрежение перед смесителем превышает установленный для данного двигателя предел разрежения, то газогенераторную установку следует очистить в месте ее засорения с обязательным занесением этого факта в протокол, а опыт повторить.

Определение экономических качеств

Определение экономических качеств автомобиля производится замером расхода топлива в газогенераторе на определенную работу машины и замером расхода масла в двигателе за время выполнения той же работы.

Расход топлива замеряется при работе автомобиля или трактора без нагрузки и с полной нагрузкой по дорогам различного качества и при разных условиях движения.

Состояние газогенераторной установки перед началом каждого испытания должно быть одинаковым, для чего до испытания производится чистка зольника, очистителей, охладителей и т. п. с тем,

чтобы разрежение перед смесителем, определяемое вакуумметром или пьезометром, было одинаковым.

При всех испытаниях в журнале испытаний подробно указывается состояние дороги или грунта и фиксируется время движения для подсчета средних значений. Кроме того, записывается разрежение перед смесителем до испытания, через каждые 20 км для автомобиля и через каждые 30—40 мин. для трактора, и после испытания. В случае, если при одном из этих замеров разрежение окажется выше нормы, производится очистка газогенераторной установки с занесением этого факта в путевой журнал.

В пробегах по шоссе время, потраченное на вынужденные или случайные остановки (ремонт, осмотр, отдых, задержка, вызванная другим экипажем), фиксируется в путевом журнале и в подсчет средней технической скорости не входит.

Во всех случаях испытания автомобиля или трактора задержки по вине газогенераторной установки (чистка элементов установки, устранение прососов и т. п.) фиксируются отдельно, но время, потраченное на них, входит в подсчет средних значений.

Заправка газогенератора топливом для замеров расхода должна производиться досыпкой по весу до полного бункера после пробега (при выезде бункер тоже должен быть полным); вес досыпанного количества топлива в сумме с весом промежуточных догрузок, если таковые имели место, дает полный расход за опыт.

Если двигатель работает также и на жидком топливе (бензин, керосин и т. п.), вес долитого количества топлива показывает расход за время испытания.

Определение расхода масла

Определение расхода масла в двигателе производится путем доливки после испытания определенного весового количества в двигатель до первоначального уровня в картере.

При заправке двигателя маслом он должен быть в холодном состоянии с отстоявшимся уровнем масла. Машина должна при этом стоять на горизонтальной площадке.

Кроме определения технического расхода масла в двигателе, фиксируется еще суммарный расход масла с учетом всех доливок, и расхода масла, идущего на промывку картера.

Определение качества газогенераторной установки

Оценка качества газогенераторной установки производится под углом зрения того, насколько автомобиль или трактор с данной газогенераторной установкой приближается по своим отдельным показателям к машине такого же типа, работающей на жидком топливе.

Для выявления показателей (кроме указанных выше замеров), относящихся к газогенераторной установке, дополнительно ведется ряд специальных наблюдений.

Временем пуска называется промежуток от начала розжига топлива в газогенераторе до устойчивой работы двигателя на газе. Учет этого времени следует вести применительно к различным состояниям газогенератора:

- а) после загрузки генератора свежим топливом,
- б) с топливом, оставшимся от предыдущей работы.

Необходимо фиксировать длительность запуска в дневниках или путевых журналах для всех случаев запуска машины в течение производимых испытаний после достаточно длительной стоянки, например 10—12 часов, когда двигатель и газогенератор находятся во вполне остывшем состоянии.

Двигатель считается запущенным, если после перевода его на газ он в состоянии принимать на себя нагрузку и при этом не глохнет.

Определение способности двигателя быть запущенным на газе после стоянки без повторного розжига газогенератора производится для двух случаев:

1. Запуск двигателя на газе (без раздувки газогенератора).

Определяется и фиксируется максимальное время стоянки, в течение которого подобный запуск двигателя оказывается возможным.

2. Запуск двигателя на газе с предварительной раздувкой газогенератора вентилятором.

Фиксируется устойчивое, т. е. неоднократное повторяемое максимальное время после остановки двигателя, в течение которого возможен запуск двигателя на газе с раздувкой газогенератора.

Очевидно, что после указанного промежутка времени топливо в газогенераторе полностью гаснет и процесс газификации может быть восстановлен лишь после нового розжига.

Определение теплотворной способности газа

Теплотворная способность газа определяется двумя способами:
1) по формуле

$$H_u = 25,8 H_2 + 30,45 CO + 85,2 CH_4 \text{ кал/м}^3,$$

где

H_u — низшая теплотворная способность;
 H_2 — водород, CO — окись углерода и CH_4 — метан, содержащиеся в генераторном газе, выражены в % по объему и определяются по анализу газа.

- 2) Непосредственным сжиганием в бомбе.

В обоих случаях для этой цели отбирается проба газа.

Определение степени очистки газа

Степень очистки газа от вредных примесей, как твердые взвешенные частицы, смола, сернистые соединения и т. п., имеет весьма

большое значение, когда газ употребляется в качестве горючего в двигателях внутреннего сгорания, так как чистота газа сильно влияет на долговечность трущихся частей.

Степень очистки газа и влияние на двигатель определяется: 1) непосредственным исследованием газа, 2) периодическим анализом масла из картера двигателя, 3) микрометрическим промером основных трущихся деталей двигателя.

При непосредственном исследовании газа забирается проба газа таким же образом, как и для определения теплоотворной способности. В лаборатории определяется вес обнаруженных примесей: результат выражается путем пересчета в граммах на кубический метр газа при нормальных атмосферных условиях (0° и 760 мм рт. ст.). Анализом газа определяется наличие в нем сернистых и иных вредных примесей.

Периодическим анализом масла из картера двигателя также может быть определена степень очистки газа. При этих анализах, проводимых со свежим маслом, взятым через определенные промежутки и перед полной сменой, определяется вязкость не менее, чем при двух температурах (50 и 100°), смолистость, коксовое число и % взвешенных частиц.

Сравнение полученных данных с таковыми же, полученными по анализу масла из аналогичного двигателя, работающего на жидком топливе, дает представление о влиянии примесей в газе на загрязненность масла.

Микрометрическим обмером основных трущихся деталей (цилиндров, поршней, поршневых колец, шеек коленчатого вала и вкладышей), производимым до и после испытания в случае продолжительных пробегов порядка 10 000 км достаточно наглядно определяется степень очистки газа.

Результаты обмеров (износы) дают картину, характер и величину износов по сравнению с определяемыми или известными ранее износами такой же машины, работающей на жидком топливе.

Наличие в газе смолистых примесей, выпадающих при конденсации в виде жидких погонов, указывает на степень очистки газа; наличие этих примесей определяется путем периодического осмотра смесителя и трубопроводов. Оценка смолосодержания производится по степени загрязнения смесителя и других деталей, где могут быть отложения смол.

Наконец степень чистоты газа может быть определена методом «контрольной ватки», заключающимся в том, что в трубопровод по пути следования газа, через специальное отверстие, закрываемое пробкой с металлическим наконечником, обращенным внутрь, вводится чистая белая ватка, прикрепляемая к этому наконечнику. Загрязнение ватки за определенный промежуток времени характеризует степень очистки газа, что особенно наглядно при параллельном испытании нескольких газогенераторных машин.

Длительные испытания

По окончании испытаний автомобиля и трактора по предыдущим разделам проводятся длительные испытания с полной нагрузкой

на дистанции, составляющей для автомобиля, вместе с километражем, пройденным при испытаниях по предыдущим пунктам программы 12 000 км, и для трактора не менее 200 час.

Длительные испытания дают возможность путем систематического наблюдения за работой машины определить:

а) механическую прочность ее и газогенераторной установки, б) надежность и бесперебойность работы автомобиля или трактора в целом и, в особенности, газогенераторной установки, в) удобство управления, обслуживания и ремонта.

В процессе длительных испытаний ведутся систематические наблюдения за работой отдельных агрегатов и деталей.

Все обнаруженные неисправности, поломки, разрегулирование механизмов фиксируются в журналах испытаний. Для каждой неисправности должны быть указаны: дата, причина неисправности и дата произведенного ремонта.

Для пробеговых испытаний автомобилей маршрут выбирается по дорогам среднего качества с большим количеством подъемов, спусков и закруглений. Часть маршрута пробегового испытания выполняется в условиях городской езды и часть по грунтовым дорогам и проселкам.

Скорость в пробегах поддерживается повышенной, по сравнению с нормальной эксплуатационной, но характер езды не должен вызывать повреждений автомобиля, вытекающих из неосторожного вождения.

Кроме механической прочности автомобиля, в длительных испытаниях определяются:

а) удобство управления в части расположения рычагов, педалей, видимости контрольных приборов на щитке, видимости назад при разворотах в связи с наличием газогенераторной установки и т. п.;

б) легкость управления в части запуска двигателя на газе, трогания с места и т. п.;

в) степень бесшумности работы двигателя;

г) удобство обслуживания, доступность отдельных механизмов к осмотру, ремонту, регулировке, удобство заправки газогенератора топливом, удобство чистки газогенератора и других элементов газогенераторной установки;

д) целесообразность расположения оборудования, запасных колес, баков, электропроводки и т. д.

Кроме того, длительные испытания позволяют внести коррективы и получить дополнительные сведения по качеству автомобиля и газогенераторной установки, определяемым по предыдущим разделам. Все замеченные недостатки фиксируются в журналах испытаний и после обработки заносятся в отчет по испытаниям.

Определяется также правильность эксплуатационных инструкций по уходу за газогенераторной установкой, как, например, периодичность очистки отдельных элементов установки, периодичность загрузки генератора и т. п.

Разборка

По окончании длительных испытаний производится разборка всей машины и газогенераторной установки.

При разборке ведется детальная запись всех неисправностей, износов и обнаруженных поломок, которые впоследствии вносятся в дефектную ведомость.

Разборке и осмотру подлежат:

- а) двигатель;
- б) газогенератор и все элементы газогенераторной установки — системы охлаждения, очистки и смесеобразования, а также трубопроводы;
- в) все прочие элементы машины, как то: сцепление, коробка передач, задний мост и т. д., разбираются и осматриваются только в случае необходимости.

28 АПР 1941