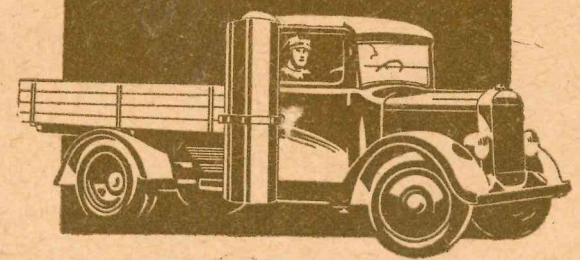


R 427  
SS

801-95  
3868-17

ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ  
АВТОМОБИЛЬНЫЕ  
УСТАНОВКИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО НАРКОМХОЗА РСФСР  
МОСКВА • 1938

R 427  
SS

ОБЯЗАТЕЛЬНО  
КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР

# ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

*Составил*  
Инж. Ю. А. КЛЕЙНЕРМАН

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАРКОМХОЗА РСФСР  
МОСКВА • 1938.

51  
57  
60  
69  
72  
74  
77  
83  
84  
89

Книга знакомит читателя с принципами работы и конструкциями современных заграничных газогенераторных установок для автомобилей. Описательной части книги предпослано конспективное изложение основ газогенераторной техники с приведением экспериментальных материалов.

Книга рассчитана на средний инженерно-технический персонал и студентов автомобильных вузов, специализирующихся в областях проектирования, производства и эксплуатации газогенераторных автомобилей.



38-46740

р В. Н. Зура. Зав. коррект. А. А. Лелюхин. Техн. редактор Е. Маркова.

Лаванта № Б-38722 ОГИЗ № 3857 Т-63 Заказ № 1800 Тираж 5000  
 X 92 1/16. Печ. листов 5 3/4 Уч.-авт. л. 9,90 Зн. в п. л. 69000  
 Сдано в набор 16 сентября 1937 г. — Подписано к печати 25 марта 1938 г.

фия ОГИЗа РСФСР треста «Полиграфкига» «Печатный Двор» имени А. М. Горького  
 Ленинград, Гатчинская, 26

со стереотипа в Типографии Академии Наук СССР. Ленинград, В. О., 9 линия, 22. Заказ № 1427

## ОГЛАВЛЕНИЕ

От составителя . . . . .	4
<b>Часть I. Газификация топлива и работа двигателя на генераторном газе</b>	
I. Общие требования к генераторному газу . . . . .	5
II. Виды топлива . . . . .	5
III. Генераторный газ как топливо для двигателей внутреннего сгорания . . . . .	6
1. Свойства генераторного газа . . . . .	6
2. Падение мощности двигателя при работе на генераторном газе . . . . .	9
3. Температура газа и мощность двигателя . . . . .	10
4. Компенсация падения мощности двигателя . . . . .	12
5. Давление вспышки . . . . .	13

## О П Е Ч А Т К И

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
14	8—9-я сверху	сгоревшие	не сгоревшие
18	табл. 15, графа 9, стр. 2-я снизу	0,5	6,5

Клейнерман. Зак. № 1427.

## Часть III. Древесноугольные газогенераторные установки

I. Древесный уголь как топливо для газогенераторов . . . . .	55
II. Мощность двигателя при работе на древесноугольном газе . . . . .	56
III. Конструкции древесноугольных газогенераторных установок . . . . .	57
1. Газогенераторная установка «Абоген» . . . . .	57
2. Газогенераторная установка «Виско-Автогаз» . . . . .	60
3. Газогенераторная установка «Булльгаз» . . . . .	69
4. Газогенераторная установка «Ганза» . . . . .	72
5. Газогенераторная установка «Хэрдрих» . . . . .	74
6. Газогенераторная установка «Панар-Левассор» . . . . .	77
7. Газогенераторная установка «Мальбай» . . . . .	83
8. Газогенераторная установка «Гоэн-Пулен» . . . . .	84
9. Буроугольная газогенераторная установка «Фойгт» . . . . .	89

\*

Книга знакомит читателя с принципами работы и конструкциями современных зарубежных газогенераторных установок для автомобилей. Описательной части книги предпослано конспективное изложение основ газогенераторной техники с приведением экспериментальных материалов.

Книга рассчитана на средний инженерно-технический персонал и студентов автомобильных вузов, специализирующихся в областях проектирования, производства и эксплуатации газогенераторных автомобилей.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

От составителя . . . . .	4
<i>Часть I. Газификация топлива и работа двигателя на генераторном газе</i>	
I. Общие требования к генераторному газу . . . . .	5
II. Виды топлива . . . . .	5
III. Генераторный газ как топливо для двигателей внутреннего сгорания . . . . .	6
1. Свойства генераторного газа . . . . .	6
2. Падение мощности двигателя при работе на генераторном газе . . . . .	9
3. Температура газа и мощность двигателя . . . . .	10
4. Компенсация падения мощности двигателя . . . . .	12
5. Давление вспышки . . . . .	13
IV. Общие требования к газогенераторной установке . . . . .	13
1. Требования к газогенератору . . . . .	13
2. Условия горения в газогенераторе . . . . .	14
3. Смещение газа с воздухом . . . . .	14
4. Очистка газа . . . . .	15
V. Работа газогенераторного автомобиля . . . . .	17
<i>Часть II. Конструкции дровяных газогенераторных установок</i>	
1. Газогенераторная установка „Дейтц“ . . . . .	18
2. Газогенераторная установка „Менк и Гамброк“ . . . . .	28
3. Газогенераторная установка „Имберт-Вествагон“ . . . . .	34
4. Газогенераторная установка „Берлие“ . . . . .	44
5. Газогенераторная установка „Кромаг“ . . . . .	48
6. Газогенераторная установка „Супрагаз“ . . . . .	53
<i>Часть III. Древесноугольные газогенераторные установки</i>	
I. Древесный уголь как топливо для газогенераторов . . . . .	55
II. Мощность двигателя при работе на древесноугольном газе . . . . .	56
III. Конструкции древесноугольных газогенераторных установок . . . . .	57
1. Газогенераторная установка „Абоген“ . . . . .	57
2. Газогенераторная установка „Виско-Автогаз“ . . . . .	60
3. Газогенераторная установка „Булльгаз“ . . . . .	69
4. Газогенераторная установка „Ганза“ . . . . .	72
5. Газогенераторная установка „Хёрдрих“ . . . . .	74
6. Газогенераторная установка „Панар-Левассор“ . . . . .	77
7. Газогенераторная установка „Мальбай“ . . . . .	83
8. Газогенераторная установка „Гоэн-Пулен“ . . . . .	84
9. Буроугольная газогенераторная установка „Фойгт“ . . . . .	89

р В. Н. Зура. Зав. коррект. А. А. Лелюхин. Техн. редактор Е. Маркова.

аванта № Б-38722 ОГИЗ № 3857 Т-63 Заказ № 1800 Тираж 5000  
х 92 1/16. Печ. листов 5 3/4 Уч.-авт. л. 9,90 Зн. в п. л. 69000  
Сдано в набор 16 сентября 1937 г. — Подписано к печати 25 марта 1938 г.

фия ОГИЗа РСФСР треста „Полиграфкнига“ „Печатный Двор“ имени А. М. Горького  
Ленинград, Гатчинская, 26

о стереотипа в Типографии Академии Наук СССР, Ленинград, В. О., 9 линия, 12. Заказ № 1427

38-461

Наша советская специальная литература по газогенераторным автомобилям не богата книгами, в которых более или менее подробно описываются газогенераторные установки, работающие в странах Западной Европы. Между тем ряд западно-европейских стран, не имеющих собственных ресурсов нефти (Франция, Австрия, Бельгия, Германия, Италия) вступили гораздо раньше, чем Советский Союз, на путь использования твердого топлива для автотранспорта и накопили уже солидный опыт в этой области. Автомобили с такими газогенераторными установками, как „Имберт“, „Кромаг“, „Берлие“, „Виско“, „Гоэн-Пулен“ и др., выпускаются за границей крупными сериями и завоевали широкое признание во всех странах мира, в частности — в Советском Союзе (мы выпускаем газогенераторы по типу „Берлие“). Поэтому несомненно, что ознакомление с лучшими западно-европейскими конструкциями может принести пользу читателю, работающему в области проектирования, производства и эксплуатации газогенераторных автомобилей.

Настоящая книга и ставит себе целью ознакомить читателя с лучшими иностранными газогенераторными установками. Не претендуя на полное освещение вопросов газификации топлива и работы двигателя на генераторном газе, которое читатель может найти в ряде уже вышедших советских книг, мы сочли все же нужным снабдить книгу основным конспективно изложенным теоретическим материалом, представляющим интерес уже постольку, поскольку приводимые в нем таблицы и выводы, основанные на испытаниях, проведенных в разное время Мюнхенской высшей технической школой, являющихся новыми для советского читателя, — в советской литературе они еще не появлялись. Так как книга имеет по существу справочный, а не учебный характер, эти теоретические сведения, объединенные в первой части и изложенные конспективно и сжато, соответствуют общему направлению книги.

В основу плана предлагаемой вниманию читателя книги лег материал известного труда инж. Тельца „Kraftwagen-Sauggaserzeuger für Holz und Holzkohle“, из которого, в частности, заимствована обработанная нами первая (теоретическая) часть книги. Однако в связи с тем, что в труде Тельца само описание конструкций дано, на наш взгляд, весьма поверхностно и неполно, материал этого труда был существенно переработан и значительно дополнен за счет использования других иностранных и советских источников<sup>1</sup> и имевшихся в нашем распоряжении материалов, собранных Научным автотракторным институтом (НАТИ). Таким образом от труда Тельца в настоящей книге остались только таблицы первой (теоретической) части и, примерно, треть иллюстраций.

О характере выполненной нами переработки свидетельствует уже то, что объем всего труда Тельца составляет только около 4 печатных листов.

При расположении материала и определении объема описания отдельных конструкций мы руководствовались прежде всего степенью совершенства и практического распространения этих конструкций за границей. Поэтому описание таких зарекомендовавших себя газогенераторных установок, как „Дейтц“, „Имберт“, „Берлие“, „Виско-Автогаз“, „Панар“ и др., дано в сравнительно большем объеме, чем описание прочих установок (например, „Хэрдрих“, „Абоген“, „Супрагаз“, „Мальбай“), представляющих тем не менее тоже определенный интерес для советского читателя.

В заключение считаем нужным выразить благодарность проф. В. П. Карпову и инж. В. Н. Згура просмотревшим рукопись книги и давшим ряд весьма ценных указаний.

Инж. Ю. А. Клейнерман

<sup>1</sup> В частности — трудов И. Р. Карачана и А. А. Введенского.

## ГАЗИФИКАЦИЯ ТОПЛИВА И РАБОТА ДВИГАТЕЛЯ НА ГЕНЕРАТОРНОМ ГАЗЕ<sup>1</sup>

### I. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГЕНЕРАТОРНОМУ ГАЗУ

Генераторный газ всех видов, предназначенный для применения в автомобильных двигателях внутреннего сгорания, должен обладать следующими качествами:

- а) достаточно высокой теплотворной способностью (в кал./м<sup>3</sup>);
- б) высокой химической сопротивляемостью собственному окислению — в целях улучшения процесса сгорания;
- в) высокими антидетонационными качествами — в связи с обычно осуществляемым при работе на газе повышением степени сжатия в двигателе;
- г) способностью сгорать почти без остатков, с незначительным нагарообразованием;
- д) отсутствием смолистых соединений и в особенности уксусной кислоты, которая оказывает корродирующее действие на материалы двигателя и газогенераторной установки и
- е) отсутствием механических примесей (частиц угля, золы, пыли и т. д.).

### II. ВИДЫ ТОПЛИВА

Для получения генераторного газа может быть применено размельченное и подсушенное дровяное топливо из древесины разных пород (мягких и твердых), с корой и без коры.

Размеры применяемых дровяных чурок колеблются от величины спичечной коробки до величины кулака, в зависимости от типа и размеров газогенератора, для которого они предназначаются; во всяком случае размеры чурок должны быть такими, чтобы чурки легко загружались в бункер газогенератора и не создавали в нем свода. К дровяным чуркам могут быть примешаны также стружки и опилки в количестве до 10% от полного объема бункера газогенератора. Применение дровяных чурок твердых пород (главным образом из бука, обладающего большим объемным весом и поэтому реже требующего догрузки бункера газогенератора) увеличивает радиус действия автомобиля.

Древесина в качестве топлива для автомобильных газогенераторов может быть использована только после специальной подготовки и обработки. Наиболее удобно древесина используется в виде угля, имеющего высокую теплотворную способность, большую активность и легкую воспламеняемость; газификация древесного угля легко производится в газогенераторе простейшей конструкции, а для очистки древесноугольного газа не требуются сложные очистители (обычно ограничиваются применением матерчатых фильтров). Недостатком древесного угля является его малый удельный вес (вес единицы объема), ограничивающий запас топлива на автомобиле. Кроме этого, древесный уголь очень марок, дает обильную пыль и гигроскопичен (легко увлажняется). Перечисленные отрицательные свойства древесного угля совершенно устранены в прессованном угле, так называемом карбоните, имеющем большое распространение во Франции. Карбонит, дающий более богатый генераторный газ, беспылен и немарок; он обладает большим удельным весом (0,9—1,0) и менее гигроскопичен; влажность карбонита не превышает 3—4%. Карбонит готовится из высушенного и измельченного в порошок древесного угля (часто — из от-

<sup>1</sup> По данным труда инж. Тельца „Kraftwagen-Sauggaserzeuger für Holz und Holzkohle“ Berlin, 1936. R. Schmidt.

бросов углежжения), который смешивается с растительной смолой и прессуется в брикеты яйцевидной формы с определенной термической обработкой; состав карбонита: углерода — 90,5%, водорода — 3,5%, кислорода — 1,5%, золы — 1,5%, воды — 3,0%. Недостатком карбонита считается его высокая стоимость.

Применение ископаемого топлива в легких транспортных газогенераторах находится еще в стадии развития. Ряд трудностей газификации (из которых основные: большое количество золы, сильное шлакообразование, сравнительно малая реакционная способность, требующая высокотемпературного режима газификации, наличие в газе сернистых соединений и обилие пыли) делает некоторые ископаемые топлива почти совершенно непригодными для транспортных газогенераторов. Из трех видов ископаемых топлив — торф, бурый уголь и каменный уголь — первые два могут быть использованы только после соответствующей термической обработки.

Торф используется только в виде кокса, приближающегося по своим качествам к древесному углю; основным процессом газификации торфяного кокса, как и древесного угля, является прямой процесс; торфяной кокс с успехом применяется в конструкциях, предназначенных для древесного угля (например в газогенераторе „Виско-Автогаз“). В отличие от древесноугольного, газогенератор для торфяного кокса требует несколько большего объема, большей площади колосниковой решетки и приспособления для хорошего встряхивания решетки и удаления шлака и золы; газогенераторы для торфяного кокса делаются с подачей в топилник пара или воды, с керамической обмуровкой и часто с центральным отбором газа из средней части.

Хорошие результаты газификации с незначительным шлакообразованием дает смесь из торфяного кокса, антрацита и древесного угля, применяемая во Франции.

Бурый уголь может газифицироваться, как и торф, в форме брикетов или полуккокса.

### III. ГЕНЕРАТОРНЫЙ ГАЗ КАК ТОПЛИВО ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

#### 1. Свойства генераторного газа

Состав газов, получающихся в газогенераторах, зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются конструктивные особенности газогенераторов, вид, сорт и влажность исходных топлив.

Необходимо отметить, что оценка эффективности генераторного газа как топлива для двигателей внутреннего сгорания должна производиться не на основании установленной теплотворной способности газа, а на основании теплотворной способности (калорийности) рабочей смеси, т. е. смеси генераторного газа с тем количеством воздуха, которое необходимо для его сгорания. Калорийность рабочих смесей  $H$  определяется по формулам:

$$H = \frac{H_u}{1+L} \text{ кал./м}^3 \text{ (для газообразных топлив) и}$$

$$H = \frac{h_u}{L'} \text{ кал./м}^3 \text{ (для жидких топлив),}$$

где:  $H_u$  — низшая теплотворная способность 1 м<sup>3</sup> газообразного топлива в кал.;  
 $L$  — действительное количество воздуха в м<sup>3</sup>, необходимое для сгорания 1 м<sup>3</sup> газообразного топлива;

$h_u$  — низшая теплотворная способность 1 кг жидкого топлива в кал и  
 $L'$  — действительное количество воздуха в м<sup>3</sup>, необходимое для сгорания 1 кг жидкого топлива.

Теплотворная способность 1 кг бензина составляет 10 400 кал., но так как это количество бензина требует для своего сгорания 12,8 м<sup>3</sup> воздуха, то калорийность бензиновоздушной рабочей смеси будет равна:

$$\frac{10400}{12,8} = 812 \text{ кал./м}^3.$$

Главный горючий компонент генераторного газа — окись углерода (CO) — обладает теплотворной способностью в 2800 кал./м<sup>3</sup> и требует для своего сгорания только 2,38 м<sup>3</sup> воздуха; это дает калорийность рабочей смеси CO с воздухом в 828 кал./м<sup>3</sup>, т. е. даже несколько более высокую, чем для бензиновоздушной рабочей смеси.

Как видно из приведенного сопоставления, использование CO в качестве топлива обеспечило бы не менее эффективную, нежели при применении бензина, работу двигателя. Однако генераторный газ содержит в своем составе обычно не более 22—24% CO. Прочие горючие компоненты дополняют активный состав газа примерно до 40%, остальные же 60% генераторного газа приходятся на инертные компоненты: азот (N<sub>2</sub>) и углекислоту (CO<sub>2</sub>), которые значительно снижают теплотворные способности генераторного газа и газозадушной рабочей смеси.

Состав газа зависит от рода применяемого топлива; в результате многократных опытов, проведенных в Высшей технической школе в Мюнхене, получены следующие средние данные, сведенные в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Род топлива	Влажность топлива в %	Низшая теплотворная способность топлива в кал./кг	Объемный вес топлива в кг/м <sup>3</sup>	Низшая теплотворная способность генерат. газа в кал./м <sup>3</sup>
Дровяные чурки из мягких и твердых пород . . . . . Древесный уголь (из бука) . . . . .	10—25 < 5	3200—3500 ~ 7100	240—340 210	1290 1340

Таблица 2

Род генераторного газа	Компоненты генераторного газа в %				
	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Дровяной . . . . .	21,7	18,5	1,8	11,0	47,0
Древесноугольный . . . . .	31,9	5,6	2,6	2,3	57,6

Опыты, проведенные Высшей технической школой в Мюнхене с дровяным газогенератором, дают анализы газов, сведенные в табл. 3.

Таблица 3

Порода дровяных чурок	Влажность чурок в %	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	(C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> )	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Бук и ель . . . . .	11,8	21,0	18,5	0,9	0,2	9,7	49,7
Бук . . . . .	11,5	24,2	17,8	1,3	0,2	9,8	46,7
Ель . . . . .	11,9	20,9	16,5	1,5	0,1	9,8	51,2

Теплотворные способности основных горючих компонентов генераторных газов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Компоненты генераторных газов	Теплотворная способность 1 м <sup>3</sup> газа при 15° Ц и 1 ат	Необход. колич. воздуха для сгорания 1 м <sup>3</sup> газа в м <sup>3</sup>	Низшая теплотворная способность рабочей смеси в кал/м <sup>3</sup>
Окись углерода (CO) . . . . .	2800	2,38	828
Водород (H <sub>2</sub> ) . . . . .	2360	2,38	698
Метан (CH <sub>4</sub> ) . . . . .	7820	9,52	743

По приведенным выше рассуждениям и таблице видно, что наиболее выгодным является такое ведение процесса газификации, при котором в составе газа получается максимальное содержание CO.

Влажность топлива сильно влияет на процентное содержание компонентов в генераторном газе. Целый ряд опытов, проведенных в НАТИ и ВНИДИ, показал, что с увеличением влажности топлива падает процентное содержание CO и одновременно увеличивается содержание H<sub>2</sub>; хотя теплотворная способность генераторного газа меняется незначительно, calorificity рабочей смеси заметно снижается<sup>1</sup>.

Надо отметить, что влияние влажности исходного топлива на состав генераторного газа в разных источниках трактуется по-разному. В то время как Шенфер и Тоблер<sup>2</sup> и проф. Дюпон предпочитают безводные сухие дрова, другие авторы (Б. Х. Фолькель и В. Мальседек) считают<sup>3</sup>, что изменение влажности в пределах до 10% не влияет на содержание водорода в генерируемом газе. Финкбайнер указывает, что максимальную мощность двигатель развивает при влажности в 13%. Д-р Хюрлиман в своем докладе об итогах альпийских испытаний 1936 г.<sup>4</sup> заявляет, что с дровами средней влажности он получил лучшие результаты, чем с сухими.

Состав генераторного газа зависит, как указывалось выше, от конструктивных особенностей газогенератора, в котором он получается. Из табл. 5\* видно, в частности, влияние на состав газа способа подачи воздуха в газогенератор.

Таблица 5

Подача воздуха	Компоненты генераторного газа				
	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Центральная . . . . .	18,6	18,0	3,0	13,2	47,2
По периферии топливника . . . . .	22,4	18,5	1,7	10,1	47,3

Низшая теплотворная способность генераторного газа, полученного при центральной подаче воздуха, составляет 1285 кал/м<sup>3</sup>, а при периферийной подаче воздуха—1304 кал/м<sup>3</sup> (при 0° Ц и 1 ат). При коэффициенте избытка воздуха α=1,05 средняя calorificity газозвдушенных смесей составляет 583 кал/м<sup>3</sup> для первого газа и 594 кал/м<sup>3</sup>— для второго.

<sup>1</sup> Это подтверждается и опытами Финкбайнера, описанными в журнале „V. D. I.“, № 19 1935.

<sup>2</sup> Журнал „L'Autocamion“, № 21, 1936.

<sup>3</sup> Журнал „V. D. I.“, № 17, 1936.

<sup>4</sup> Журнал „Das Motorlastwagen“, № 7, 1937.

\* По данным Мюнхенской высшей технической школы.

## 2. Падение мощности двигателя при работе на генераторном газе

Рабочая смесь, поступающая в цилиндры автомобильного двигателя при работе его на бензине, имеет calorificity около 800 кал/м<sup>3</sup>, в то время как для рабочей смеси генераторного газа с воздухом calorificity снижается обычно до 530—550 кал/м<sup>3</sup>\*; по отношению к бензину это составляет всего лишь 65—70%. Снижение calorificity рабочей смеси и является первой причиной, обуславливающей падение мощности двигателя при переводе его на питание генераторным газом.

Вторая по значению причина падения мощности—ухудшение коэффициента наполнения цилиндров двигателя при работе на генераторном газе. Ухудшение коэффициента наполнения происходит за счет двух явлений—падения давления перед клапанами и повышения температуры смеси, поступающей в двигатель.

Давление перед клапанами, обозначаемое обычно индексом p<sub>0</sub>, определяется как разность между атмосферным давлением и сопротивлением газогенераторной установки и системы всасывания в целом.

В свою очередь, давление перед клапанами определяет величину давления начала сжатия p<sub>a</sub> в цилиндрах двигателя, а последнее обуславливает величину среднего индикаторного (а также эффективного) давления в двигателе, которому, как известно, пропорциональна развиваемая двигателем мощность.

Так как давление перед клапанами в двигателе, работающем на генераторном газе, будет ниже, чем в двигателе, работающем на бензине (вследствие дополнительных сопротивлений в агрегатах газогенераторной установки), естественно ожидать и соответствующего падения мощности двигателя.

Температура газозвдушной смеси, подводимой к двигателю, зависит от температуры генераторного газа, которая остается сравнительно высокой, несмотря на то, что газ проходит целую систему охлаждения и очистки; полное охлаждение газа в агрегатах легкой транспортной газогенераторной установки не достигается, так как для этого необходимо было бы непомерно увеличить габариты и вес всей системы охлаждения. В результате газозвдушенная смесь обычно имеет более высокую температуру перед поступлением в двигатель, чем рабочая смесь бензина с воздухом.

Температура смеси определяет ее удельный объем, т. е. объем 1 кг смеси. С увеличением температуры (при условии постоянства давлений) этот объем увеличивается и таким образом в цилиндры двигателя попадает меньшее количество смеси по весу (при равных объемах), т. е. ухудшается коэффициент наполнения. Одновременно при увеличении температуры смеси уменьшается ее объемная теплотворная способность, так как по мере повышения температуры возрастает влажность газа в соответствии с той температурой, при которой он насыщается содержащимися в нем парами воды. Из табл. 6 видно, в какой мере температура влияет на содержание в газе влаги<sup>1</sup>.

Кроме того, что содержание влаги понижает теплотворные способности газа и газозвдушенной смеси, присутствие влаги ухудшает процесс сгорания в двигателе.

Наконец еще одной причиной падения мощности двигателя при работе на генераторном газе является меньшая скорость сгорания газозвдушенной смеси. Так как газозвдушенная смесь горит медленнее, чем смесь бензина с воздухом, она не всегда успевает полностью сгореть; в результате увеличивается потеря тепла и падает мощность двигателя.

Вследствие замедленного сгорания генераторного газа в цилиндрах, опережение зажигания в двигателе должно быть несколько больше обычного.

В приведенной ниже табл. 7 показано падение мощности двигателя „Кэмпер“ в зависимости от степени сжатия при соответствующих ей опережениях зажигания.

\* При 15° Ц и 1 ат.

<sup>1</sup> Таблица заимствована из работы Е. Юсти, журн. „Forschungs Ingen. Wesens“ № 6, 1935.

Таблица 6

Температура генераторного газа в °Ц	Содержание влаги в газе в г/м <sup>3</sup>
20	19,0
50	110,0
60	197,0
70	357,0

Таблица 7

Степень сжатия в двигателе	5	7	9
Падение мощности в % . . . . .	40	30	20
Опережение зажигания перед в. м. т. в градусах.	39	35,5	31,5

Для сравнения можно указать на то, что при работе двигателя „Кэмпер“ на бензоле опережение зажигания составляет около 29° перед верхней мертвой точкой.

Таким образом можно считать, что падение мощности двигателя, переведенного на питание генераторным газом, неизбежно и что объясняется оно, в основном, следующими причинами:

а) низкой калорийностью газозооушной рабочей смеси по сравнению с бензиновоздушной смесью;

б) уменьшением коэффициента наполнения двигателя благодаря падению давления перед клапанами и повышению температуры смеси, поступающей в двигатель, и

в) меньшей скоростью сгорания газозооушной рабочей смеси по сравнению с бензиновоздушной рабочей смесью.

Кроме перечисленных причин падения мощности, существует еще несколько других (уменьшение механического коэффициента полезного действия, уменьшение объема продуктов сгорания против объема свежей смеси и пр.), однако степень их влияния весьма невелика.

В результате всех рассмотренных причин мощность двигателя при переводе его на генераторный газ падает обычно на 35—40% и больше. Здесь следует отметить, что в советской литературе при освещении вопроса о падении мощности двигателей обычно указывают на потери в 20—35%; эти цифры не отражают истинного положения вещей и попали в нашу литературу благодаря легковверному отношению авторов к различным рекламным источникам иностранных фирм.

Необходимо подчеркнуть, что с переводом автомобильного двигателя с бензина на генераторный газ к обычным потерям, присущим двигателю, дополнительно прибавятся еще потери в газогенераторной установке и таким образом сумма тепловых потерь в комплексе газогенератор — двигатель значительно увеличивается.

Качество газогенераторной установки характеризуется коэффициентом полезного действия газогенератора, под которым понимается отношение нижней теплотворной способности полученного генераторного газа к нижней теплотворной способности топлива, затраченного на образование этого газа; если например теплотворная способность 1 кг дровяного топлива равна 3400 кал, а выход газа при сгорании 1 кг составляет 2,66 м<sup>3</sup> с нижней теплотворной способностью в 1015 кал/м<sup>3</sup>, то к. п. д. газогенератора при данных условиях будет равен:

$$\eta = \frac{2,66 \cdot 1015}{3400} = 0,79.$$

Величина к. п. д. современных газогенераторов колеблется в зависимости от их конструкции и применяемых видов топлива в пределах от 0,7 до 0,8; чем выше к. п. д. газогенератора, тем меньше, следовательно, потери и тем выше экономический к. п. д. двигателя, работающего на генераторном газе. Если для нормальных бензиновых и керосиновых двигателей экономический к. п. д. лежит в пределах 0,18—0,22, то при работе подобных двигателей на генераторном газе этот к. п. д. снижается до значений 0,13—0,17.

### 3. Температура газа и мощность двигателя

В результате опытов, проведенных в Мюнхенской высшей технической школе с газогенераторами „Имберг“, установлено, что:

а) через 7 минут после розжига газогенератора получается газ, удовлетворяющий мощности двигателя только до 18 л. с.;

б) через 30 минут после розжига достигается максимальная мощность двигателя, а температура охлаждающей воды не превышает 75° Ц;

в) через 50 минут после розжига достигается установившееся состояние температуры генераторного газа.

Из табл. 8 видно протекание изменения температуры газа и мощности двигателя в течение одного часа работы двигателя. В качестве топлива здесь применялись дровяные буковые чурки размером 8 × 30 см с влажностью в 17%.

Таблица 8

Время работы двигателя в минутах	5	10	20	30	40	50	60
Темп. газа в газоборнике после восстановления зоны в °Ц . . . . .	150	200	350	460	530	550	550
Темп. газа у отборного патрубка (при выходе из газогенератора) в °Ц . . . . .	50	90	120	160	190	195	198
Мощность двигателя в л. с. . . . .	15	22	30	32	32	32	32

Мощность двигателя находится в постоянной зависимости от температуры активной зоны газогенератора. При низких температурах в газогенераторе уменьшается содержание в газе активных компонентов (водорода и метана), вследствие чего мощность двигателя падает; повышение температуры в газогенераторе влечет за собой повышение мощности двигателя, как это видно из табл. 9.

Таблица 9

Темп. газа при выходе из газогенератора в °Ц . . . . .	150	170	215	248	255	275	350	310	330
Мощность двигателя в л. с. . . . .	30	37	42	46	50	53	56	59	61

В то же время, как указывалось выше, температура газа при поступлении в смеситель должна быть, наоборот, по возможности более низкой, так как она определяет температуру смеси и следовательно коэффициент наполнения двигателя. Если принять, что температура наружного воздуха равна 15° Ц, температура газовой смеси также 15° Ц и полученная при этом мощность двигателя составляет 100% (т. е. 0% потерь), то, на основании теоретических исследований, при более высоких температурах рабочей смеси можно ожидать следующего падения мощности двигателя (табл. 10):

Таблица 10

Темп. рабочей смеси в °Ц	Падение мощности двигателя в %
15	0
20	5
40	8
50	11
60	14
70	16

Изложенное определяет необходимость поддержания высоких температур в активной зоне газогенератора и возможно более интенсивное охлаждение газа в агрегатах газогенераторной установки на пути к двигателю.

Данные, приведенные в табл. 9, были получены при испытании двигателя „Бюссинг“ со следующей характеристикой: число цилиндров — 6; максимальная мощность — 70 л. с. при  $n = 1200$  об/мин.; диаметр цилиндров — 116 мм и ход поршня — 150 мм.

Этот двигатель хорошо себя зарекомендовал при работе на генераторном газе; Финкбайнер приводит следующие данные, полученные при испытании этого двигателя (табл. 11):



Таблица 11

Число оборотов в минуту . . . . .	700	800	900	1000	1100	1200
Мощность в л. с. . . . .	46	53	58	64	69	70
Крутящий момент в кгм . . . . .	46,5	46,2	46,1	46,0	45,0	42,0
Среднее эффективное давление в кг/см <sup>2</sup> . . . . .	6,3	6,25	6,2	6,1	5,9	5,7
Температура газа при выходе из газогенератора в °С . . . . .	227	262	288	312	326	340

Расход топлива (дровяные буковые чурки с влажностью в 17%) при полной нагрузке двигателя составлял 0,8—0,84 кг/л. с./ч. Коэффициент полезного действия газогенератора определялся величиной 0,7—0,74.

#### 4. Компенсация падения мощности двигателя

Падение мощности двигателя при работе на генераторном газе может быть уменьшено рядом мероприятий, например повышением степени сжатия или путем предварительного сжатия газозоудной смеси. Так, в Австрии были проведены опыты применения наддува с помощью компрессора, установленного между смесителем и двигателем<sup>1</sup>. Полученные результаты свидетельствуют о том, что посредством применения тщательно подобранного компрессора можно довести мощность двигателя до номинальной (как при работе на бензине), причем затрата мощности на привод компрессора не превышает нормальных величин. Тем не менее, от этой идеи пришлось отказаться, так как дополнительные устройства значительно удорожают первоначальные затраты, и, кроме того, выбор подходящего компрессора, в особенности при работе с некоторыми старыми типами двигателей, чрезвычайно затруднителен.

Частично компенсировать потерю мощности можно также путем присадки к газу жидких топлив в пределах до 2—3 л на 100 км пробега автомобиля. Присадкой спирта, имеющего высокую скрытую теплоту испарения, можно значительно охладить древесный газ, благодаря чему улучшается наполнение цилиндров двигателя и повышается коэффициент наполнения<sup>2</sup>; спирт, кроме того, обладает хорошими антидетонационными качествами и содержит химически связанный кислород, благодаря чему улучшается процесс сгорания.

Существенного увеличения мощности можно добиться также посредством поддержания повышенной температуры двигателя, так как малокалорийный генераторный газ требует для лучшего сгорания более высокой температуры стенок цилиндров; холодные стенки цилиндров отрицательно влияют на работу двигателя при питании его генераторным газом.

Повышение степени сжатия в двигателе связано с антидетонационными качествами генераторного газа, причем форма камеры сгорания играет также существенную роль. Например при двигателе с нижним распределением максимальная допустимая степень сжатия не превышает значений 7—8, в то время как при верхнем распределении ее можно увеличивать до 10 и выше, не опасаясь появления детонации и ухудшения коэффициента наполнения<sup>3</sup>. Повышение степени сжатия ухудшает однако условия зажигания смеси, почему обычно рекомендуется уменьшать зазоры между электродами свечей на 0,2—0,3 мм; при этом следует учитывать, что срок службы свечей значительно уменьшается вследствие больших термических и механических нагрузок.

Несмотря на то, что генераторный газ обладает превосходными антидетонационными свойствами, в настоящее время редко применяют степени сжатия в двигателях, приспособленных для работы на генераторном газе, выше 9 — в связи с трудностями пуска двигателя (требуется слишком мощный, сравнительно с нормальным для бензинового двигателя, стартер) и усиление системы электро-

<sup>1</sup> По статье Лео Хандль в журнале „Automobiltechnische Zeitschrift“, № 9, 1936.

<sup>2</sup> Подтверждено работами в НАТИ.

<sup>3</sup> Опытами проф. Карпова в ВАММ установлено, например, что в двигателе ЗИС-5, имеющем нижнее распределение, выгоды, получаемые при повышении степени сжатия выше 7,5, теряются в связи с сопутствующим этому уменьшением коэффициента наполнения.

зажигания. Большое повышение степени сжатия ограничивается также и соображениями прочности деталей в связи с увеличением давлений вспышки.

Расходы топлива при повышении степени сжатия уменьшаются. В табл. 12 приведены удельные расходы дров и данные о мощности двигателя „Кэмпер“ при различных степенях сжатия и различных числах оборотов<sup>1</sup>.

Таблица 12

Вид топлива	Степень сжатия в двигателе	Число оборотов двигателя, мощность и расход дров									
		900		1000		1100		1200		1300	
		<i>N<sub>e</sub></i> л. с.	<i>Q</i> кг/л. с./ч.	<i>N<sub>e</sub></i> л. с.	<i>Q</i> кг/л. с./ч.	<i>N<sub>e</sub></i> л. с.	<i>Q</i> кг/л. с./ч.	<i>N<sub>e</sub></i> л. с.	<i>Q</i> кг/л. с./ч.	<i>N<sub>e</sub></i> л. с.	<i>Q</i> кг/л. с./ч.
Бензол . . . . .	5,17	45	—	49	—	52	—	54	—	56	—
Дровяной газ . . . . .	5,17	27	1,0	30	1,1	32	1,15	33,5	1,18	32	1,2
„ . . . . .	6,89	31,5	0,9	34	0,89	37	0,85	38	0,9	39	0,95
„ . . . . .	8,89	34	0,85	38	0,83	41	0,8	44	0,8	45	0,9

При нормальных числах оборотов двигателя удельный расход дров лежит в пределах 0,8—1,2 кг/л. с./ч. Топливо, применявшееся при испытании — дровяные буковые чурки, размером 8 × 30 см, с влажностью в 17%.

#### 5. Давление вспышки

При повышении степени сжатия в старых двигателях нужно особенно опасаться повышения давлений вспышки, которые могут привести к поломке двигателя; поэтому рекомендуется производить предварительные испытания с последовательным увеличением степени сжатия.

Так же, как и в нормальном бензиновом двигателе, давление вспышки в двигателе, работающем на генераторном газе, зависит от степени сжатия (табл. 13).

Можно считать, что при давлении вспышки в 30 кг/см<sup>2</sup> в бензиновом двигателе, переделанном для работы на генераторном газе, достигаются те пределы нагрузок на детали, передающие усилия (поршни, шатуны, коленчатые валы), которые были положены в основу конструкции двигателя.

Таблица 13

Степень сжатия в двигателе	Давление вспышки в кг/см <sup>2</sup>
5,6	21—26
8,2	31—34

### IV. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ

#### 1. Требования к газогенератору

Автомобильный газогенератор должен удовлетворять следующим основным требованиям;

- а) быть легким, не громоздким и не сложным по конструкции;
- б) обеспечивать безотказную работу двигателя при изменениях его рабочего режима в широких пределах и быстро принимать нагрузку после стоянок автомобиля, т. е. иметь достаточную „гибкость“;
- в) обладать невосприимчивостью к сотрясениям и толчкам;
- г) быть удобным в обслуживании;
- д) представлять не меньшую пожарную безопасность, чем бензиновая система питания и
- е) допускать в случае надобности работу двигателя на газе с присадкой жидкого топлива — в целях повышения мощности.

<sup>1</sup> Испытания были проведены в Мюнхенской высшей технической школе.

## 2. Условия горения в газогенераторе

Как известно, при газификации дров в газогенераторе образуются между прочим пары смолы. Так как пары смолы являются вредной примесью генераторного газа, их стремятся разложить в газогенераторе, пропуская все продукты сухой перегонки через активную зону.

Для того чтобы полностью обеспечить это разложение, в газогенераторах делают сужение топливника сверху вниз; благодаря этому сужению обеспечивается уплотнение дров и одновременно устраняется возможность того, что сгоревшие полностью дрова будут выделять смолу в нижних слоях, где ее уже нельзя полностью разложить.

Благодаря сужению топливника достигается также более быстрое восстановление высоких температур в активной зоне после длительной малой нагрузки газогенератора или после стоянки автомобиля. Следует наконец указать, что сужение топливника, обуславливающее повышение скорости потока газа в узком сечении, предохраняет от разложения метан, являющийся одним из ценных компонентов генераторного газа, увеличивающих его теплотворную способность. Однако слишком большое сужение топливника может отрицательно отразиться на мощности двигателя вследствие повышения разрежений у газоотводных патрубков.

Воздух в газогенератор должен подаваться всегда в достаточном для процесса газификации количестве, так как это позволяет повышать температуру процесса.

При недостаточных температурах пары смолы и другие продукты сухой перегонки не будут полностью разлагаться и газ будет захватывать их с собой, засоряя агрегаты установки и двигатель.

Табл. 14, приводимая ниже, дает представление о зависимости между отбором газа (характеризующим нагрузку газогенератора), температурой газа и соответствующим падением давления при различных числах оборотов двигателя.

Таблица 14\*

Число оборотов двигателя в мин.	700	800	900	1000	1100	1200
Количество отбираемого газа в м <sup>3</sup> /ч	86	88	91	95	99	105
Температура газа при выходе из газогенератора в °C	225	252	290	320	320	340
Разрежения в мм вод. ст.	300	360	400	450	500	570

Если температура газа при выходе из газогенератора падает до 120° C, то содержание в нем водорода и метана уменьшается до незначительных величин и практически единственным горючим компонентом в нем остается окись углерода<sup>1</sup>.

## 3. Смешение газа с воздухом

Способ смешения генераторного газа с атмосферным воздухом имеет существенное влияние на работу двигателя. Если например потоки газа и воздуха встречаются под прямым углом, то следует ожидать снижения мощности двигателя хотя бы потому, что большие сопротивления в смесителе вызовут уменьшение коэффициента наполнения. Соединение потоков газа и воздуха в осевом направлении более рационально. Посредством сообщения воздуху вращательного движения с помощью расположенных определенным образом каналов можно добиться лучшего его перемешивания с газом, однако при этом необходимо строгое взаимное соответствие сечений подводящих воздух и газ каналов.

Чтобы сохранить надлежащий состав газовой смеси при всех режимах работы двигателя, следует тщательно подбирать конструктивные размеры смесителя и сечения входов газа и воздуха, обеспечить точность работы регулирующих приспособлений и т. д.

Смесители, применяемые в настоящее время, классифицируют по способу образования газовой смеси и разделяют их на следующие группы:

а) смесители, работающие по принципу соединения пересекающихся потоков воздуха и газа;

б) смесители, работающие по принципу соединения параллельных потоков воздуха и газа;

в) вихревые смесители, работающие по принципу завихрения параллельных или пересекающихся потоков воздуха и газа.

Смесители первой группы выполняются обычно так, что потоки воздуха и газа встречаются под прямым углом, причем воздух или газ подаются в камеру смешения через щели или отверстия, расположенные перпендикулярно к основному направлению течения газовой смеси. Такой способ смешения не обеспечивает, как правило, удовлетворительного смешения и понижает коэффициент наполнения двигателя, что ведет к уменьшению давления сжатия в цилиндрах. Несколько лучшие результаты дают смесители этой же группы, но с многоструйной подачей воздуха или газа; практика здесь показала, что выгоднее пропускать через щели воздух, а газ впускать непосредственно в камеру смешения во избежание его излишнего дросселирования.

Смесители с параллельными потоками газа и воздуха подразделяются, в свою очередь, на эжекционные и параллельно-струйные. Характерной особенностью эжекционных смесителей является то, что в них газ входит внутрь смесительной камеры через сопло, т. е. трубу, имеющую сужение на конце, а воздух засасывается по кольцевому каналу вокруг этого сопла; к дросселю смеси здесь подходят два смешивающихся параллельных потока воздуха и газа. В простейших эжекционных смесителях смешение часто бывает недостаточно совершенным, так как толстая струя газа охватывается в них относительно тонкой пленкой воздуха, и вследствие этого смесители работают с большим избытком воздуха; смешение здесь значительно улучшается при создании искусственного завихрения воздуха, для чего необходимо установить в воздушном канале специальные направляющие лопатки или подводить воздух по касательной к направлению потока газа. Преимуществом эжекционных смесителей является осуществляемое в них частичное саморегулирование качества смеси: благодаря наличию сопла, количество подсаемого воздуха будет в известной степени пропорционально количеству газа, поступающего в смеситель через сопло.

Параллельно-струйные смесители работают в общем по тому же принципу, что и эжекционные, но в них газ или воздух подаются не одной толстой струей, а в виде отдельных тонких струек или слоев, получающихся при пропускании газа или воздуха через ряд щелей или отверстий.

В вихревых смесителях осуществляется искусственное завихрение газовой смеси путем придания сильного вихревого движения потокам газа или воздуха. Конструктивно это достигается чаще всего устройством косых прорезей во внутреннем стакане смесителя.

Большим преимуществом вихревых смесителей является то, что здесь при относительном удлинении путей движения газа и воздуха можно уменьшить объем камеры смешения, улучшив одновременно перемешивание за счет увеличения времени соприкосновения газа и воздуха; кроме того, сам по себе завихренный поток способствует хорошему смешению. Однако на создание завихрения тратится значительное количество энергии; это и является основным недостатком вихревых смесителей, обуславливающих их относительно малое распространение.

## 4. Очистка газа

Из полученного в газогенераторе газа должны быть удалены вредные примеси, состоящие из угольной пыли, сажи, золы и паров воды; с увеличением количества вредных примесей в газе (угольной пыли и сажи) приходится встречаться при сильной напряженности газогенератора, т. е. при больших отборах

\* Журн. «V. D. I.», № 7, 1935.

<sup>1</sup> Это не является, конечно, общим условием для газогенераторов различных конструкций.

газа. Вредные примеси должны задерживаться в приборе, служащем для очистки генераторного газа; чем совершеннее очистка, тем выше мощность двигателя. В очистителе несколько снижается давление газа; это особенно наблюдается в инерционных очистителях с дырчатыми дисками, где поток газа, ударяясь о диски и часто меняя направление, теряет свой первоначальный напор.

Применяемые в автомобильных газогенераторных установках очистители газа можно, в зависимости от принятого в них способа очистки и конструкции, подразделить на четыре основных типа:

- а) динамические очистители (инерционные, центробежные и отстойные);
- б) поверхностные очистители;
- в) жидкостные очистители и
- г) сухие (матерчатые) фильтры.

В ряде конструкций впрочем различные принципы очистки объединяются в одном агрегате; поэтому приведенная классификация не вполне отражает многообразие конструктивных форм современных очистителей.

Динамические очистители основаны на принципе использования разницы в весе между содержащимися в генераторном газе частицами примесей и самим газом. Если сообщить потоку газа большую скорость, а затем резко ее уменьшить или заставить поток газа изменить направление, то взвешенные в газе тяжелые частицы твердых и жидких примесей будут продолжать двигаться по инерции в прежнем направлении и с большой скоростью выйдут таким образом из газового потока и либо осадут на специальных перегородках, либо выпадут в отстойные камеры (пылеприемники). По этому принципу работают инерционные очистители и отстойники.

Схема действия и устройство инерционного очистителя представляются в следующем виде. В цилиндрическом или прямоугольном резервуаре помещается ряд пластин — дисков, имеющих большое количество отверстий, расположенных в шахматном порядке; если смежные диски сложить вместе, то отверстия в них окажутся перекрытыми. Диаметр отверстий в дисках относительно мал, причем, по мере удаления от газогенератора, он, как правило, уменьшается. Вследствие малого диаметра отверстий газ проходит через них со значительной скоростью, которая резко падает, когда газ, по выходе из отверстий, сразу попадает в сравнительно большую емкость между дисками. Содержащиеся в генераторном газе более тяжелые частицы примесей будут продолжать двигаться с большой скоростью по инерции; встретив сопротивление стенки смежного диска, эти частицы будут ударяться о нее и задерживаться на диске, или оседать вниз. В то же время струйки газа, изменив направление, войдут в отверстия этого смежного диска и вновь увеличат свою скорость; здесь повторится подобное же явление. Таким образом газ, проходя волнообразно через отверстия целого ряда дисков, оставит в очистителе большое количество взвешенных в нем примесей. Для лучшей очистки генераторного газа применяют обычно несколько инерционных очистителей, причем, по мере удаления их от газогенератора, количество дырчатых дисков в них увеличивается, расстояние между дисками уменьшается, а число отверстий в дисках возрастает.

Примерно на таком же принципе основана очистка генераторного газа в центробежных очистителях (чаще называемых „циклонами“), где газу сообщается не прямолинейное движение, а вращательное. Типовая схема действия циклона представляется в следующем виде. Засасываемый газ, входя в очиститель, попадает на наклонно поставленные лопасти крыльчатки и, проходя в косые щели между лопастями, получает вихревое движение; благодаря возникающим при этом центробежным силам более тяжелые частицы примесей отбрасываются к внутренним поверхностям стенок корпуса очистителя и по ним опускаются вниз в грязевик.

Динамические очистители имеют целый ряд недостатков. Во-первых, они обычно удовлетворительно очищают газ только от грубых примесей (крупных частиц „уноса“) и плохо удаляют тонкую пыль, которая не менее вредна для двигателя, чем крупная. Во-вторых, очистка здесь резко ухудшается при уменьшении расхода газа двигателем (например на малых оборотах), когда скорость потока газа падает. Наконец, в-третьих, динамические очистители оказывают относительно большое сопротивление потоку газа, снижая таким образом давление перед клапанами. Поэтому динамические очистители, инерционные и центро-

бежные, применяются, как правило, только для первичной (так называемой „грубой“) очистки генераторного газа, ставящей себе целью отделение от газа наиболее крупных частиц твердых примесей и в известной мере паров воды; для последующей „тонкой очистки“ газ пропускают чаще всего через поверхностные или жидкостные очистители или через сухие фильтры.

Очистка генераторного газа в поверхностных очистителях заключается в том, что газ омывает поверхности различных очищающих материалов, на которых сначала осаждаются главным образом пары воды и смолы, а затем к этим осажденным примесям прилипают находящиеся в газе твердые частицы (пыль). В некоторых конструкциях поверхностных очистителей вертикального типа конденсированные пары воды, стекая по поверхностям очищающих материалов, смываются находящийся на них „унос“, который собирается в нижней части очистителя и удаляется оттуда по мере накопления; такие очистители называются „самоочищающимися“.

В жидкостных очистителях, где температура генераторного газа падает до точки росы, очистка осуществляется посредством промывки газа при прохождении его через слой жидкости (масло, вода, керосин) с последующим отделением от газа капелек конденсированного пара (воды); производительность подобных очистителей составляет 100—150 м<sup>3</sup> газа в час. Жидкостные очистители имеют большие недостатки. Проходящий через жидкость генераторный газ стремится захватить с собой частицы жидкости, а если он предвременно не был достаточно охлажден, то жидкость, испаряясь, будет уходить с газом в виде пара. Зимой жидкость в очистителе может замерзнуть и требует вообще постоянного наблюдения. Качество жидкостной очистки сравнительно низко, так как пузырьки газа омываются только по поверхности, а внутри могут пронести частицы пыли. Кроме всего этого, жидкостные очистители создают высокое сопротивление потоку газа.

Четвертым по принятой классификации типом очистителей являются сухие фильтры, в которых очистка генераторного газа осуществляется посредством пропускания его через плотный материал (фланель, байка, фетр), натянутый на специальный проволочный каркас; при прохождении газа через поры материи он оставляет на ней пыль и твердые частицы, размеры которых больше размеров пор. Сухие фильтры дают весьма хорошую тонкую очистку, однако требуют внимательного ухода, так как при загрязнении фильтров качество очистки сильно ухудшается. Основным недостатком сухих фильтров является оказываемое ими большое сопротивление потоку газа при загрязнении или увлажнении.

## V. РАБОТА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО АВТОМОБИЛЯ.

Одним из самых важных требований, предъявляемых к газогенераторному автомобилю, является требование, чтобы двигатель на генераторном газе обеспечивал хорошее ускорение при разгоне автомобиля и имел достаточную гибкость при часто меняющихся дорожных условиях.

Другим требованием должно быть уменьшение падения мощности (или компенсации ее) сравнительно с бензиновым двигателем; здесь следует главным образом идти по пути повышения степени сжатия, используя высокие антидетонационные качества генераторного газа.

Большое значение имеет также правильное решение вопроса об очистке генераторного газа и его охлаждении. Можно считать, что наиболее хорошо зарекомендовали себя инерционные очистители-охладители в сочетании с поверхностными фильтрами, наполненными кольцами Рашига.

Следует помнить, что двигатель только тогда работает нормально и спокойно, когда в активной зоне газогенератора установились определенные, достаточно высокие температуры. Поэтому например рекомендуется избегать применения слишком холодных и сырых дров, — они охлаждают газогенератор и выделяют много паров воды, благодаря чему снижаются температуры в активной зоне.

Что касается пуска двигателя в ход, то можно утверждать, что у большинства современных автомобилей двигателя безотказно пускаются непосредственно на генераторном газе, а газогенераторы разжигаются при помощи вентиляторов или других устройств.

При езде на газогенераторном автомобиле нужно различать следующие условия движения, имеющие значение для работы двигателя:

- а) езда в городе;
- б) езда по ровной загородной дороге;
- в) езда в гористых местностях и
- г) спуск под гору.

В первом случае падение мощности двигателя проявляется сильнее, чем при других условиях движения, вследствие худшей приемистости и необходимости более частых переключений передач; частые остановки автомобиля отражаются также на равномерности работы двигателя.

При движении по ровной загородной дороге двигатель, переведенный с бензина на генераторный газ (без конструктивных изменений), дает путь разгона автомобиля до скорости в 30 км/час около 300 м против пути в 140 м, обеспечиваемого при работе на бензине. Тот же двигатель с повышенной степенью сжатия при работе на газе ( $\epsilon=9$ ) сокращает путь разгона до 220 м.

При эксплуатации газогенераторных автомобилей в гористых местностях преодоление коротких, но крутых подъемов требует переключения на низшие передачи. При езде в гористой местности основным требованием к водителю является обеспечение достаточной средней скорости движения, для чего необходимо поддержание нормального числа оборотов двигателя посредством своевременных переключений передач; при соблюдении этого условия изменения температур в активной зоне газогенератора обычно не выходят из допустимых для нормальной работы двигателя пределов.

При спуске под гору рекомендуется поддерживать нужные температуры в активной зоне газогенератора соответственным регулированием качества рабочей газозоудной смеси; при прикрытии воздушной заслонки смесителя двигатель будет засасывать почти чистый генераторный газ, поддерживая нормальную напряженность газогенератора.

Ухудшение динамики автомобиля при работе двигателя на генераторном газе видно из табл. 15, составленной по материалам сравнительных испытаний бензинового и газогенераторного автомобилей в Мюнхенской высшей технической школе.

Таблица 15

Вид топлива	Степень сжатия в двигателе	Пройденный участок (в км и % от всего участка) на разных передачах						Средняя скорость движения в км/час
		III		II		I		
		км	%	км	%	км	%	
Бензин . . . . .	4,3	3,5	70	1,5	30	—	—	14,3
Генераторный газ . . . . .	4,3	0,1	2	0,7	14	4,2	84	0,5
" " . . . . .	9,0	1,4	28	2,9	58	0,7	14	11,1

## Часть II

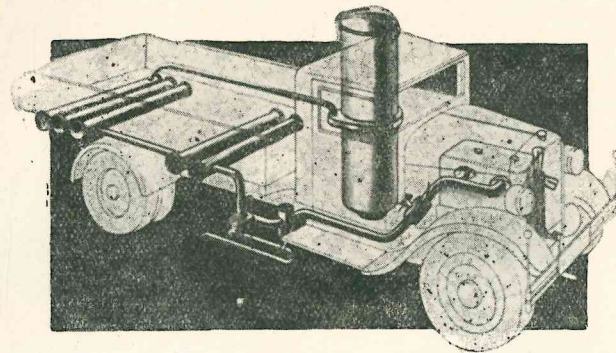
### КОНСТРУКЦИИ ДРОВЯНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

#### 1. Газогенераторная установка „Дейтц“

Газогенераторная установка „Дейтц“ выполняется в двух типовых вариантах, сохраняющих в основном конструкцию газогенератора, но отличающихся способами очистки и охлаждения газа; в первом, более раннем, варианте применяется инерционная очистка газа, а во втором варианте установки очистка газа осуществляется в двух центробежных очистителях (циклонах). На фиг. 1 показан газогенераторный автомобиль с установкой „Дейтц“ первого типа, а на фиг. 2 — второго типа, с измененной системой очистки. Второй вариант установки, известный под маркой „Гумбольдт-Дейтц“, более распространен; это обстоятельство не лишает однако интереса и схему первого варианта, поскольку

параллельное рассмотрение обоих вариантов выявляет существующее направление конструкторской мысли.

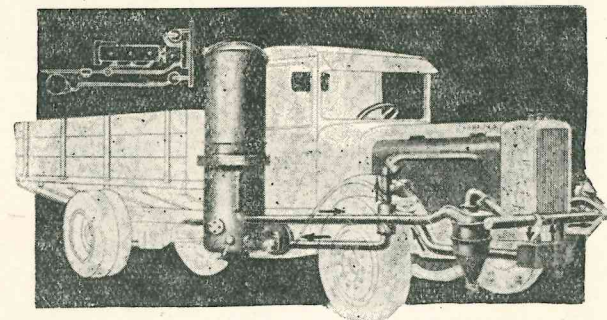
Отличительной особенностью конструкции газогенератора „Дейтц“ является центральная подача воздуха, который проходит через слой топлива в радиальном направлении. Газогенератор работает на дровяных чурках по опрокинутому



Фиг. 1. Первый вариант газогенераторной установки „Дейтц“ на автомобиле.

высоконапряженному процессу газификации с отводом конденсата и с подогревом топлива.

На фиг. 3 газогенератор „Дейтц“ показан в разрезе. Он выполнен в виде вертикального цилиндра (наружного кожуха) с внутренним кожухом — бункером, который состоит из двух основных частей. Верхняя половина бункера предназначена только для загрузки топлива; по ее поверхности вырезаны щели, через

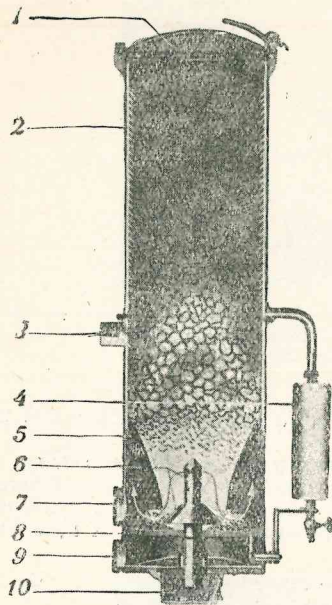


Фиг. 2. Второй вариант газогенераторной установки „Дейтц“ на автомобиле.

которые стекает в полость между бункером и наружным кожухом конденсат, отводимый отсюда трубкой в специальный конденсационный бачок. Нижняя половина бункера, частично также вмещающая запас подогретого отводимым газом топлива, внизу переходит в топливник, имеющий снаружи форму усеченного конуса, а внутри — форму двух усеченных конусов, соединенных меньшими основаниями; стенки топливника обмурованы шамотной массой.

Топливник постоянно подвержен большим напряжениям. Он обладает достаточной механической прочностью и высокой устойчивостью при резких колеба-

ниях температур, препятствует шлакообразованию и сохраняет теплоту газогенератора при временных уменьшениях его нагрузки, оказывая таким образом благоприятное влияние на „гибкость“ газогенератора. От преждевременного разрушения вследствие неравномерных тепловых напряжений топливник предохраняется действием вращающейся колосниковой решетки с тремя шуровочными штырями (фиг. 4 и 5); вращением решетки осуществляются шуровка нижнего слоя топлива и слукс мелочи сквозь решетку в зольник. Решетка приводится в действие рукояткой извне через зубчатую передачу. Воздух поступает



Фиг. 3. Газогенератор „Дейтц“:

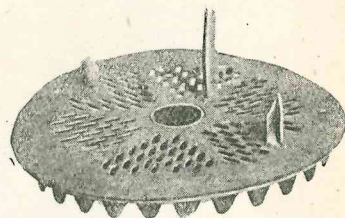
1 — крышка газогенератора; 2 — наружный кожух; 3 — газоотводный патрубок; 4 — бачок для сбора конденсата; 5 — топливник; 6 — центральное сопло для подачи воздуха; 7 — смотровой люк; 8 — колосниковая решетка; 9 — люк зольника; 10 — коробка для розжига с обратным клапаном.

в топливник из центрального вертикального сопла (фиг. 6), которое выполнено в виде цилиндра, переходящего вверху в конус; на поверхности этого конуса имеются отверстия, через которые и подается воздух в зону горения. Нижний конец воздушного сопла расположен в коробке под газогенератором, которая сообщается с атмосферой посредством обратного клапана.

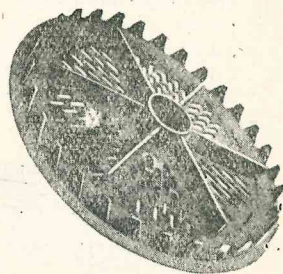
Отбор газа из топливника производится через полость между бункером и наружным кожухом газогенератора; в эту полость газ попадает, проходя через кольцевую газоочистительную решетку, приваренную по окружности к нижнему основанию топливника. Проходя по полости между бункером и наружным кожухом вверх, газ подогревает слой топлива в нижней половине бункера.

Газ выходит из газогенератора через газоотводный патрубок в трубопровод, имеющий компенсатор<sup>1</sup>, и поступает далее в батарею инерционных очистителей-охладителей (в первом варианте установки), а отсюда — в смеситель.

<sup>1</sup> Компенсатор — это гофрированный отрезок трубы, воспринимающий на себя деформации возникающие при движении автомобиля.



Фиг. 4. Колосниковая решетка газогенератора „Дейтц“ (вид сверху).



Фиг. 5. Колосниковая решетка газогенератора „Дейтц“ (вид снизу).

Общий чертеж газогенератора Дейтц дан на фиг. 7.

В последнее время более распространена общая схема газогенераторной установки „Дейтц“, показанная на фиг. 8 (второй вариант), в которой вместо горизонтальных дисковых очистителей-охладителей инерционного типа имеются два последовательно расположенных конусообразных очистителя-циклона. Циклоны (фиг. 9 и 10) смонтированы в передней части автомобиля по бокам радиатора. Газ, попадая в циклон по касательной, очищается действием на твердые частицы, в нем содержащиеся, центробежной силы, возникающей при быстром вращении потока газа в циклоне. Внутри каждого циклона помещены радиально, с некоторым наклоном в сторону вращения, отражательные лопатки в количестве 29 штук; резко изменяя направление движения газа, эти лопатки способствуют увеличению центробежных усилий, в результате чего тяжелые частицы „уноса“ отбрасываются к стенкам и опускаются на дно циклона. По выходе из циклона поток газа выпрямляется специальными лопатками.

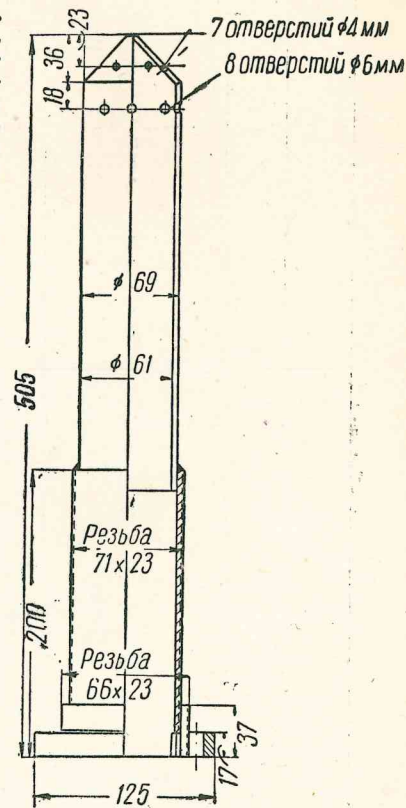
После прохождения через второй циклон газ подводится к охладителю (фиг. 11), который монтируется перед нормальным водяным радиатором автомобиля. Здесь происходит охлаждение газа, осуществляемое встречным воздухом и тягой от вентилятора двигателя. Охладитель состоит из 20 трубок овального сечения, разделенных на четыре секции; проходя через эти секции по очереди, поток газа три раза меняет свое направление. В нижней части охладитель имеет отстойник для сбора конденсата, образующегося при охлаждении газа (вернее, содержащихся в нем паров воды).

Из охладителя газ попадает в смеситель (фиг. 12) струйного типа с пересекающимися потоками газа и воздуха; движение дросселя смеси и воздушной заслонки в нем синхронизировано в одном направлении. Смеситель имеет сетчатый воздушный фильтр.

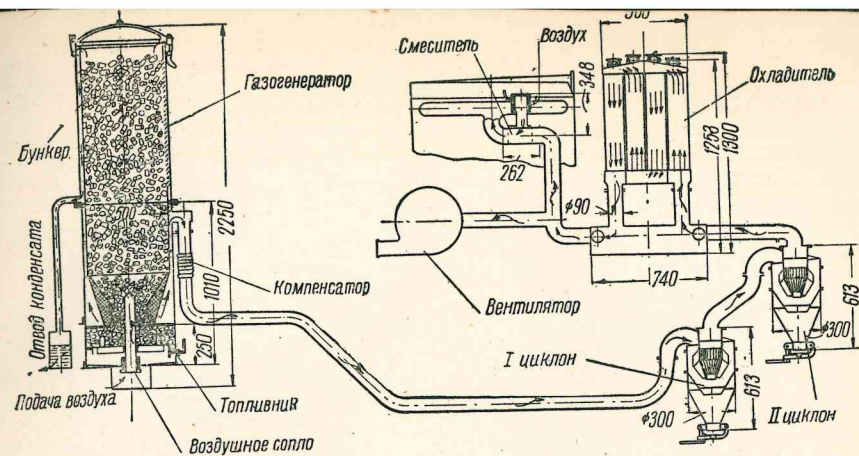
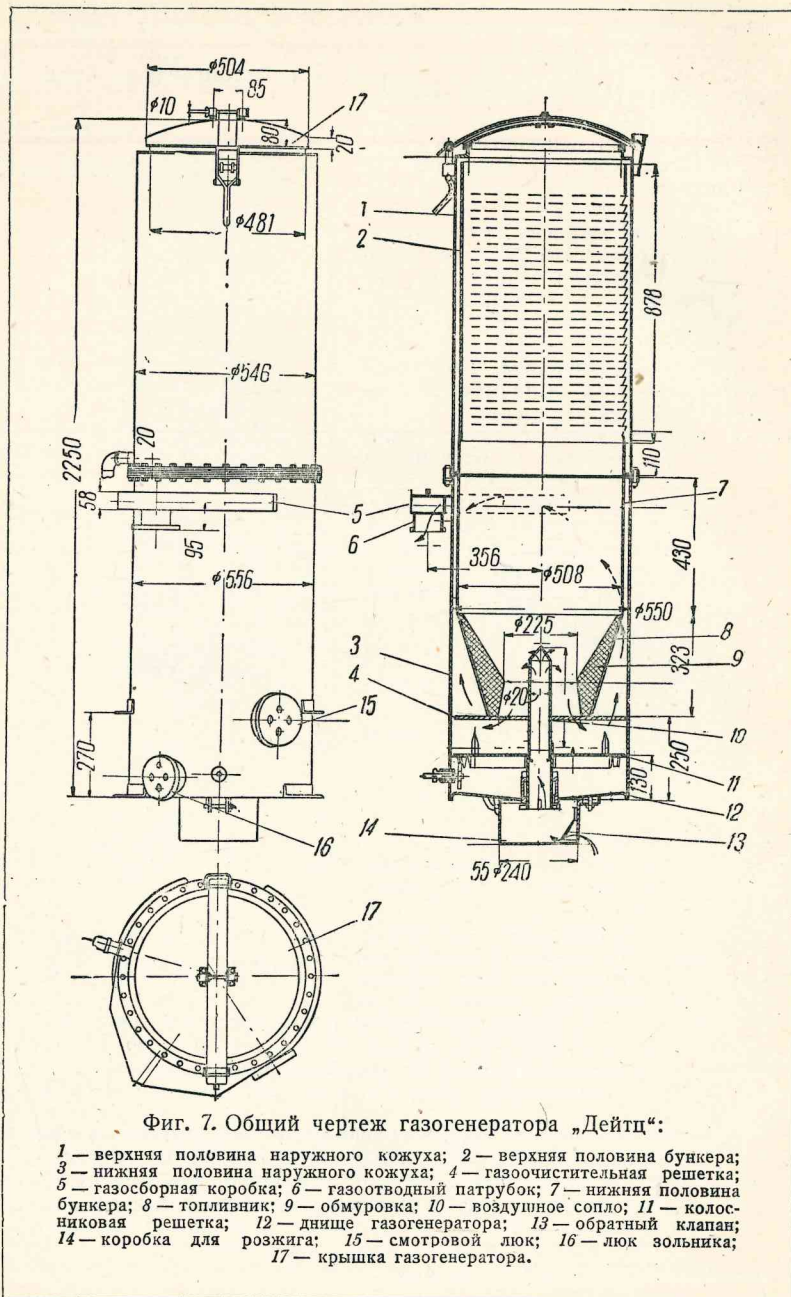
В состав газогенераторной установки „Дейтц“ входит отсасывающий вентилятор с приводом от электромотора (или от руки) для быстрого розжига газогенератора; вентилятор расположен между охладителем и смесителем. Розжиг газогенератора осуществляется с помощью факела через специальную коробку, что обеспечивает безопасность розжига и отсутствие открытого огня. На фиг. 13 показан розжиг газогенератора „Дейтц“, а на фиг. 14 — загрузка его топливом.

Расположение и монтаж газогенераторной установки „Дейтц“ на шасси автомобиля „Фаун“ (в специальной кабине) показаны на фиг. 15. Благодаря удачному размещению агрегатов установки потеря полезной площади под газогенератор настолько мала сравнительно с общей площадью платформы грузовика, что с ней не приходится считаться; другие агрегаты установки размещаются под платформой и в передней части автомобиля у радиатора.

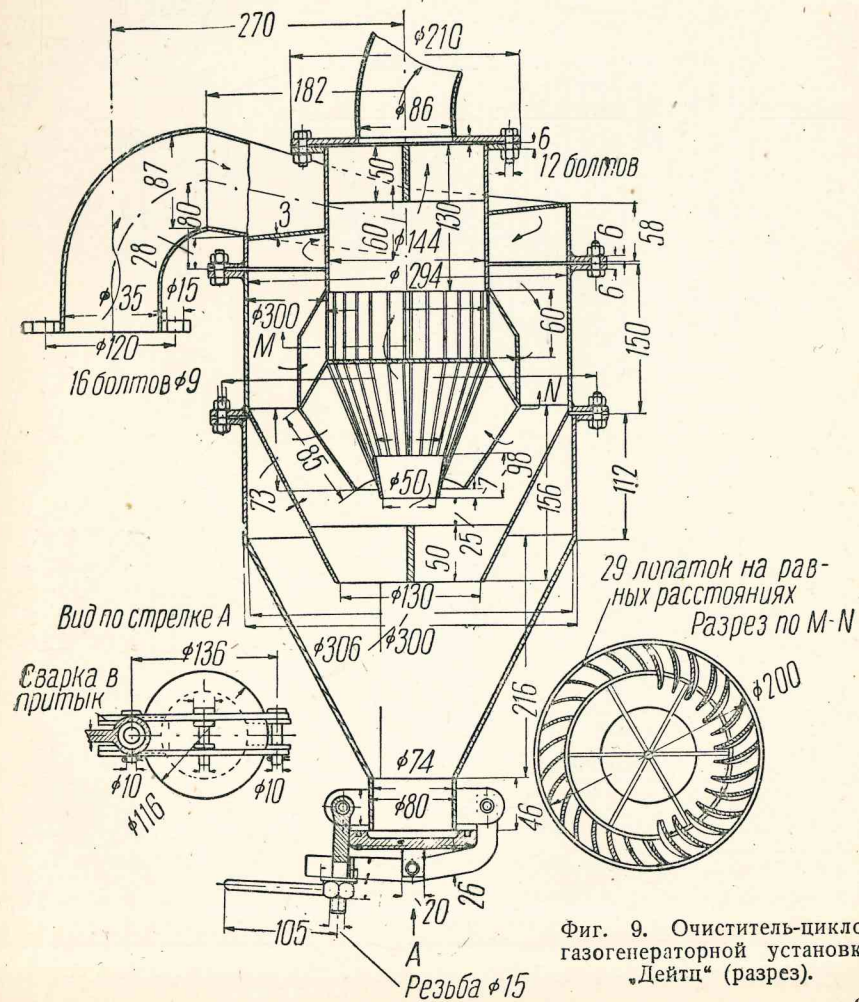
Ниже приводятся подробные данные о всей газогенераторной установке „Дейтц“.



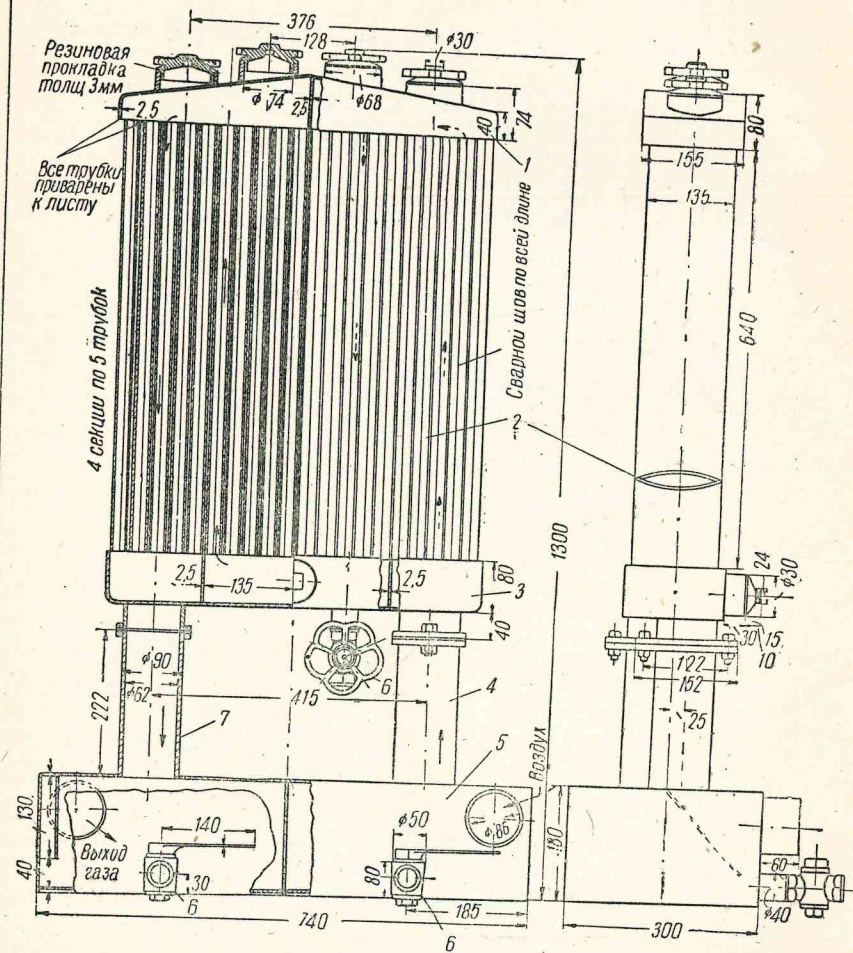
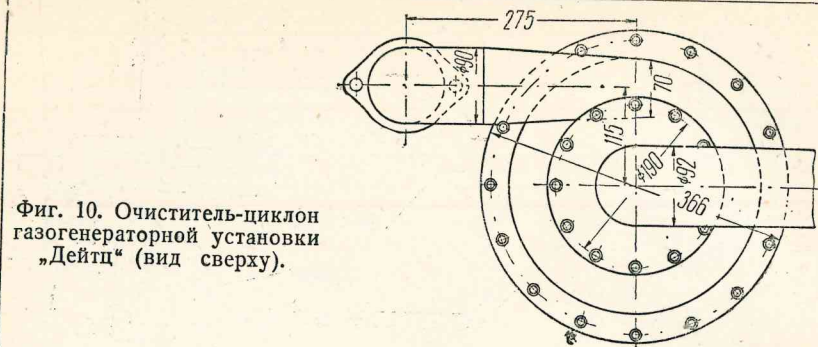
Фиг. 6. Центральное воздушное сопло газогенератора „Дейтц“.



**Фиг. 8. Схема газогенераторной установки „Дейтц“ (второй вариант).**

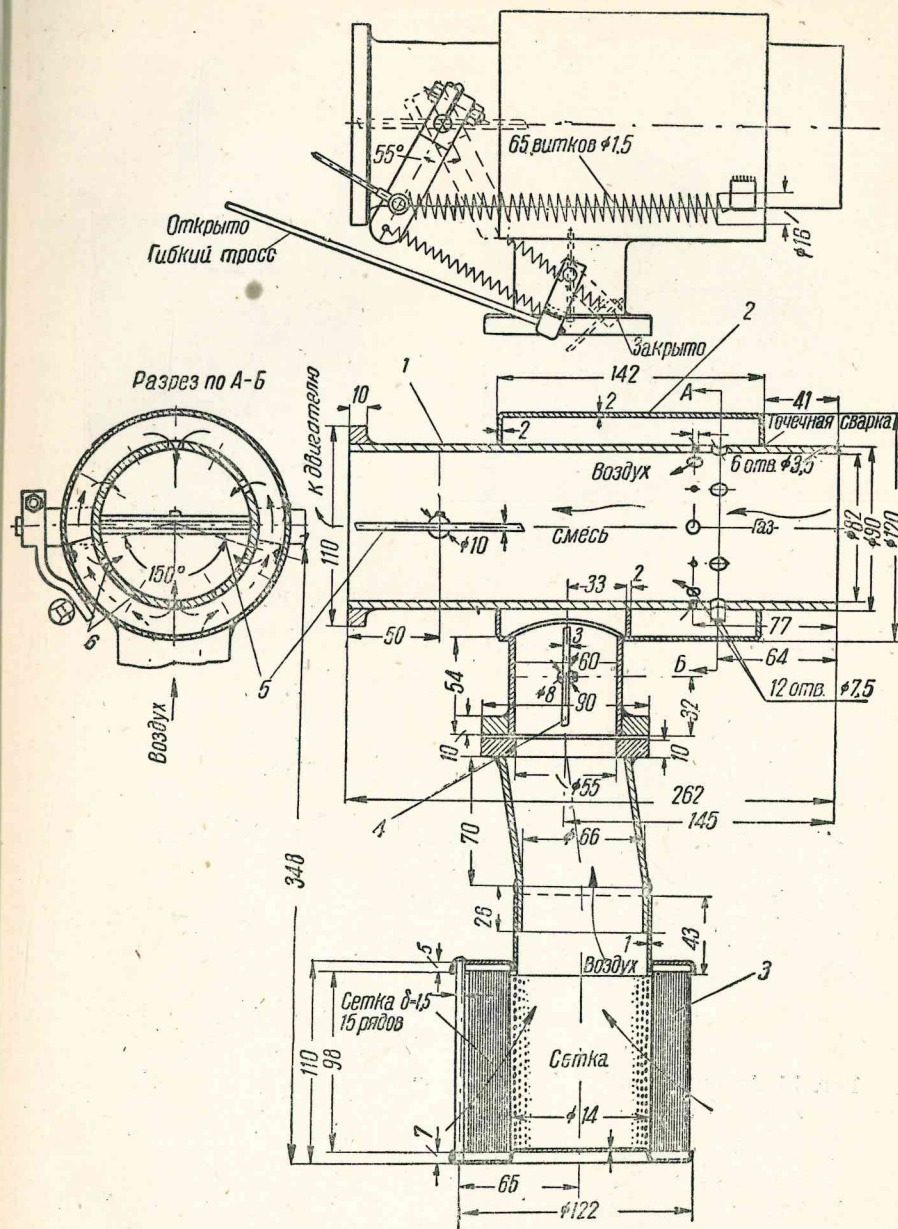


Фиг. 10. Очиститель-циклон газогенераторной установки „Дейтц“ (вид сверху).



Фиг. 11. Охладитель газогенераторной установки „Дейтц“:

1 — верхняя крышка; 2 — трубка; 3 — нижняя крышка; 4 — труба, подводящая газ; 5 — отстойник для сбора конденсата; 6 — краны для спуска конденсата; 7 — труба, отводящая газ.



Фиг. 12. Смеситель газогенераторной установки „Дейтц“:  
1 — корпус смесителя; 2 — коробка подвода воздуха; 3 — воздушный фильтр; 4 — воздушная заслонка; 5 — дроссель смеси; 6 — воздушные отверстия.

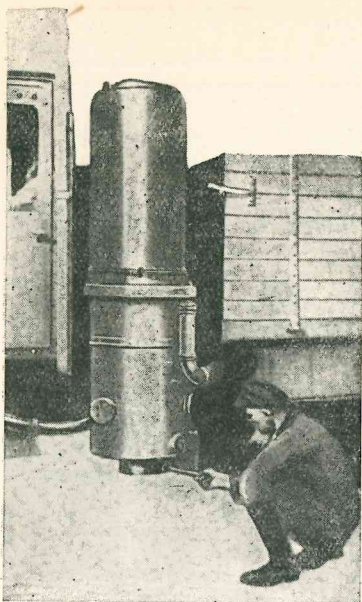


Рис. 13. Розжиг газогенератора «Дейтц».

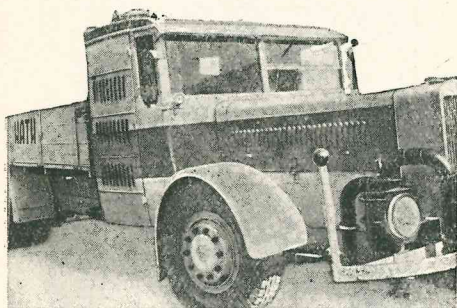


Рис. 15. Автомобиль «Фаун» с газогенераторной установкой «Дейтц».

8. Диаметр бункера — 500 мм.
9. Диаметр загрузочного отверстия — 474 мм.
10. Тип кожуха газогенератора — цилиндрический, разъемный, из двух поясов, соединенных посредством фланцев болтами.
11. Объем бункера — 277 л.
12. Способ подачи воздуха — центральным соплом с 15 отверстиями, из которых 7 диаметром в 4 мм и 8 диаметром в 6 мм.
13. Площадь живого сечения прохода воздуха — по меньшим отверстиям — 0,91 см<sup>2</sup>, по большим отверстиям — 2,24 см<sup>2</sup>, общая — 3,15 см<sup>2</sup>.

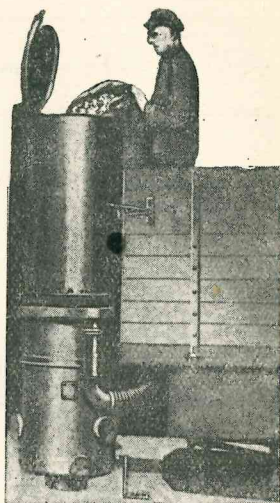


Рис. 14. Загрузка топливом газогенератора «Дейтц».

#### Газогенератор

1. Тип газогенератора — «Дейтц».
2. Род топлива — дровяные чурки.
3. Процесс газификации — опрокинутый.
4. Способ розжига — факелом с раздувкой отсасывающим вентилятором, имеющим комбинированный привод (ручной и от электромотора).
5. Месторасположение вентилятора — между охладителем и смесителем.
6. Форма бункера — цилиндрическая.
7. Высота бункера — 1450 мм (до обмуровки).

14. Род обмуровки — шамотная масса.
15. Форма топливника — два усеченных конуса, соединенные меньшими основаниями.
16. Объем топливника — 28 л.
17. Диаметры топливника — наименьший — 225 мм, по средней плоскости подачи воздуха — 325 мм, наибольший — 500 мм.
18. Сечения топливника — наименьшее — 400 см<sup>2</sup>, по средней плоскости подачи воздуха — 830 см<sup>2</sup>, наибольшее — 1960 см<sup>2</sup>.
19. Высота активной зоны (от плоскости подачи воздуха до колосниковой решетки) — 300 мм.
20. Тип колосниковой решетки — плоская, вращающаяся посредством зубчатой передачи; имеет 3 шуровочных штыря и 150 щелей размером 10 × 30 мм.
21. Способ очистки зольника — выгреб через люк.
22. Поверхность отбора конденсата — 1,17 м<sup>2</sup>.
23. Поверхность охлаждения газогенератора — 1,3 м<sup>2</sup>.
24. Вес газогенератора — 236 кг.
25. Вес загруженного топлива — 100 кг.
26. Напряженность горения — при  $N_e = 69$  л. с. — 810 кг/м<sup>2</sup>/час.
27. Месторасположение газогенератора — в вырезе кабины, справа по ходу автомобиля.

#### Охладитель газа

1. Тип охладителя — радиаторный.
2. Способ охлаждения — омывание встречным воздухом трубок радиатора, отстойника и соединительных труб.
3. Живое сечение для прохода газа — каждой трубки радиатора — 17 см<sup>2</sup>, общее — 340 см<sup>2</sup>.
4. Емкость охладителя — трубок радиатора — 22 л, отстойника — 40 л.
5. Поверхность охлаждения — трубок радиатора — 3,4 м<sup>2</sup>, отстойника — 0,41 м<sup>2</sup>.
6. Месторасположение и способ крепления — впереди радиатора двигателя, к раме автомобиля.
7. Вес охладителя — радиатора — 45 кг, отстойника — 25 кг, общий — 70 кг.

#### Очиститель газа

1. Тип очистителя — «Дейтц».
2. Способ очистки газа — центробежный в двух последовательно соединенных циклонах.
3. Количество оборотов спирального газохода — 1 оборот.
4. Форма подводящего газопровода и его сечение — прямоугольная, сечение — 42 см<sup>2</sup>.
5. Сечение рабочей части циклона — 365 см<sup>2</sup>.
6. Соотношение сечений подводящего газопровода и рабочей части циклона — 0,11.
7. Завихряющее устройство — звездочка и два концентрически расположенных кольца, между которыми вставлены наклонно 29 спиральных лопаток, образующих коническую форму.
8. Форма отводящего газопровода и его сечение — круглая, 58 см<sup>2</sup>.
9. Габаритные размеры очистителя —  $\varnothing 300 \times 613$  мм (каждый циклон).
10. Месторасположение и способ крепления — по бокам радиатора, к раме автомобиля.
11. Вес очистителя — 30 кг (каждый циклон).

#### Смеситель

1. Тип смесителя — «Дейтц».
2. Способ смешения — струйный, с пересекающимися потоками газа и воздуха.
3. Диаметр и сечение газового канала — диаметр — 82 мм, сечение — 53 см<sup>2</sup>.
4. Диаметр и сечение воздушных отверстий — 12 отверстий диаметром 7,5 мм и 6 отверстий диаметром 3,5 мм, общее сечение — 5,9 см<sup>2</sup>.
5. Диаметр и сечение канала смеси — диаметр — 82 мм, сечение — 53 см<sup>2</sup>.

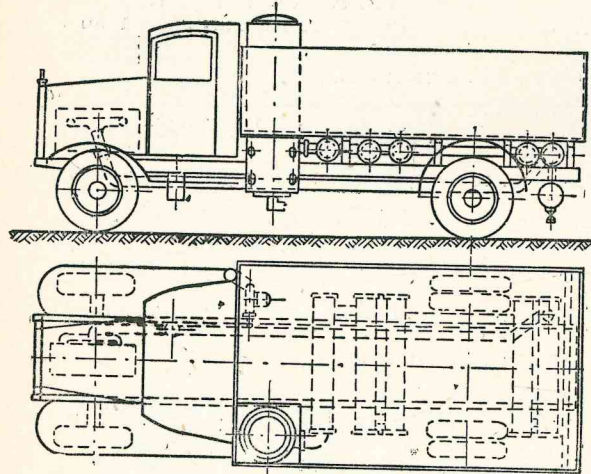


6. Количество и назначение заслонок — 1) дроссель смеси, 2) воздушная заслонка. Движение обеих заслонок синхронизировано в одном направлении.
7. Вес смесителя — 6 кг.
9. Способ пуска двигателя — на газе с предварительной раздувкой газогенератора вентилятором.

## 2. Газогенераторная установка „Менк и Гамброк“

Газогенераторная установка „Менк и Гамброк“ выпускается в Германии и устанавливается чаще всего на шасси трехтонного автомобиля „Мерседес-Бенц“; эта установка состоит из следующих агрегатов:

- а) газогенератора опрокинутого процесса газификации с центральной подачей воздуха и верхним отбором газа;
- б) пяти очистителей-охладителей инерционного типа;
- в) одного поверхностного очистителя-охладителя со щетками;
- г) двух цилиндрических бачков-отстойников;



Фиг. 16. Монтажная схема газогенераторной установки „Менк и Гамброк“ на автомобиле.

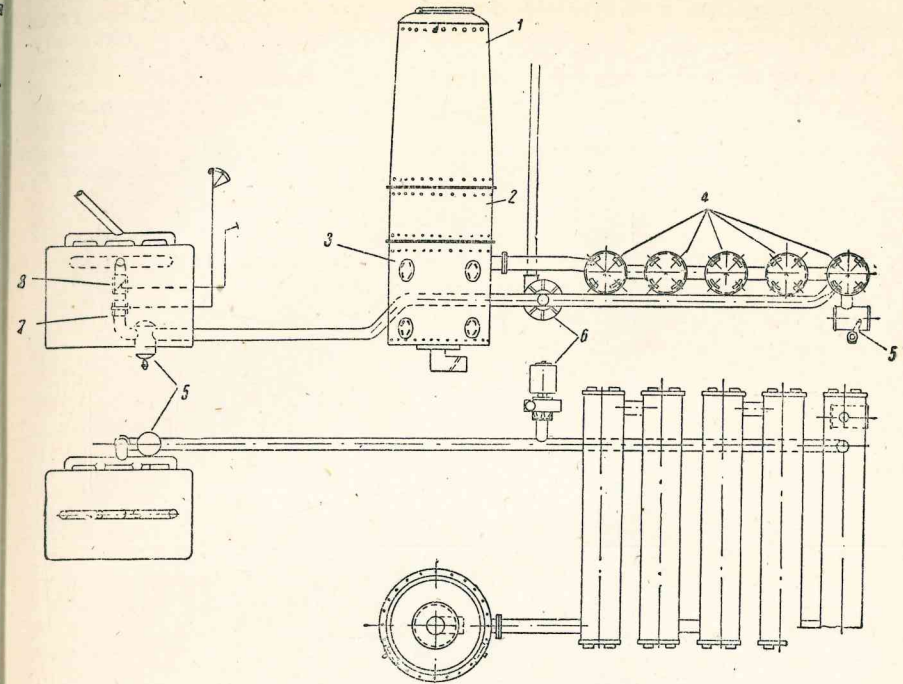
генераторной установки „Менк и Гамброк“ раннего выпуска показана на фиг. 17. Как старый, так и новый газогенераторы „Менк и Гамброк“ работают только на деревянных чурках, причем преобразование таких нежелательных компонентов генерируемого газа, как пары смолы, уксусная кислота и т. п. в безвредные формы и их частичный перевод в термически полезные составные части осуществляются ведением опрокинутого высоконапряженного процесса газификации. Продукты сухой перегонки дров просасываются через зону горения, температура которой составляет  $1400^{\circ}\text{C}$ ; при этом и происходит разложение вредных продуктов. В целях возможно более полного восстановления образующейся при газификации негорючей углекислоты ( $\text{CO}_2$ ) в горючую окись углерода ( $\text{CO}$ ), газ проходит через слой раскаленного угля, расположенного под топливником. По заявлению фирмы, в газогенераторах „Менк и Гамброк“ отпадает необходимость в отводе и удалении конденсатов паров смол и кислот из верхней части бункера.

Новая модель газогенератора „Менк и Гамброк“ (фиг. 18) представляет собой вертикальный цилиндр диаметром в 600 мм и высотой в 1800 мм, плотно изолированный от проникания воздуха. Сверху в этот цилиндр (наружный кожух) вставлен бункер диаметром в 510 мм и высотой в 1280 мм; к нижней

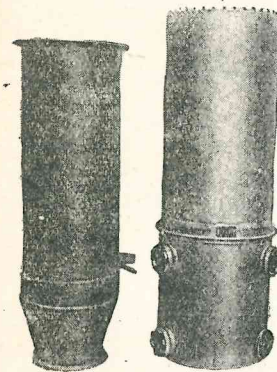
- д) вентилятора для розжига с комбинированным приводом и
- е) смесителя эжекционного типа.

На фиг. 16 показана монтажная схема всей установки на шасси автомобиля „Мерседес-Бенц“.

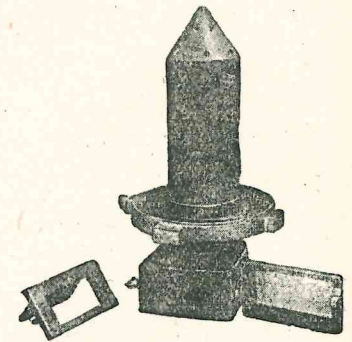
В установках „Менк и Гамброк“ более раннего выпуска газогенератор был выполнен с верхним отбором газа, а с нижним (на уровне верхней кромки топливника). Он представлял собою сварной цилиндр, состоящий из трех основных частей. Общие схемы новой и старой установок почти не отличаются одна от другой, за исключением того, что в новую схему введен поверхностный очиститель, которого в прежней схеме не было; общая схема газо-



Фиг. 17. Схема газогенераторной установки „Менк и Гамброк“ (первый вариант): 1 — верхняя часть газогенератора; 2 — промежуточная вставка; 3 — нижняя часть газогенератора; 4 — очистители-охладители; 5 — бачки-отстойники; 6 — вентилятор; 7 — воздушная заслонка; 8 — дроссель смеси.

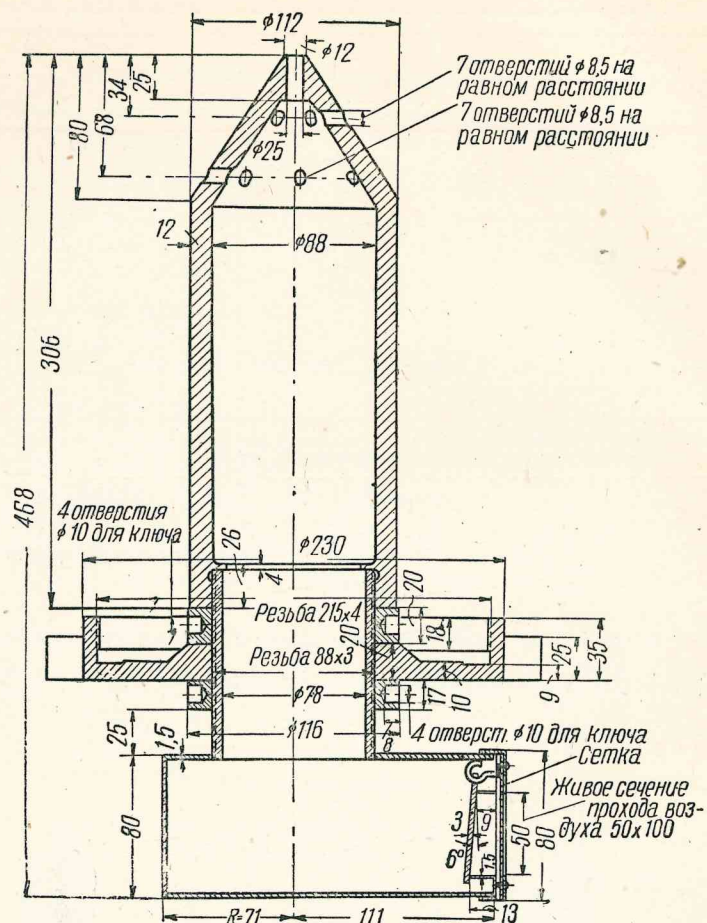


Фиг. 18. Наружный кожух (справа) и бункер (слева) газогенератора „Менк и Гамброк“.



Фиг. 19. Воздушное сопло газогенератора „Менк и Гамброк“.

части бункера приварен конический топливник высотой в 350 мм, отлитый из специальной жароупорной стали. Верхняя часть бункера служит для загрузки топлива и имеет слегка коническую форму для обеспечения равномерного опу-



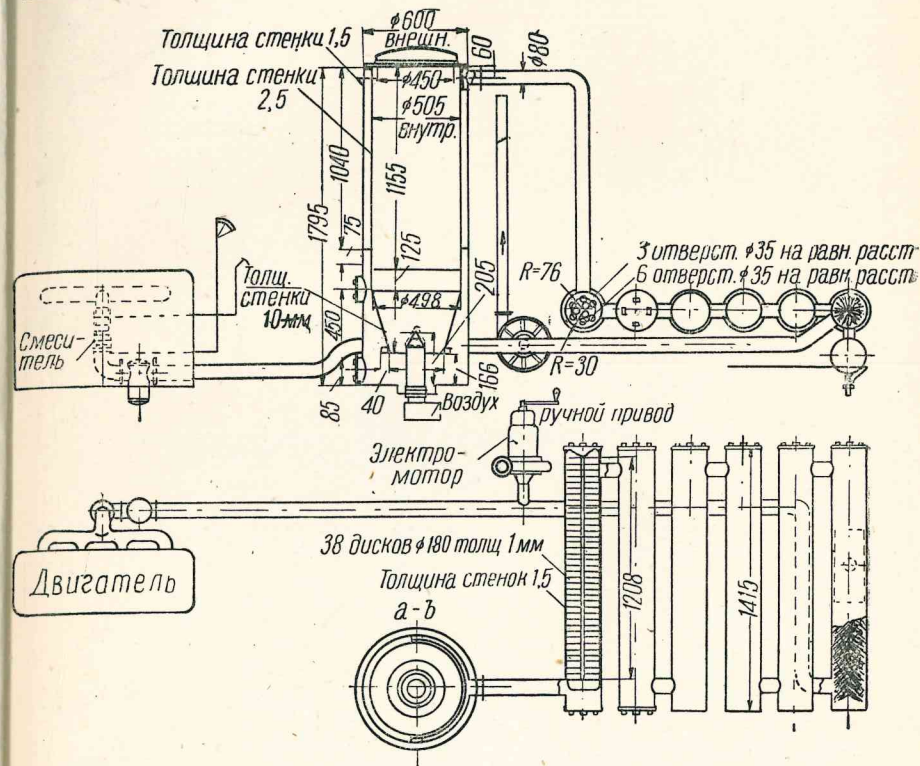
Фиг. 20. Воздушное сопло газогенератора „Менк и Гамброк“ (разрез).

скания дров в топливник. В топливнике происходит газификация дров при достаточно высокой (см. выше) температуре. Необходимый для горения воздух подается через центральное цилиндрико-коническое сопло (фиг. 19), отлитое из специальной стали с содержанием хрома в 31,1%. Перемещением этого сопла в топливнике по вертикальной оси можно изменять напряженность газогенератора и приспособлять его к любым нагрузкам. Воздух в сопло поступает снизу через коробку, имеющую сетчатый фильтр и обратный клапан. На фиг. 20 показано воздушное сопло в сборе.

Отбор газа производится в верхней части газогенератора. Топливо в бункере подогревается потоком горячего газа, проходящего между бункером и наружным кожухом газогенератора. Благодаря отбору газа сверху осуществляются таким образом частичное охлаждение газа уже в самом газогенераторе и одновременный подогрев дров, находящихся в бункере.

На фиг. 21 показана общая схема газогенераторной установки „Менк и Гамброк“ позднего выпуска.

Из газогенератора газ попадает в горизонтальные цилиндрические очистители-охладители инерционного типа с большим количеством дырчатых дисков; здесь газ очищается от „уноса“ — мелкой угольной пыли, сажи и т. д. Для сбора содержащихся в газе паров воды, конденсирующихся при охлаждении, имеется специальный бачок-сборник под поверхностным цилиндрическим очистителем-охладителем; второй такой же бачок имеется под газопроводом, подводящим газ к смесителю.

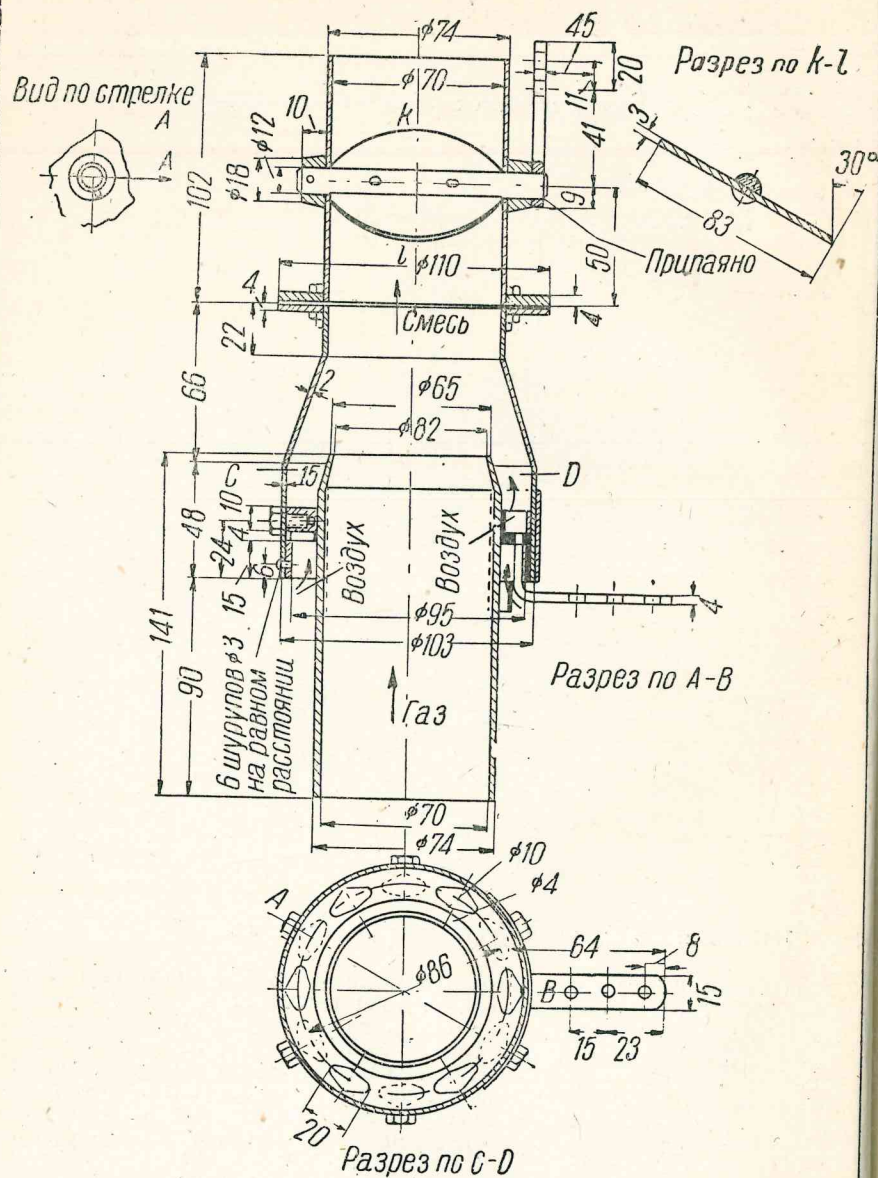


Фиг. 21. Схема газогенераторной установки „Менк и Гамброк“ (второй вариант).

Для смешения засасываемого в двигатель генераторного газа служит эжекционный смеситель с кольцевой обоймой (фиг. 22); газ входит в смесительную камеру через коническое сопло, а воздух подается струями через шесть отверстий, сечения которых регулируются поворотом обоймы.

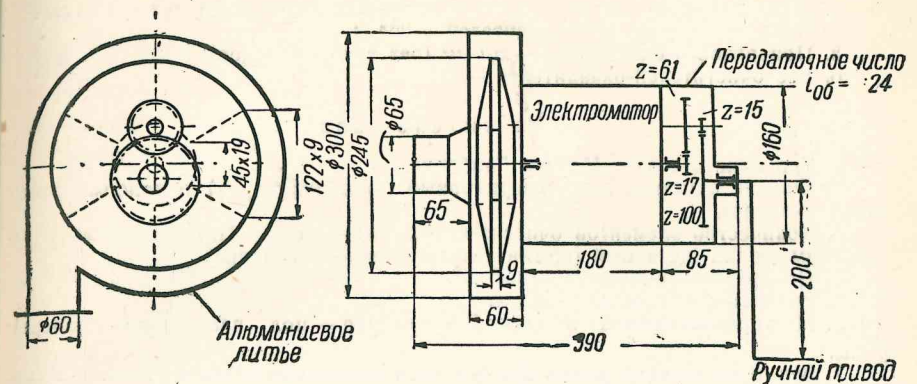
Розжиг газогенератора осуществляется посредством отсасывающего вентилятора (фиг. 23), имеющего комбинированный электрический и ручной привод; вентилятор, выполненный из алюминиевого литья, включен в газопровод между поверхностным очистителем-охладителем и смесителем и монтируется на подножке автомобиля. Электромотор вентилятора, мощностью в 0,15 квт, вращается с числом оборотов 2800 в минуту; сила потребляемого тока — 38 а, напряжение — 6 в.

При работающем вентиляторе топливо разжигается смоченным в керосине факелом, подносимым к центральному соплу. Когда из газогенератора начинает поступать газ удовлетворительного качества (через 3—5 мин.), вентилятор выключают и пускают двигатель на газе от стартера.



Фиг. 22. Смеситель газогенераторной установки „Менк и Гамброк“.

Установка „Менк и Гамброк“ рассчитана на трехтонный грузовик с двигателем мощностью в 75 л. с. (на бензине) и примерно в 60 л. с. на генераторном газе. Удельный вес всей установки — около 6 кг на л. с.  
Ниже приводятся подробные данные об установке.



Фиг. 23. Схема вентилятора газогенераторной установки „Менк и Гамброк“.

### Газогенератор

1. Тип газогенератора — „Менк“, модель „Пиррунг“.
2. Род топлива — дровяные чурки размером в кулак.
3. Процесс газификации — опрокинутый.
4. Способ розжига — факелом с раздувкой отсасывающим вентилятором с комбинированным приводом (ручным и от электромотора).
5. Месторасположение вентилятора — между поверхностным очистителем-охладителем и смесителем.
6. Форма бункера — цилиндрическая.
7. Высота бункера — 1280 мм.
8. Диаметр бункера — 505 мм.
9. Диаметр загрузочного отверстия — 450 мм.
10. Тип кожуха генератора — цельносварной со вставленным бункером; отбор газа сверху.
11. Объем бункера — 257 л.
12. Способ подачи воздуха — центральным соплом с 15 отверстиями диаметром по 8 мм каждое.
13. Площадь живого сечения прохода воздуха — 8,5 см<sup>2</sup>.
14. Род обмуровки — нет.
15. Форма топливника — усеченный конус (толщина стенки — 10 мм).
16. Объем топливника — 51 л.
17. Наименьший диаметр топливника — 326 мм.
18. Наименьшее сечение топливника — 740 см<sup>2</sup>.
19. Высота активной зоны от наименьшего сечения топливника до днища зольника — 166 мм.
20. Тип колосниковой решетки — нет.
21. Способ очистки зольника — выгреб через два люка, расположенные по окружности кожуха.
22. Поверхность отбора конденсата — нет.
23. Поверхность охлаждения газогенератора — 2,6 м<sup>2</sup>.
24. Вес газогенератора — 190 кг.
25. Вес загруженного топлива — 100 кг.
26. Месторасположение газогенератора на автомобиле — за кабиной, слева по ходу автомобиля.

### Охладитель газа

1. Тип охладителя — специального охладителя нет.
2. Способ охлаждения — омывание встречным воздухом газогенератора, батареи из 6 очистителей-охладителей и соединительных труб.
3. Живое сечение для прохода газа в очистителях-охладителях — 145 см<sup>2</sup>.
4. Емкость очистителей-охладителей — 264 л.
5. Поверхность охлаждения — 5,7 м<sup>2</sup> (без трубопроводов).
6. Вес очистителей-охладителей — 172 кг.

### Очиститель газа

1. Тип очистителя — „Менк и Гамброк“.
2. Способ очистки газа — инерционный (пять цилиндров) и поверхностный (один цилиндр).
3. Количество элементов очистителя (какие) — шесть. Пять дисковых с отверстиями, один щеточный (щетки из растительного волокна).
4. Поверхность очищения — 3,25 м<sup>2</sup>.
5. Емкость очистителей — 264 л.
6. Месторасположение и способ крепления — под платформой, поперек рамы.
7. Вес очищающего материала — в пяти инерционных очистителях — 50 кг, в одном поверхностном — 1 кг.

### Смеситель

1. Тип смесителя — „Менк и Гамброк“.
2. Способ смешения — эжекционный.
3. Диаметр и сечение газового канала — диаметры — 70 и 62 мм, сечения — 38,5 и 30 см<sup>2</sup>.
4. Диаметр и сечение воздушных каналов — 6 отверстий сечениями по 1,5 см<sup>2</sup> каждое; общее сечение — 9 см<sup>2</sup>.
5. Диаметр и сечение канала смеси — диаметр — 70 мм, сечение — 38,5 см<sup>2</sup>.
6. Количество и назначение заслонок — 1. Дроссель смеси. 2. Заслонка на трубе вентилятора. 3. Кольцевая воздушная обойма с 6 отверстиями.
7. Способ пуска двигателя — на бензине или на газе с предварительной раздувкой газогенератора вентилятором.

### 3. Газогенераторная установка „Имберт-Вествагон“

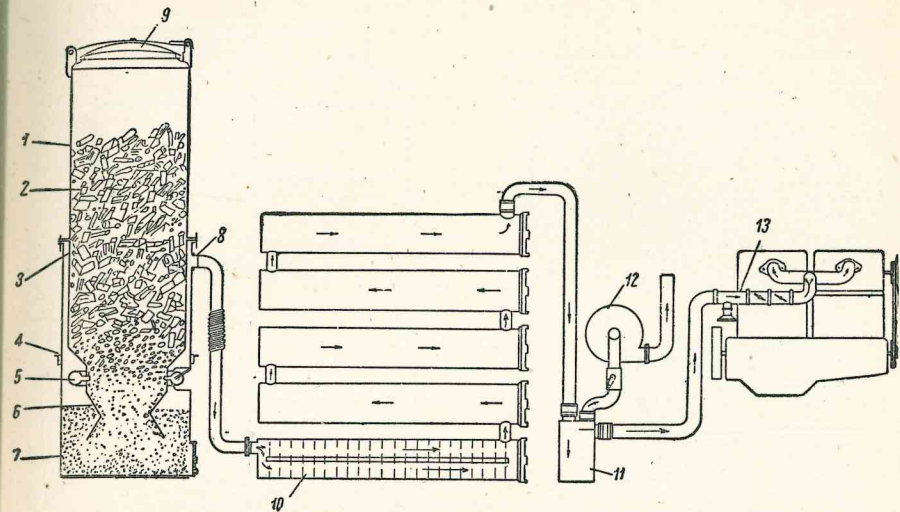
Германская фирма „Имберт“ выпускает серии газогенераторных установок, отличающихся одна от другой главным образом схемой расположения агрегатов установки на автомобиле.

„Классическая“ схема газогенераторной установки „Имберт“ (тип „ОК“) представлена на фиг. 24. Установка состоит из газогенератора опрокинутого процесса газификации со средним отбором газа, батареи инерционных типа, отстойника, вентилятора для розжига и смесителя. Газогенератор здесь, мало отличаясь по конструкции от других моделей, имеет неполный наружный кожух, доходящий примерно до середины бункера.

Другая модель (тип „GM“, фиг. 25) газогенераторной установки „Имберт“ выполнена по несколько иной схеме. Газ попадает из генератора сначала в грубый инерционный очиститель, откуда в трубчатый охладитель радиаторного типа и затем в тонкий поверхностный фильтр, наполненный пробкой. Благодаря расположению грубого очистителя под охладителем, конденсирующиеся в последнем пары воды собираются в отдельной секции очистителя, осуществляя таким образом „промывку“ охладителя. Из тонкого фильтра газ подается в смеситель.

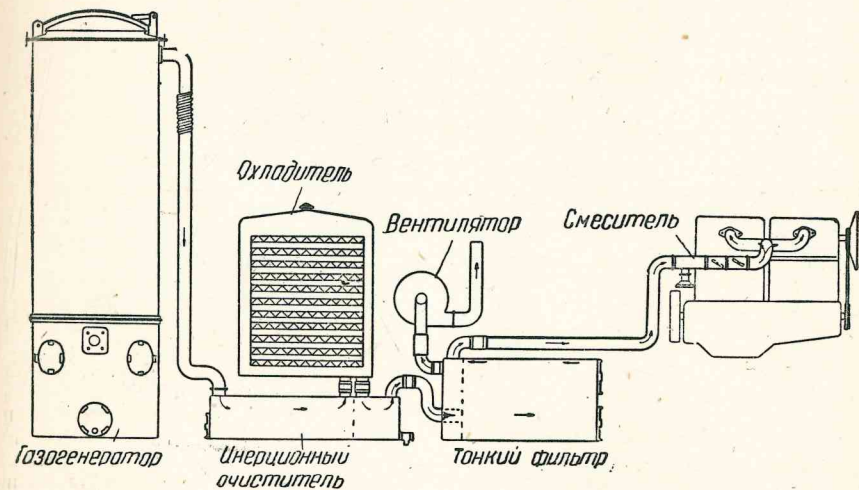
Наиболее распространенная конструкция газогенератора „Имберт“ показана на фиг. 26. Он состоит из двух цилиндров: наружного кожуха и бункера. Бункер в нижней своей части имеет топливник, выполненный отливкой из жароупорной хромоникелевой стали со вставными десятью фурмами диаметром по

10 мм в свету каждая; фурмы сварены на одинаковом расстоянии одна от другой по окружности топливника. К топливнику приварена воздушная коробка с фланцем для соединения с наружным кожухом; воздух подводится в топливник через отверстие, снабженное обратным клапаном.



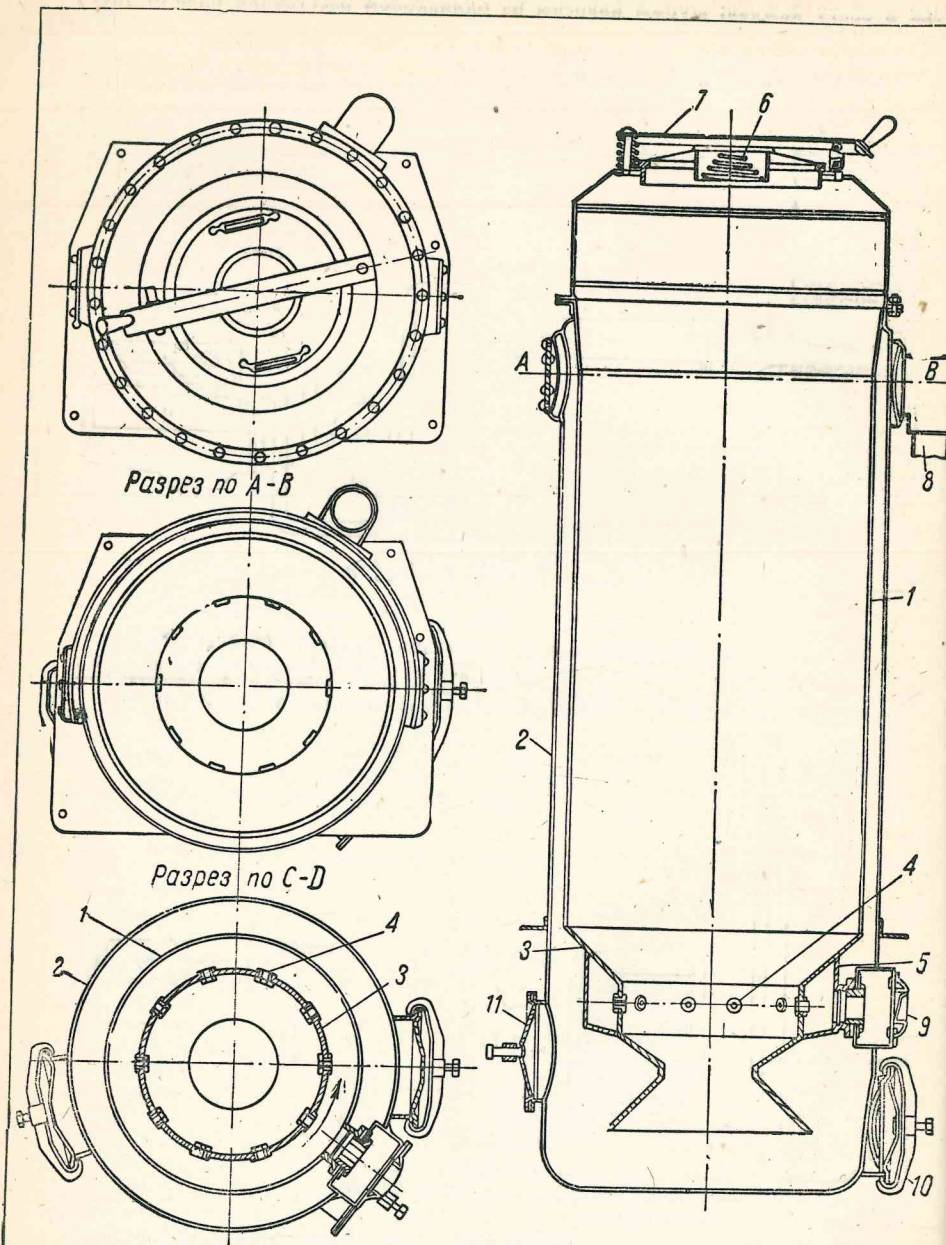
Фиг. 24. Схема газогенераторной установки „Имберт“ (тип „ОК“):

1 — верхняя часть бункера; 2 — дрова; 3 — нижняя вставная часть бункера; 4 — опорные лапы; 5 — фурмы; 6 — топливник; 7 — дроссельный уголь; 8 — газоотводный патрубок; 9 — крышка; 10 — инерционный очиститель-охладитель; 11 — отстойник; 12 — вентилятор; 13 — смеситель.



Фиг. 25. Схема газогенераторной установки „Имберт“ (тип „GM“).

Бункер, выполняемый для обеспечения жаро- и кислотоупорности из хромоникелевой листовой стали, имеет круглую крышку с уплотнительным графитированным шнуром. Крышка прижимается посредством прижимной планки и пружины; одновременно крышка с пружиной выполняет роль предохранительного



Фиг. 26. Газогенератор „Имберт“:

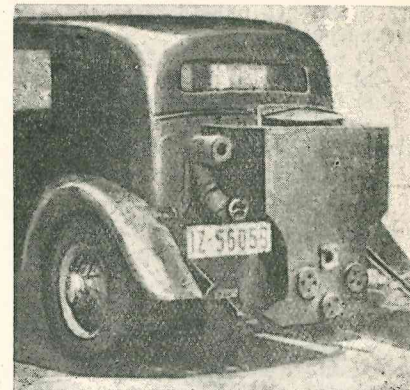
1 — бункер; 2 — наружный кожух; 3 — топливник; 4 — фурмы; 5 — воздушная рубашка; 6 — пружина; 7 — прижимная планка; 8 — газоотводный патрубок; 9 — обратный клапан; 10 — люк зольника; 11 — люк для заполнения углем.

клапана на случай вспышки в самом газогенераторе, возможной при попадании туда воздуха.

Бункер и наружный кожух соединяются фланцами с 24 болтами.

Наружный кожух в верхней своей части имеет газоотводный патрубок; в нижней части кожуха имеются три люка, из которых два предназначены для заполнения углем „восстановительной зоны“ и один люк (зольниковый) — для очистки газогенератора (удаления золы). Кроме того, в нижней части наружного кожуха имеется обратный клапан, соединяющий воздушную коробку с атмосферой; клапан служит для герметичного закрытия газогенератора при остановке автомобиля, сбрасывании газа и нахождении в гараже.

Дровяное топливо загружается в газогенератор через верхнюю крышку. Соприкасаясь с нижележащими слоями, топливо подогревается и начинает выделять влагу, содержащуюся в нем в количестве от 15 до 25%, в виде паров; затем, опускаясь ниже, топливо попадает в зону сухой перегонки, где оно выделяет смолу и другие продукты; опускаясь дальше, по мере выгорания нижнего слоя, топливо обугливается и, уже хорошо подготовленное к сгоранию, попадает в топливник, т. е. в зону горения. Образующийся в топливнике газ течет под действием разрежения сначала вниз. Пройдя зону восстановления, где образовавшаяся углекислота ( $\text{CO}_2$ ), проникая через раскаленный уголь, восстано-

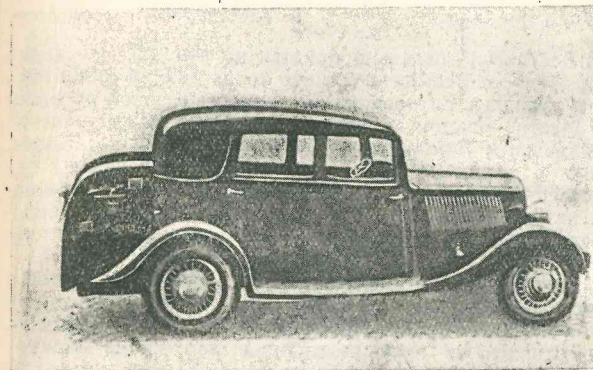


Фиг. 27. Газогенератор „Имберт“ для легковых автомобилей.

навливается в окись углерода ( $\text{CO}$ ), газ идет затем в полость между бункером и наружным кожухом вверх к газоотводному патрубку; при этом газ отдает часть своего тепла на подогрев топлива, находящегося в бункере.

При сравнении последней конструкции с двумя описанными ранее, легко установить, что они мало отличаются одна от другой, являясь по существу модификациями одной и той же модели.

Несколько своеобразен (по форме и

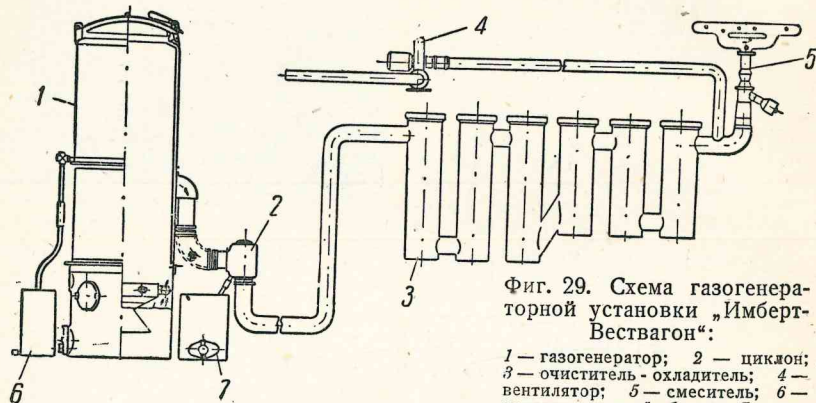


Фиг. 28. Автомобиль „Форд“ с газогенератором „Имберт“.

габаритам, но не по конструкции) газогенератор „Имберт“, предназначенный для легковых автомобилей. Вся газогенераторная установка состоит здесь из легкого газогенератора, монтируемого позади кузова (фиг. 27), циклонного очистителя для грубой очистки, охладителя, располагаемого под кузовом или впереди нормального водяного радиатора автомобиля, и тонкого поверхностного фильтра, наполненного пробкой. На фиг. 28 показан легковой автомобиль „Форд“ с газогенераторной установкой „Имберт-Р. Т.“

По более поздней схеме осуществляется газогенераторная установка, выпускаемая по лицензии „Имберт“ фирмой „Вествагон“. Газогенераторная установка „Имберт-Вествагон“ (фиг. 29) состоит из следующих агрегатов:

- а) газогенератора опрокинутого процесса газификации типа „Имберт“, модифицированного фирмой „Вествагон“;
- б) очистителя-циклона, установленного непосредственно у газогенератора;
- в) батареи очистителей-охладителей инерционного типа, состоящей из шести элементов;
- г) вентилятора для розжига;
- д) смесителя;
- е) бачка с краном для сбора конденсата из верхней части газогенератора и
- ж) пылесборника — ящика с люком, в котором оседают частицы угля и золы, отделяемые от газа в циклоне.



Фиг. 29. Схема газогенераторной установки „Имберт-Вествагон“:

1 — газогенератор; 2 — циклон;  
3 — очиститель - охладитель; 4 — вентилятор; 5 — смеситель; 6 — конденсационный бачок; 7 — пылесборник.

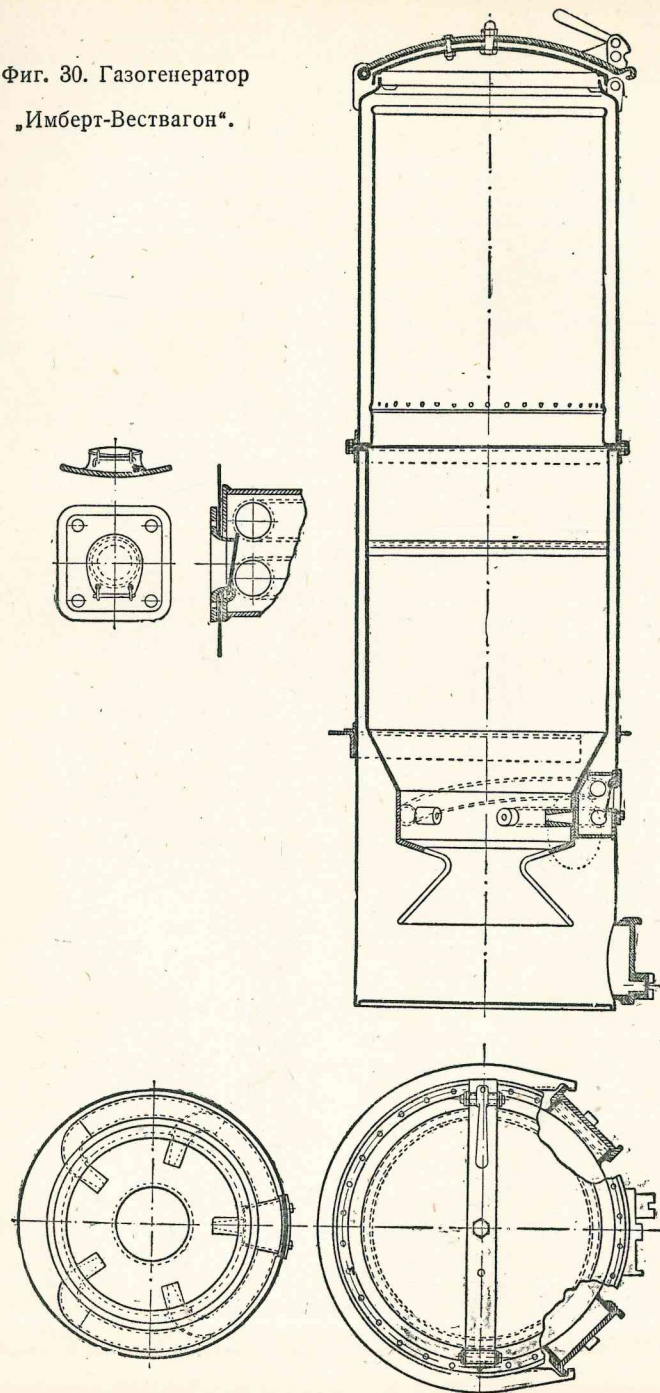
Газогенератор „Имберт-Вествагон“ отдельно показан на фиг. 30. В отличие от типа „GM“, газогенератор „Имберт-Вествагон“ имеет более низкий отбор газа, т. е. более короткую газовую рубашку. Внутренняя поверхность газовой рубашки закрыта в верхней своей части кольцом из красной меди для предохранения углеродистой стали от разъедания продуктами сухой перегонки древесины. Медное кольцо забортовано с узким стальным кольцом, приваренным к цилиндру, так как непосредственная приварка медного кольца к стальному цилиндру могла бы вызвать разрыв сварочного шва вследствие неравных тепловых расширений красной меди и железа; в принятой конструкции крепления эта разница воспринимается скользящей забортовкой колец.

Другое существенное отличие от газогенератора типа „GM“ заключается в устройстве кольцевого пространства в верхней части газогенератора, в котором конденсируется часть паров воды и продуктов сухой перегонки. Внутренний цилиндр газогенератора изготовлен из красной меди; к наружному кожуху с внутренней стороны плотно прилегает рубашка из красной меди, предохраняющая его от коррозии. Пары продуктов сухой перегонки попадают в кольцевое пространство через кольцевую щель в верхней части бункера и через сверления во внутреннем цилиндре.

Конструкция топливника и подвод воздуха к фурмам изменены незначительно. Воздух подается и топливник через 5 фурм, соединенных отдельными трубами с воздушной коробкой; фурмы выступают внутрь топливника.

Элементы батареи очистителей-охладителей, не отличаясь один от другого по конструкции, имеют разные габаритные размеры. На фиг. 31 показан элемент батареи, представляющий собою цилиндр, диаметром в 200 мм, с дырчатыми дисками. Отверстия (диаметр их 35 мм) в каждом последующем диске сдвинуты относительно отверстий в предыдущем на 30°; часть дисков имеет отверстия только в верхней половине, но, как общее правило, в каждом диске

Фиг. 30. Газогенератор „Имберт-Вествагон“.



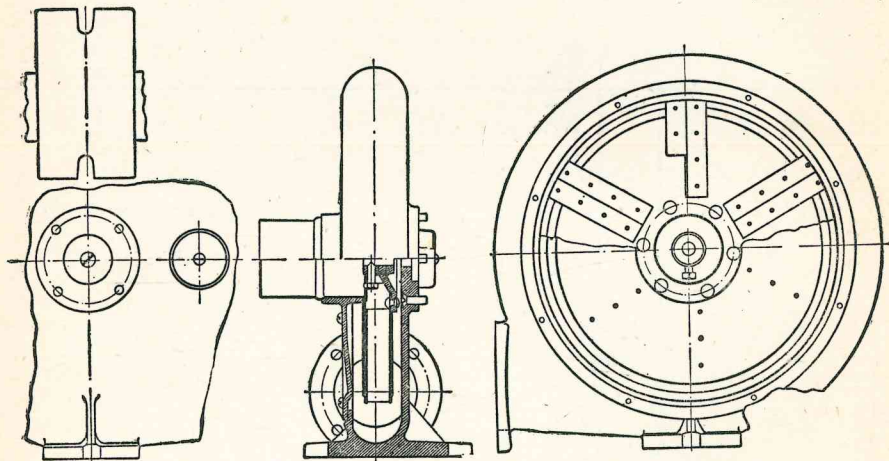


Монтажная схема газогенераторной установки „Имберт-Вествагон“ на шасси трехтонного автомобиля показана на фиг. 35.

Ниже приводятся более подробные данные о всей установке.

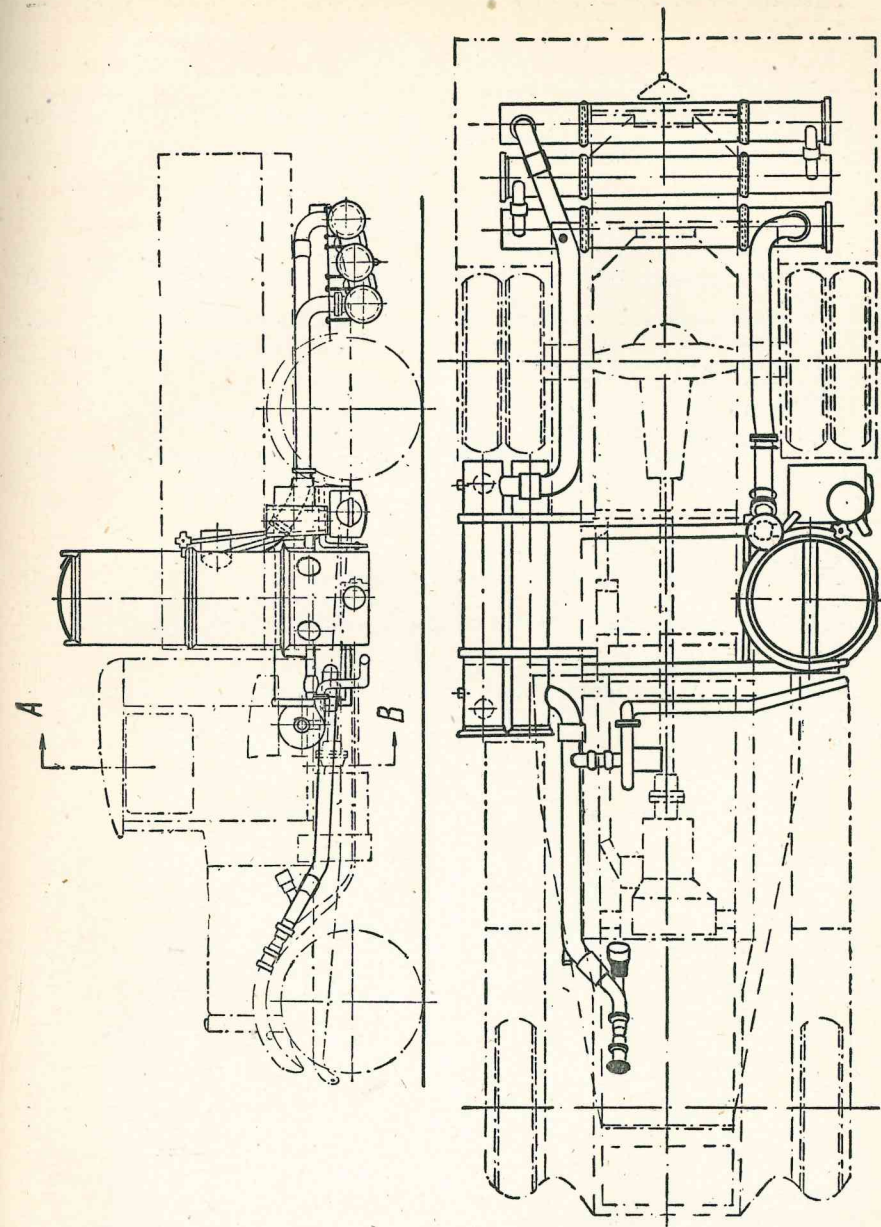
### Газогенератор

1. Тип газогенератора — „Имберт-Вествагон“.
2. Род топлива — дровяные чурки.
3. Процесс газификации — опрокинутый.
4. Способ розжига — факелом с раздувкой отсасывающим электрическим вентилятором.
5. Месторасположение вентилятора — между очистителем-охладителем и смесителем.
6. Форма бункера — два цилиндра разных диаметров с коническим поясом между ними (соединение сваркой).
7. Высота бункера — 1356 мм.
8. Диаметр бункера — 575—501 мм.
9. Диаметр загрузочного отверстия — 460 мм.



Фиг. 34. Вентилятор газогенераторной установки „Имберт-Вествагон“.

10. Тип бункера — сварной (вместе с топливником).
11. Объем бункера — 460 л.
12. Способ подачи воздуха (число фурм и их диаметр) — фурменная, по периферии топливника; диаметр каждой из 5 фурм — 12,8 мм.
13. Площадь живого сечения прохода воздуха — 6,4 см<sup>2</sup>.
14. Род обмуровки — нет.
15. Форма топливника — комбинированная (см. схему).
16. Диаметр топливника в плоскости подачи воздуха — 410 мм.
17. Сечение топливника в плоскости подачи воздуха — 0,132 м<sup>2</sup>.
18. Наименьшие диаметр и сечение топливника — диаметр — 148 мм, сечение — 0,0194 м<sup>2</sup>.
19. Диаметр и сечение топливника по нижнему обрезу — диаметр — 318 мм, сечение — 0,084 м<sup>2</sup>.
20. Высота активной зоны от плоскости подачи воздуха до днища зольника — 482 мм.
21. Тип колосниковой решетки — нет.
22. Способ очистки зольника — выгреб через два люка.
23. Место отбора конденсата — из середины наружного кожуха.
24. Вес газогенератора — 170 кг.



Фиг. 35. Монтажная схема газогенераторной установки „Имберт-Вествагон“ на автомобиле.

25. Вес загруженного топлива — 120 кг.
26. Напряженность горения при  $N_e = 75$  л. с. — 387 кг/м<sup>2</sup>/час.
27. Месторасположение газогенератора на автомобиле — за кабиной, слева по ходу автомобиля.
28. Способ крепления газогенератора — к раме автомобиля на фланцах.



29. Расстояние низшей точки газогенератора от плоскости опоры колес — 160 мм.

#### Охладитель газа

1. Тип охладителя — специального охладителя нет.
2. Способ охлаждения — омывание встречным воздухом бункера, очистителей-охладителей и соединительных труб.
3. Емкость охладителя — 300 л.

#### Очиститель газа

1. Тип очистителя — „Имберт-Вествагон“ (циклон и резервуары).
2. Способ очистки газа — инерционный (в цилиндрах) и центробежный (в циклоне).
3. Количество элементов очистителя (какие) — шесть очистительных цилиндров и один циклон.
4. Поверхность очищения — 7,54 м<sup>2</sup>.
5. Емкость очистителя — 311 л.
6. Габаритные размеры очистителей — первые три цилиндра — 1715 м × 220 мм; последние три цилиндра — 1410 м × 220 мм.
7. Месторасположение и способ крепления — под платформой, справа за кабиной.

#### Смеситель

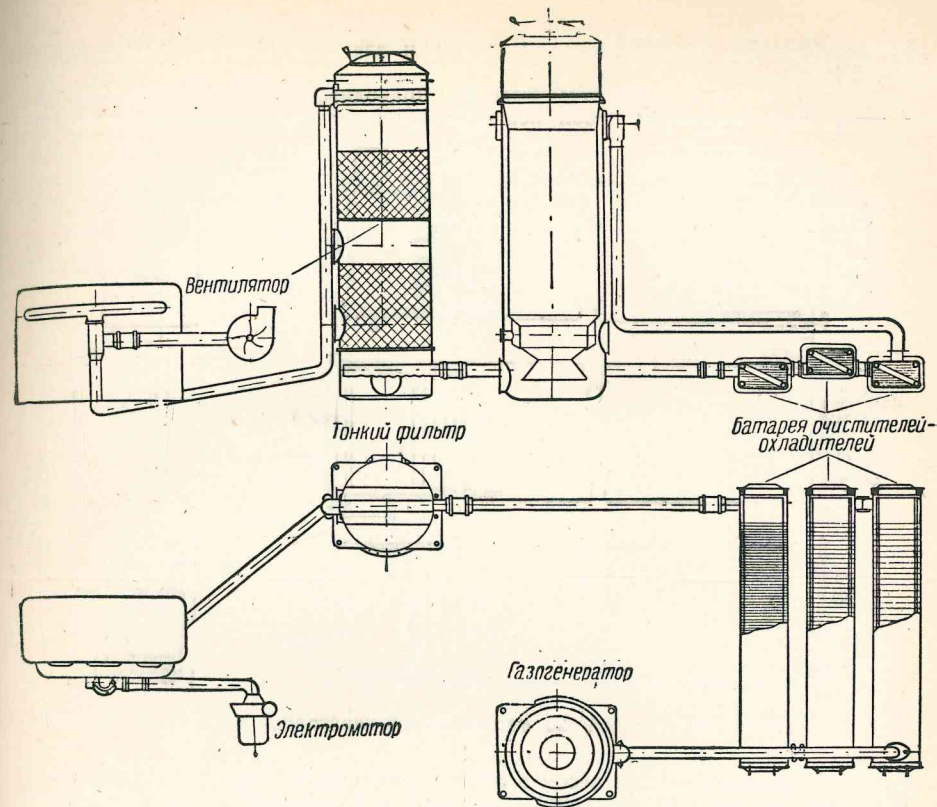
1. Тип смесителя — „Вествагон“.
2. Способ смешения — эжекционный, с завихрением.
3. Диаметр и сечение газового канала — диаметр — 63 мм, сечение — 29,2 см<sup>2</sup>.
4. Диаметр и сечение воздушного канала — диаметр — 35 мм, сечение — 11,4 см<sup>2</sup>.
5. Диаметр и сечение канала смеси — переменные.
6. Количество и назначение заслонок — 1. Дроссель смеси. 2. Воздушная заслонка.
7. Способ пуска двигателя — на бензине или на газе с предварительной раздувкой газогенератора вентилятором.

#### 4. Газогенераторная установка „Берлие“

Газогенераторная установка состоит из газогенератора, трех (иногда четырех) очистителей-охладителей для грубой очистки газа, одного тонкого фильтра, вентилятора и смесителя. На фиг. 36 показана общая схема установки „Берлие“ с газогенератором, строящимся по лицензии „Имберт“.

Дровяной газогенератор опрокинутого процесса газификации представляет собой вертикальный цилиндр, диаметром в 550 мм и высотой в 1900 мм. Он состоит из двух основных частей — наружного кожуха из листовой стали, толщиной в 2 мм, и вставного бункера, толщиной в 2,5 мм, к которому приварен топливник особой конфигурации, отлитый из жароупорной стали. Вставной бункер вместе с топливником показан на фиг. 37. Отбор газа осуществляется в верхней части газогенератора; благодаря такой конструкции топливо в бункере подогревается, так как стенка последнего омывается горячим газом, проходящим в кольцевой полости между бункером и наружным кожухом до пояса отвода. Одновременно осуществляется и охлаждение газа уже в самом газогенераторе, так как, соприкасаясь с холодной наружной стенкой и бункером, он отдает им часть своего тепла.

В месте подвода воздуха топливник имеет две стенки, которые образуют воздушную рубашку (в виде кольцевого пространства вокруг топливника); отсюда воздух попадает внутрь топливника через 10 футов. В воздушную рубашку воздух подводится через патрубок, приваренный к внешней стенке топливника и выведенный через кожух газогенератора наружу; этот патрубок снабжен обратным клапаном, предохраняющим от выброса пламени в случае повышения давления внутри газогенератора.



Фиг. 36. Газогенераторная установка „Берлие“.

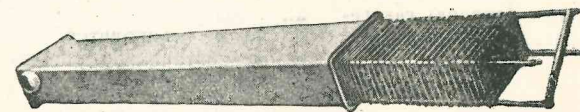
Отбор конденсата из бункера не производится.

По выходе из газогенератора газ пропускается в целях грубой очистки и охлаждения через батарею из трех горизонтальных очистителей-охладителей инерционного типа. Очистители-охладители выполнены в виде последовательно соединенных резервуаров (фиг. 38) прямоугольного сечения (размером 260 × 1500 × 140 мм) и имеют внутри дырчатые пластины с уменьшающимися по мере удаления от газогенератора отверстиями; расстояния между пластинами также уменьшаются в направлении потока газа.

Спуск из очистителей-охладителей конденсата, образующегося при охлаждении содержащихся в газе паров воды, осуществляется через специальные трубочки в днищах



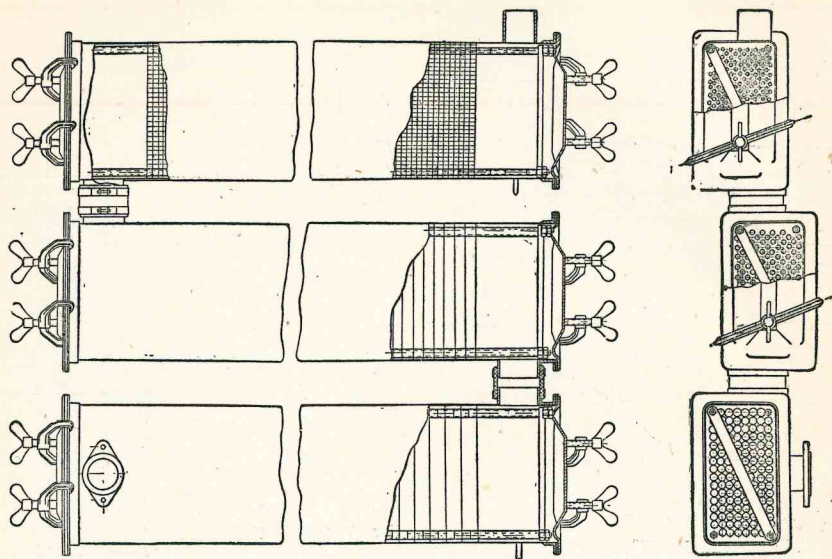
Фиг. 37. Бункер газогенератора „Берлие“.



Фиг. 38. Очиститель-охладитель газогенераторной установки „Берлие“.

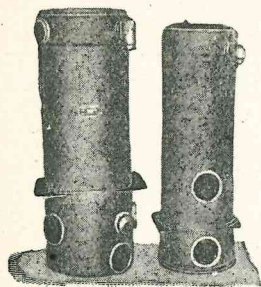
резервуаров. На фиг. 39 показаны все три элемента батареи очистителей-охлаждателей.

Из третьего очистителя-охлаждителя газ подводится в тонкий поверхностный фильтр, представляющий собой вертикальный цилиндр, заполненный кольцами



Фиг. 39. Батарея очистителей-охлаждателей газогенераторной установки „Берлие“.

Рашига; последние, общим весом в 80 кг, расположены в фильтре (называемом также вертикальным очистителем) в два слоя; они насыпаны на сетки, лежащие на кольцевых опорах, приваренных к внутренней стороне корпуса фильтра. На фиг. 40 показаны наружный кожух газогенератора (слева) и корпус тонкого фильтра (справа) газогенераторной установки „Берлие“.



Фиг. 40. Наружный кожух газогенератора (слева) и корпус тонкого фильтра (справа) газогенераторной установки „Берлие“.

Газогенератор обычно располагается за кабиной, с левой стороны по ходу автомобиля, вертикальный очиститель — с правой стороны, а горизонтальные очистители - охладители — под платформой. Из тонкого фильтра газ подводится к эжекционному смесителю (фиг. 41); смеситель имеет патрубок для присоединения отсасывающего вентилятора, который при розжиге просасывает газ через всю систему газогенераторной установки.

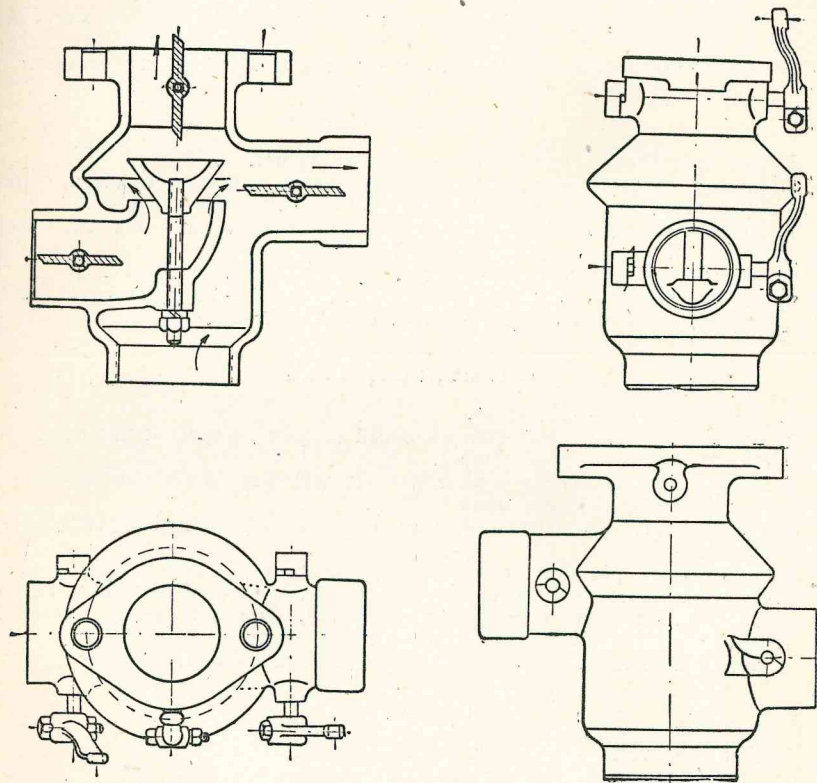
Газогенератор „Берлие“ строится во Франции по лицензии „Имберт“; по данным фирмы, напряженность горения в нем составляет  $337 \text{ кг/м}^2/\text{час}$  при работе с двигателем литражем в 5,5 л и мощностью в 45 л. с. при 1700 об/мин; удельный расход топлива составляет  $0,76 \text{ кг/л. с./ч.}$  Вес всей установки — 360 кг.

Ниже приводятся более подробные данные о газогенераторной установке „Берлие“.

#### Газогенератор

1. Тип газогенератора — „Имберт-Берлие“.
2. Род топлива — дровяные чурки.
3. Процесс газификации — опрокинутый.

4. Способ розжига — факелом с раздувкой отсасывающим электрическим вентилятором.
5. Месторасположение вентилятора — за смесителем.
6. Форма бункера — два цилиндра разных диаметров с коническим поясом между ними (соединение сваркой).
7. Высота бункера — 1537 мм.
8. Диаметр бункера — 528—495 мм.
9. Диаметр загрузочного отверстия — 300 мм.



Фиг. 41. Смеситель „Берлие“.

10. Тип бункера — сварной (вместе с топливником).
11. Объем бункера — 300 л.
12. Система подачи воздуха (число фурм и их диаметр) — фурменная по периферии топливника; диаметр каждой из 10 фурм — 10 мм.
13. Площадь живого сечения прохода воздуха —  $7,85 \text{ см}^2$ .
14. Род обмуровки — нет.
15. Форма топливника — комбинированная (см. схему).
16. Объем топливника — 19,3 л.
17. Диаметр топливника в плоскости подачи воздуха — 360 мм.
18. Сечение топливника в плоскости подачи воздуха —  $0,102 \text{ м}^2$ .
19. Наименьший диаметр и сечение топливника — диаметр — 165 мм, сечение —  $0,0241 \text{ м}^2$ .
20. Диаметр и сечение топливника по нижнему обрезу — диаметр — 345 мм, сечение —  $0,093 \text{ м}^2$ .

21. Высота активной зоны (от плоскости подачи воздуха до днища зольника) — 333 мм.
22. Тип колосниковой решетки — нет.
23. Поверхность отбора конденсата — нет.
24. Поверхность охлаждения газогенератора — 2 м<sup>2</sup>.
25. Способ очистки зольника — выгреб через два люка.
26. Вес газогенератора — 125 кг.
27. Вес загруженного топлива — 90 кг.
28. Напряженность горения при  $N_e = 45$  л. с. — 337 кг/м<sup>2</sup>/час.
29. Месторасположение газогенератора — за кабиной, слева по ходу автомобиля.
30. Способ крепления газогенератора — к раме автомобиля на фланцах.

#### Охладитель газа

1. Тип охладителя — специального охладителя нет.
2. Способ охлаждения — омывание встречным воздухом бункера, очистителей-охладителей, тонкого фильтра и соединительных труб.
3. Емкость охладителя — трех очистителей-охладителей — 161 л, тонкого фильтра — 341 л.
4. Поверхность охлаждения — 6,6 м<sup>2</sup>.
5. Вес охладителя — трех очистителей-охладителей — 23,5 + 27,5 + 44 = 95 кг (веса увеличиваются по мере удаления от газогенератора).

#### Очиститель газа

1. Тип очистителя — „Берлие“.
2. Способ очистки газа — инерционный (в резервуарах) и поверхностный (кольцами Рашига в тонком фильтре).
3. Количество элементов очистителя (какие) — три очистительных резервуара и один вертикальный тонкий фильтр.
4. Поверхность очищения — 4,54 м<sup>2</sup> и кольца Рашига 15 × 15 × 0,5 мм, весом в 80 кг.
5. Габаритные размеры очистителей-охладителей — 1525 × 302 × 182 мм.
6. Месторасположение и способ крепления — очистителей-охладителей — под платформой; тонкого фильтра — за кабиной, справа по ходу автомобиля.
7. Вес тонкого фильтра — 58 кг (без колец Рашига).
8. Вес очищающего материала — колец Рашига — 80 кг.

#### Смеситель

1. Тип смесителя — „Берлие“.
2. Способ смешения — эжекционный.
3. Диаметр и сечение газового канала — диаметр — 60 мм, сечение — 28,4 см<sup>2</sup>.
4. Диаметр и сечение воздушного канала — диаметр — 40 мм, сечение — 12,6 см<sup>2</sup> (регулируется конусом).
5. Диаметр и сечение канала смеси — диаметр — 50 мм, сечение — 19,68 см<sup>2</sup>.
6. Количество и назначение заслонок — 1. Дроссель смеси. 2. Воздушная заслонка. 3. Заслонка в канале вентилятора.
7. Способ пуска двигателя — на бензине или на газе с предварительной раздувкой газогенератора вентилятором.

### 5. Газогенераторная установка „Кромаг“

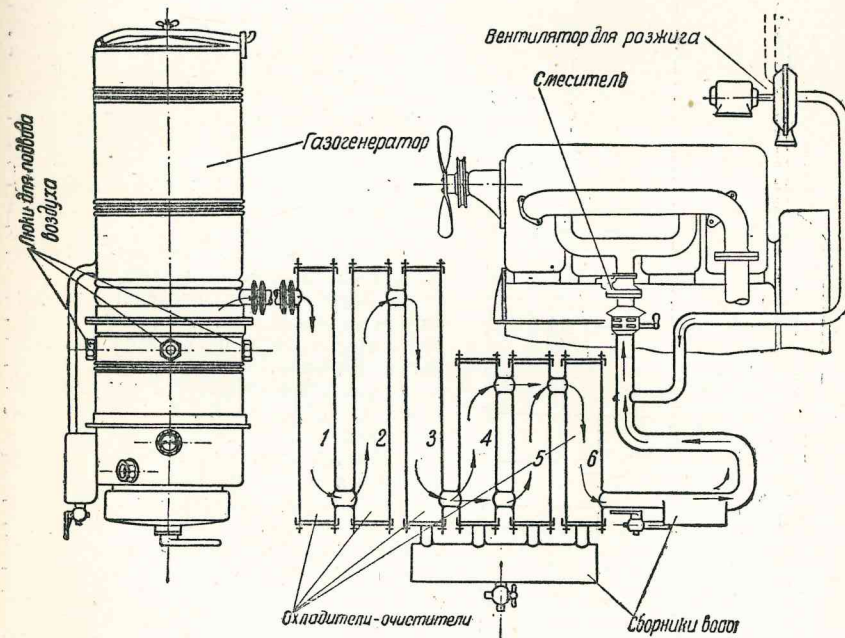
Газогенераторная установка „Кромаг“, предназначенная для газификации дровяного топлива, состоит из следующих элементов:

- а) газогенератора опрокинутого процесса газификации с центральной подачей воздуха и отбором конденсата из средней части;
- б) батареи очистителей-охладителей инерционного типа;

- в) тонкого фильтра, работающего по принципу поверхностной очистки древесной стружкой;
- г) вентилятора для розжига;
- д) бачков для сбора конденсата из бункера и из очистителей-охладителей и
- е) смесителя параллельно-струйного типа.

На фиг. 42 показана общая схема установки, а на фиг. 43 — газогенератор „Кромаг“ в разрезе (модель, несколько отличающаяся от показанной на схеме).

Воздух засасывается в газогенератор через четыре (в некоторых моделях — три) автоматически работающие заслонки, расположенные по среднему поясу наружного кожуха (на одинаковом расстоянии одна от другой), и опускается в нижнюю часть газогенератора; отсюда воздух попадает в три трубки, по которым и подается в центральное сопло, представляющее собой конусообразный колпак, на поверхности которого имеется 50 отверстий, направляющих воздух



Фиг. 42. Схема газогенераторной установки „Кромаг“.

струйками во все стороны; благодаря этому воздух равномерно распределяется по всему сечению топливника. Проходя полость между наружным и внутренним кожухами газогенератора и затем через три воздухоподающие трубки, воздух подогревается за счет тепла газа и топлива в восстановительной зоне.

Топливник выполнен из жароупорной хромоникелевой стали и укреплен только в верхней своей части, что обеспечивает свободную деформацию его в зоне горения, не вызывающую напряжений в других деталях, так как топливник с ними не сопряжен.

Благодаря конической форме и правильному расположению центрального сопла топливо, продвигающееся в топливнике, постоянно заполняет весь его объем, несмотря на то, что топливник имеет сравнительно небольшое сужение; это позволяет не только значительно расширить зону горения, но и придать топливнику весьма простую и несложную в производстве форму, обеспечивающую легкий доступ к топливнику и к топливу при обслуживании газогенератора. Кроме того, подобная конструкция обеспечивает хорошую изоляцию газогенератора и более длинную восстановительную зону.

Отбор газа производится в среднем поясе газогенератора на расстоянии около 350 мм от зоны горения. В полости между топливником и наружным кожухом газ пропускается через отделительные щитки, препятствующие уносу из газогенератора крупных частиц угля. Отходящий газ подогривает топливо в нижней части бункера.

В верхней части газогенератора, между двумя concentрическими расположенными кожухами (внешним и внутренним), образуется полость (конденсационная рубашка), в которой происходит конденсация водяных паров и летучих продуктов, получившихся в результате подсушки топлива и частичной его сухой перегонки. Конденсационная рубашка соединена прямоугольным бачком, в нижней части которого имеется кран для спуска конденсата.

Колосниковая решетка в целях лучшей ее очистки от золы выполнена вращающейся. Через решетку проходят два штыря, с помощью которых осуществляется шуровка зольного пространства; расположение воздушных трубок и шуровочных штырей не позволяет однако производить шуровку вышележащих слоев угля и топлива.

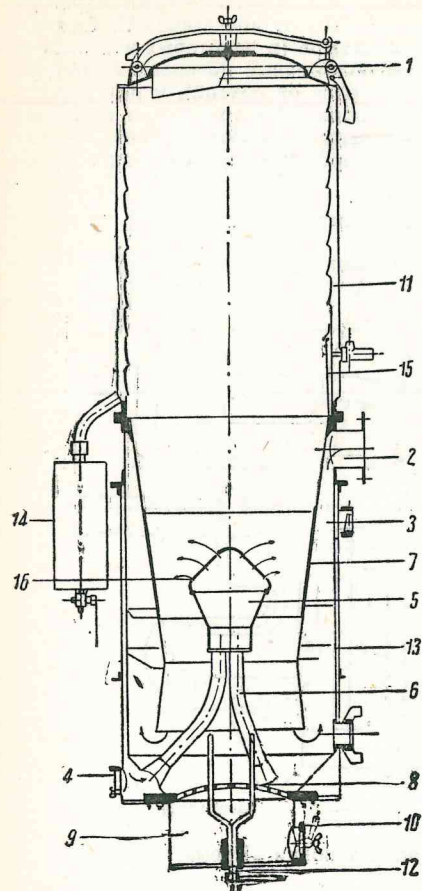
В нижней части газогенератора имеется специальный люк для розжига. Розжиг генератора производится факелом; предварительно, для просасывания воздуха через газогенератор, пускается вентилятор, работающий от 12-вольтового аккумулятора.

Очистка и охлаждение газа осуществляются в системе из шести (или пяти) цилиндрических инерционных очистителей-охладителей, внутри которых установлены дырчатые диски.

Элемент батареи очистителей-охладителей показан на фиг. 44. В цилиндрах имеются два типа дисков, помеченных на фиг. 44 цифрами 1 и 2; они устанавливаются один за другим попеременно, причем сначала идет диск с 7 отверстиями, а затем диск с 6 такими же отверстиями. Основные размеры первых трех очистителей-охладителей указаны на фиг. 46; остальные три цилиндра отличаются от первых только длиной. Цилиндры имеют толщину стенок в 1,5 мм; число дисков в каждом из первых цилиндров — 53.

На фиг. 46 показан также и поверхностный фильтр, помещенный в последнем очистителе-охладителе; он монтируется на центральной трубе, по окружности которой на расстоянии 160 мм от края имеются отверстия диаметром по 12 мм. Поверхностный фильтр образуется двойными проволочными сетками (диаметр проволоки — 1 мм), между которыми набита древесная стружка.

В последнем цилиндре газ проходит окончательную фильтрацию и поступает в смеситель. К последним четырем очистителям-охладителям присоединен

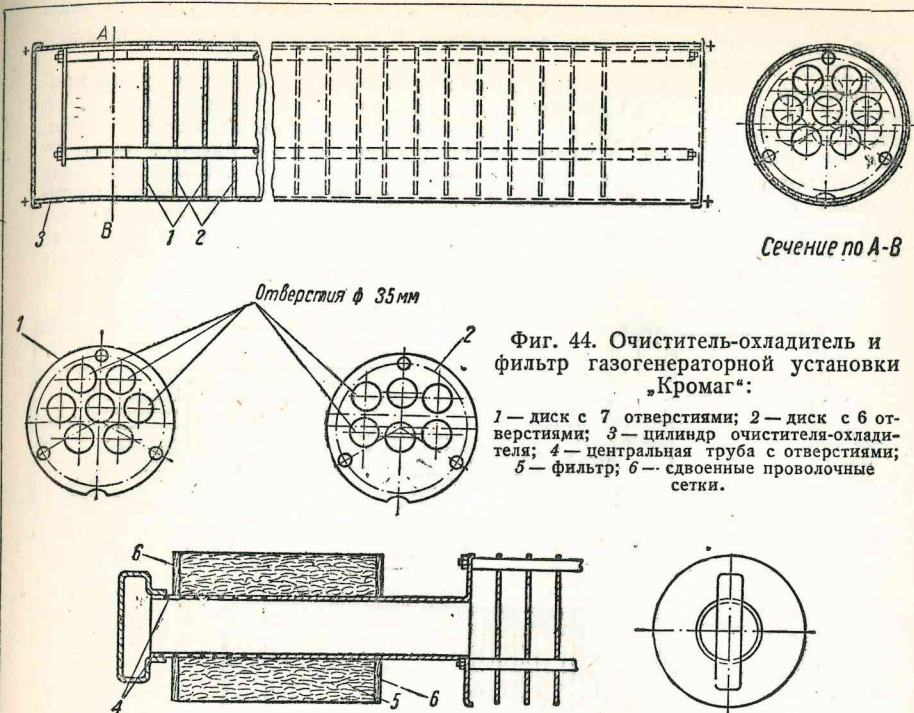


Фиг. 43. Газогенератор Кромаг:

1 — замок крышки; 2 — газотводный патрубкок; 3 — обратный клапан; 4 — запальный лючок; 5 — центральное воздушное сопло; 6 — воздушные трубки; 7 — топливник; 8 — колосниковая решетка; 9 — зольник; 10 — крышка люка зольника; 11 — конденсационная рубашка; 12 — приспособления для вращения колосниковой решетки; 13 — отделительные щитки; 14 — конденсационный бачок; 15 — смотровое приспособление; 16 — отверстие в центральном сопле.

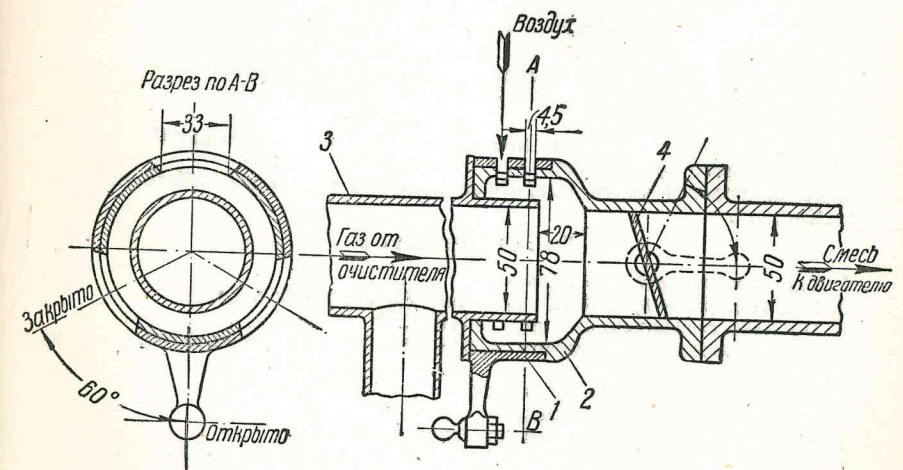
ности которой на расстоянии 160 мм от края имеются отверстия диаметром по 12 мм. Поверхностный фильтр образуется двойными проволочными сетками (диаметр проволоки — 1 мм), между которыми набита древесная стружка.

В последнем цилиндре газ проходит окончательную фильтрацию и поступает в смеситель. К последним четырем очистителям-охладителям присоединен



Фиг. 44. Очиститель-охладитель и фильтр газогенераторной установки „Кромаг“:

1 — диск с 7 отверстиями; 2 — диск с 6 отверстиями; 3 — цилиндр очистителя-охладителя; 4 — центральная труба с отверстиями; 5 — фильтр; 6 — двойные проволочные сетки.

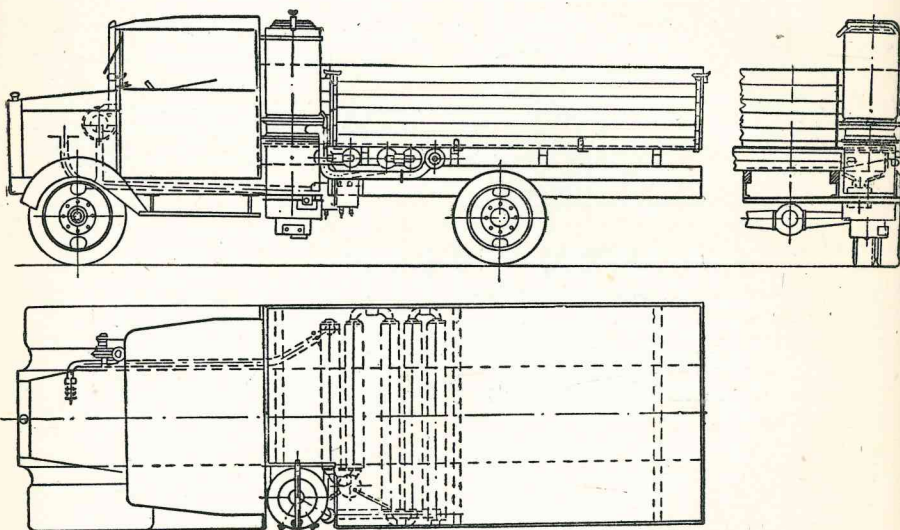


Фиг. 45. Смеситель „Кромаг“:

1 — обойма; 2 — корпус смесителя; 3 — газовая труба; 4 — дроссель смеси.

цилиндрический конденсационный бачок с краном для спуска конденсата; другой конденсационный бачок, емкостью в 2 л, приварен к газоподводящей трубе перед смесителем.

Многоструйный смеситель с параллельными потоками газа и воздуха, применяемый в газогенераторной установке „Кромаг“, показан на фиг. 45; он состоит из бронзового корпуса, в который входит стальная газовая труба. В нижней части корпуса, образующей воздушную камеру, имеются щели, по которым подается в смеситель воздух; снаружи на воздушной камере сидит бронзовая кольцевая обойма, передвижением которой осуществляется регулировка количества поступающего в смеситель воздуха, т. е. качественная регулировка. К газовой трубке прилит отводный патрубок, соединяющий смеситель с вентилятором для розжига.



Фиг. 46. Монтажная схема газогенераторной установки „Кромаг“ на автомобиле.

На фиг. 46 показана общая монтажная схема газогенераторной установки на шасси грузового автомобиля.

Ниже приводятся более подробные данные о всей газогенераторной установке „Кромаг“.

#### Газогенератор

1. Тип газогенератора — „Кромаг“.
2. Род топлива — дровяные чурки размером  $6 \times 6 \times 8$  см.
3. Процесс газификации — опрокинутый.
4. Способ розжига — факелом с раздувкой отсасывающим электрическим вентилятором.
5. Форма бункера — цилиндрическая.
6. Высота бункера — 1060 мм.
7. Диаметр бункера — 530 мм (внешний).
8. Диаметр загрузочного отверстия — 370 мм.
9. Объем бункера — 192 л.
10. Тип кожуха газогенератора — цилиндрический, разъемный по средней части.
11. Способ подачи воздуха — центральным соплом с 50 отверстиями, расположенными по высоте в четыре ряда (два верхних ряда расположены по концам

пятиконечной звезды и два последних — в двух горизонтально расположенных одна за другой плоскостях).

12. Число и диаметр отверстий — 50 отверстий диаметром по 5 мм.
13. Площадь живого сечения прохода воздуха —  $9,8$  см<sup>2</sup>.
14. Форма топливника — усеченный конус.
15. Диаметр топливника в средней плоскости подачи воздуха — 226 мм.
16. Сечение топливника в средней плоскости подачи воздуха —  $0,0465$  м<sup>2</sup>.
17. Высота активной зоны (от средней плоскости подачи воздуха до колоночной решетки) — 570 мм.
18. Вес газогенератора — 262 кг.
19. Вес загруженного топлива — 80 кг.

#### Охладитель

1. Тип охладителя — специального охладителя нет.
2. Способ охлаждения — омывание встречным воздухом бункера, очистителей-охладителей и соединительных труб.
3. Поверхность охлаждения —  $5,37$  м<sup>2</sup>.

#### Очиститель

1. Тип очистителя — „Кромаг“.
2. Способ очистки газа — инерционный (в цилиндрических очистителях-охладителях) и поверхностный (в фильтре).
3. Размеры очистителей-охладителей — три очистителя имеют диаметр 181 мм и длину 1875 мм; три или два очистителя имеют диаметр 181 мм и длину 1290 мм.
4. Расстояние между дисками в цилиндрах — 32 мм.
5. Поверхность очищения —  $5,74$  м<sup>2</sup>.
6. Емкость цилиндров — 300 л.

#### Смеситель

1. Способ смешения — многоструйный, с параллельными потоками газа и воздуха
2. Диаметр и сечение газового канала — диаметр — 50 мм, сечение —  $19,6$  см<sup>2</sup>.
3. Общее сечение воздушных щелей —  $8,9$  см<sup>2</sup>.
4. Диаметр и сечение канала смеси — диаметр — 50 мм, сечение —  $19,6$  см<sup>2</sup>.
5. Количество и назначение заслонок — 1. Дроссель смеси. 2. Кольцевая воздушная обойма с 6 отверстиями. 3. Заслонка на трубе вентилятора.
6. Способ пуска двигателя — на бензине или на газе с предварительной раздувкой газогенератора вентилятором.

#### 6. Газогенераторная установка „Супрагаз“

Газогенераторная установка „Супрагаз“ выпускается в Бельгии и является в настоящее время одной из новых конструкций; она предназначена для газификации дровяного топлива и состоит из следующих основных элементов:

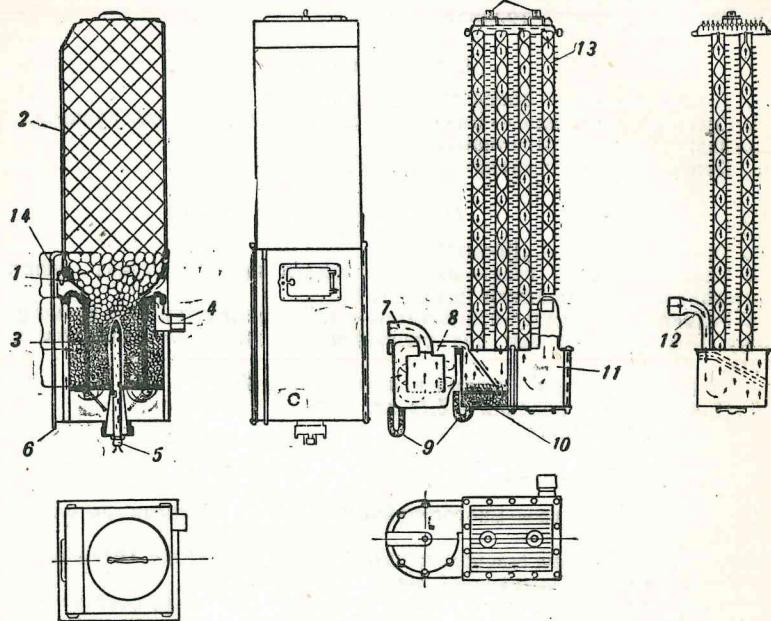
- а) газогенератора опрокинутого процесса газификации с комбинированной подачей воздуха;
- б) инерционного отстойника;
- в) трубчатого охладителя, состоящего из двух секций, в одной из которых происходит одновременно и очистка газа;
- г) жидкостного фильтра;
- д) центробежного очистителя — циклона;
- е) вентилятора для розжига;
- ж) смесителя.

На фиг. 47 показана конструкция отдельных элементов установки в трех проекциях.

Газогенератор „Супрагаз“ представляет собою сварную печь прямоугольного сечения с цилиндрическим бункером в верхней части. Бункер, в который

загружается топливо, служит одновременно для его подсушки и выполнен двустенным для отбора конденсата. Бункер крепится к нижней четырехугольной части газогенератора четырьмя прочными болтами.

В нижней части газогенератора имеется вставной цилиндрический топливник. Топливо проваливается из бункера в топливник через круглое центральное отверстие в нижней прямоугольной части газогенератора, образуемое специальной чугунной воронкой, приваренной к бункеру, и через другую круглую воронку из специального стального литья. Круглая воронка подвижна и опирается на верхнюю кромку топливника; она снабжает топливник уже



Фиг. 47. Газогенераторная установка „Супрагаз“:

1 — зона углеобразования; 2 — бункер; 3 — зона горения; 4 — газоотводный патрубок; 5 — центральное сопло добавочного воздуха; 6 — трубка отвода конденсата; 7 — выход газа из циклона; 8 — циклон; 9 — атмосферные трубки; 10 — жидкостный фильтр; 11 — инерционный отстойник; 12 — вход газа в очиститель-охладитель; 13 — трубки охладителя; 14 — воздушное отверстие в газогенераторе.

подсушенными, обугленными дровяными чурками, хорошо подготовленными к газификации. Для устранения нагарообразования на внутренней поверхности топливника последний выполнен из двух концентрических частей, связанных одна с другой колосниковой решеткой.

Воздух в топливник подводится через окно в среднем поясе газогенератора. Для усиления газообразования при больших нагрузках в газогенераторе предусмотрена, кроме того, центральная подача добавочного воздуха, осуществляемая посредством чугунного вертикального сопла, входящего в топливник снизу и образующего деталь запора зольника; при демонтаже газогенератора центральное сопло вынимается вместе с зольником.

Газ проходит под колосниковую решетку и далее поднимается по полости, образованной топливником и наружным кожухом, до уровня верхней кромки топливника; отвод газа осуществляется в среднем поясе газогенератора через специальный газоотводный патрубок, соединенный с очистителем.

Грубая очистка газа осуществляется в инерционном отстойнике, а также в охладителе с промывкой конденсационной водой. Отстойник, охладитель и

очиститель объединены в один агрегат, но в отличие от распространенных очистителей-охладителей функций очистки и охлаждения газа здесь разделены. Выходящий из генератора газ попадает сначала в отстойник очистителя, где он оставляет более крупные частицы уноса, выпадающие из него благодаря резкому понижению скорости потока газа при выходе из относительно узкого газопровода в широкое сечение камеры отстойника. Затем газ проходит через дырчатую пластину и попадает в первую секцию восходящих труб охладителя, снабженных снаружи теплоотводящими ребрами; внутри каждой трубы имеется спираль, сообщающая газу вращательное движение. Во второй секции труб, куда входит далее газ, также имеется спираль; обе секции соединяются вверх головкой, тоже снабженной ребрами. Вторая секция труб служит для дальнейшего охлаждения газа уже с выделением конденсированных паров воды, абсорбирующихся содержащихся в газе мелкие частицы. Конденсат вместе с этими частицами стекает по трубам вниз и собирается в резервуаре, наполненном до половины погруженными в воду камешками (так называемой „галькой“); в этом жидкостном фильтре газ промывается и попадает затем в центробежный очиститель-циклон, где он освобождается от захваченной в жидкостном фильтре влаги. По центральной трубе вихревой камеры циклона газ отводится далее к смесителю.

### Часть III

## ДРЕВЕСНОУГОЛЬНЫЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

### I. ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ КАК ТОПЛИВО ДЛЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Древесный уголь газифицируется лучше, нежели дрова; он содержит обычно малые количества влаги и свободен от смолы, кислот и прочих вредных составных частей. Меньшая влажность угля сравнительно с дровами благоприятно отражается на работе охладителей и очистителей, так как количество конденсата при работе на угле уменьшается. Зольность древесного угля не превышает, как правило, 1,5—2%.

Существенное значение имеет более высокая теплотворная способность древесного угля (7600—8000 кал/кг) сравнительно с дровами (2500—4500 кал/кг). Литр бензина эквивалентен примерно 1 кг древесного угля и 2—2,5 кг дров; благодаря этому для равных пробегов автомобиля угля требуется по весу, можно считать, вдвое меньше, чем дров<sup>1</sup>. Поэтому древесноугольные газогенераторы лучше дровяных подходят к малым грузовикам, легковым автомобилям и автобусам. При газификации угля реакции в газогенераторе протекают с большей скоростью, благодаря чему газогенераторный автомобиль, применяющий древесный уголь, лучше дровяного приспособляется к изменениям режима работы.

По стоимости эксплуатации работа на древесном угле менее выгодна, чем работа на дровах, так как рыночная цена угля обычно значительно превышает цены на дрова; тем не менее практика эксплуатации показала, что вопрос о более широком применении древесного угля является вполне актуальным. Оба вида газогенераторов — дровяные и древесноугольные — конкурируют сейчас в странах Западной Европы и вопрос о том, какой газогенератор наиболее выгоден во всех отношениях, должна решить практика ближайших лет.

Следует отметить также и ряд эксплуатационных недостатков угля. Так например, если в газогенератор загружается недостаточно крепкий уголь (а он, как правило, хрупок), то появляются значительные потери за счет его измельчения; при этом образуется угольная пыль, которая с трудом удаляется и может вызвать расстройство работы и повреждения в агрегатах установки. Для устранения этого недостатка, при загрузке угля в газогенератор рекомендуется пользоваться специальными бумажными пакетами; уголь забрасывается в газогенератор прямо в этих пакетах, что совершенно не отражается на процессах газификации, так как пакеты изготовляют из особой бумаги, почти не дающей

<sup>1</sup> Это отнюдь не означает, что применение угля может вдвое увеличить радиус действия автомобиля; необходимое количество угля, хотя и меньше дров по весу, но не меньше их по объему. Объясняется это пористостью древесного угля и его малым объемным весом.

зола при сгорании. Этим одновременно устраняется другой недостаток древесного угля — его маркость, так как здесь при обращении с углем обслуживающий автомобиль персонал не пачкает рук.

Наладить выжиг древесного угля из отходов древесины весьма несложно. В настоящее время за границей существует для этой цели множество разнообразных типов специальных печей (преимущественно переносных).

Применяемый уголь должен быть возможно более однороден по составу, по влажности, по размерам кусков и по степени выжигания.

Допустимая влажность угля — 10—12%. Оптимальным размером кусков угля является 30 мм в поперечнике. Наилучшим углем считается березовый, хорошо выжженный.

### I. МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА ДРЕВЕСНОУГОЛЬНОМ ГАЗЕ

В Дрезденской высшей технической школе были проведены опыты с двигателем „Даймлер-Бенц“, работавшем на газе, полученном в результате газификации древесного угля<sup>1</sup>; газ получался в газогенераторе „Импаньол“ конструкции инж. Пинча и имел следующий состав: 30% окиси углерода (CO); 8,7—16% водорода (H<sub>2</sub>); 0,5—0,9% кислорода (O<sub>2</sub>); 1,3—1,5% углекислоты (CO<sub>2</sub>). Низшая теплотворная способность газа составляла 1075—1330 кал/м<sup>3</sup> (при 0° Ц и 1 ат).

С помощью специальной форсунки, помещенной за смесителем, газоздушная смесь обогащалась спиртом. Из приводимой табл. 16 видно влияние повышения степени сжатия и присадки спирта на мощность двигателя при  $n = 1000$  об/мин. сравнительно с работой на бензине.

Таблица 16<sup>2</sup>

Степень сжатия в двигателе	Потери мощности (—) и выигрыши мощности (+) сравнительно с работой на бензине		Расход топлива при присадке спирта		
	без спирта	со спиртом	генераторный газ кал/час	спирт кал/час	суммарный расход кал/час
4,02	— 35,1	— 12,8	41 000	37 500	78 500
5,75	— 15,8	+ 13,8	49 000	37 000	86 000
8,29	— 5,6	+ 22,0	51 500	37 500	89 000

Из таблицы видно, что при возрастающей степени сжатия путем присадки к газоздушной смеси спирта можно добиться значительного повышения мощности двигателя; при работе со степенью сжатия 8,29 двигатель работал несколько жестко, однако без явлений детонации. Присадка спирта улучшает приемистость двигателя и облегчает преодоление „инерции“ газогенератора при резком увеличении нагрузки.

Во многих случаях при работе на древесном угле применяют присадку паров воды в газогенератор; при этом благодаря повышению содержания водорода (H<sub>2</sub>) получается газ с лучшей воспламеняемостью и значительно более высокой теплотворной способностью. Вследствие улучшения качества газа падение мощности двигателя становится менее заметным даже при неизменной степени сжатия, а результаты понижения температур в газогенераторе при продолжительных малых нагрузках проявляются в меньшей степени<sup>3</sup>. При работе с присадкой паров воды в газогенератор наблюдается также и повышение содержания метана в газе.

При опытах с древесноугольным газогенератором „Виско-Автогаз“ присадка паров воды дала повышение мощности двигателя на 4,5% и снижение расхода

<sup>1</sup> С присадкой паров воды.

<sup>2</sup> Журнал „V. D. I.“, № 18, 1934.

<sup>3</sup> Журнал „A. T. Z.“, № 9, 1935.

топлива на 7%. В Гамбургском научно-исследовательском институте были проведены испытания двигателя „Даймлер-Бенц“ (литраж — 3,89 л), установленного на грузовике с древесноугольным газогенератором „Виско-Автогаз“, работавшим с присадкой паров воды; степень сжатия двигателя не была повышена и равнялась 5,5. Пробы газа, взятые непосредственно после езды с почти полностью открытым дросселем, определили теплотворную способность газа в 1412 кал/м<sup>3</sup> и следующий средний его состав: 28,5% окиси углерода (CO); 10% водорода (H<sub>2</sub>); 2,6% метана (CH<sub>4</sub>); 1,8% углекислоты (CO<sub>2</sub>) и 57,1% азота (N<sub>2</sub>). Из зафиксированного весьма низкого содержания в газе углекислоты (CO<sub>2</sub>) можно сделать вывод о большой степени разложения паров воды. Как показали пробные поездки, автомобиль расходовал в среднем около 32 кг древесного угля на 100 км пути. На преодоление равных подъемов газогенераторный автомобиль (на древесном угле с присадкой паров воды) затрачивал на 30% больше времени, чем бензиновый (при работе на бензине этот подъем был преодолен в течение 319 сек., а при работе на газе — в течение 415 сек.).

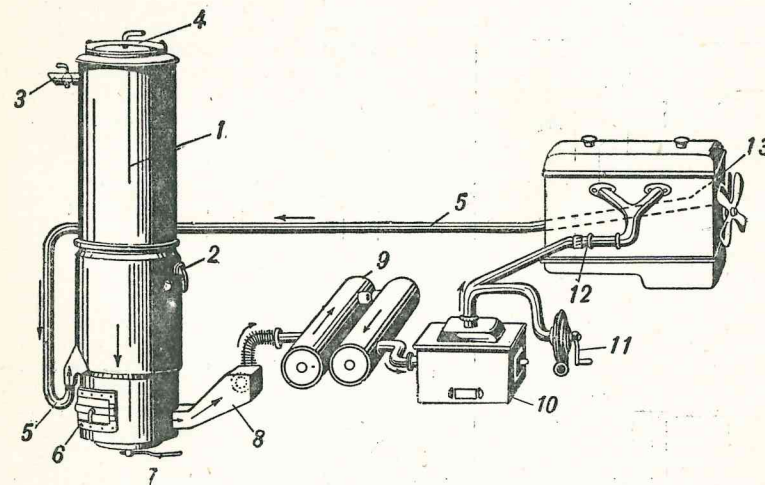
На горизонтальном участке автомобиль развивал такую же скорость, что и при работе на бензине (45—55 км/час). Затрата времени на загрузку, розжиг и раздувку газогенератора от вентилятора составляла в среднем 10 минут до момента начала работы двигателя.

### III. КОНСТРУКЦИИ ДРЕВЕСНОУГОЛЬНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

#### 1. Газогенераторная установка „Абоген“

Газогенераторная установка „Абоген“, выпускаемая в Швеции, состоит из следующих основных агрегатов:

а) газогенератора, работающего по опрокинутому процессу газификации;



Фиг. 48. Схема газогенераторной установки „Абоген“:

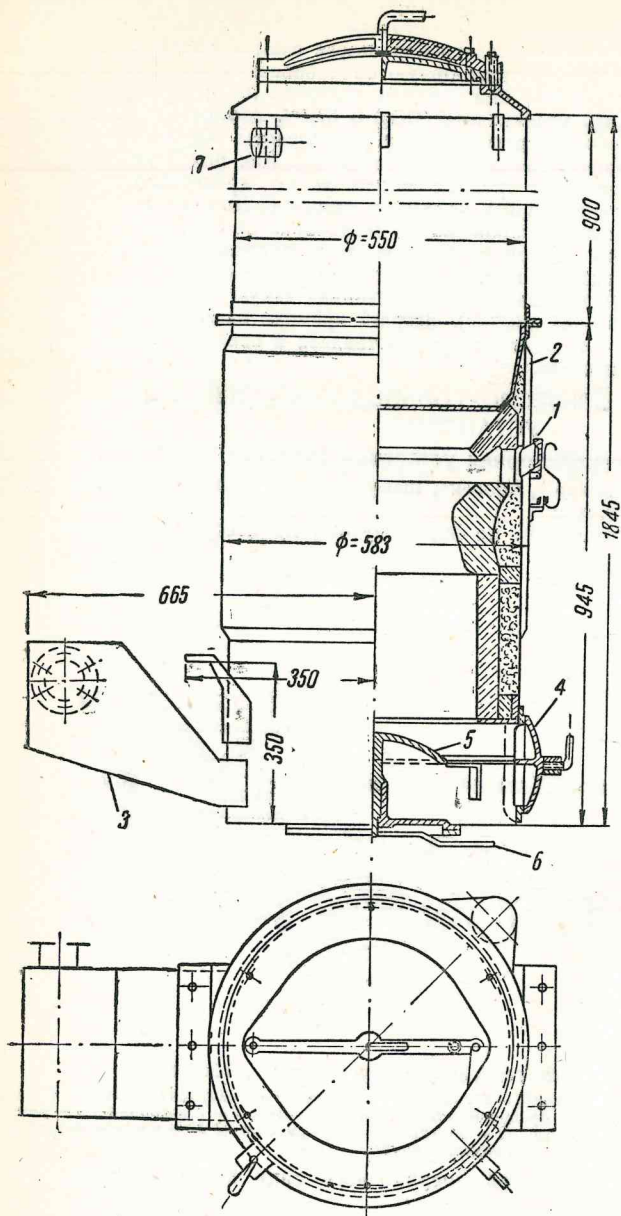
1 — газогенератор; 2 — смотровой люк; 3 — штуцер; 4 — крышка; 5 — воздухоподводящая труба; 6 — люк зольника; 7 — рукоятка для вращения колосниковой решетки; 8 — газосборник; 9 — очистители-охладители; 10 — сухой фильтр; 11 — вентилятор; 12 — смеситель; 13 — воронка воздухоподводящей трубы.

- б) двух очистителей-охладителей инерционного типа для грубой очистки газа и его охлаждения;
- в) сухого фильтра для тонкой очистки газа;
- г) смесителя-карбюратора и
- д) вентилятора для розжига газогенератора.

На фиг. 48 показана общая схема газогенераторной установки „Абоген“, а на фиг. 49 — отдельно газогенератор.

Как видно из этих рисунков, газогенератор представляет собой цилиндрический резервуар, имеющий в нижней части жароупорную обмуровку, образующую топливник. Воздух к газогенератору подводится по длинной трубе, приемная воронка которой находится у вентилятора двигателя; благодаря этому обеспечивается постоянный интенсивный подсос свежего воздуха. Воздухоподводящая труба вваривается в так называемый воздушный карман генератора, переходящий в кольцевую воздушную рубашку; по этой рубашке воздух, подогреваясь, поднимается до кольцевого воздушного канала, через который он подается в зону горения. Для наблюдения за работой топливника служит смотровой люк, снабженный заслонкой.

Образующийся генераторный газ отсасывается за счет разрежения, создаваемого двигателем, из нижней части газогенератора через газосборник. Так как газосборник представляет собой относительно большую емкость (по сравнению с сечением газоотводящего патрубка газогенератора), скорость потока входящего туда газа резко падает и благодаря этому под влиянием сил инерции более тяжелые частицы угля, сажи и других примесей выпадают из газового потока, собираясь в зольнике и на стенках газосборника; этому процессу способствует еще и то обстоятельство, что здесь, кроме изменения скорости потока газа, резко изменяется его направление: из газосборника газ попадает в очистители-охладители через короткую трубу, вставленную в газосборник перпендикулярно к первоначальному направлению потока газа.



Фиг. 49. Газогенератор „Абоген“:

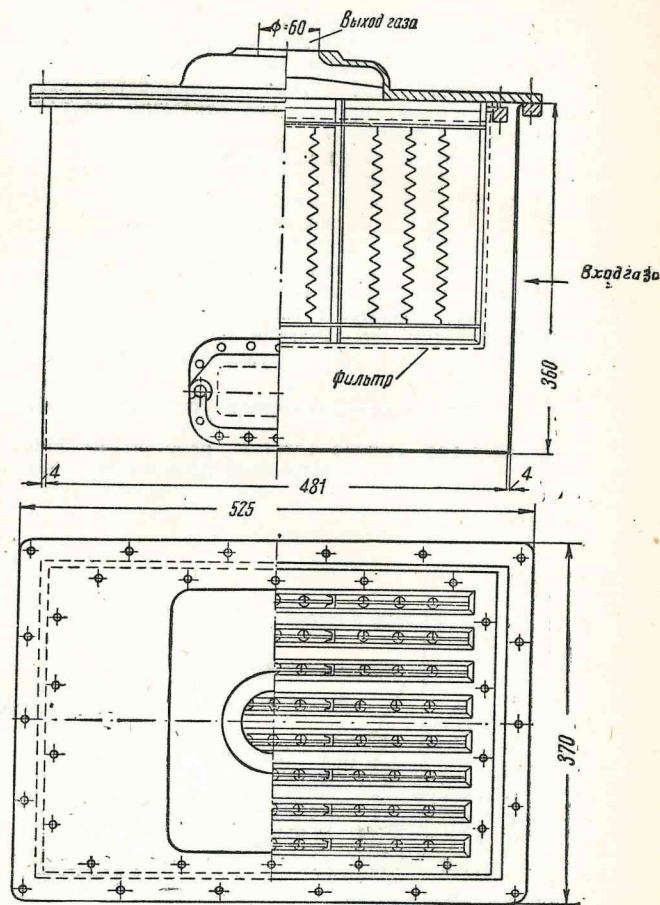
1 — подвод воздуха; 2 — воздушная рубашка; 3 — газосборник; 4 — крышка люка зольника; 5 — колосниковая решетка; 6 — рукоятка для вращения колосниковой решетки; 7 — штуцер.

Топливник заканчивается внизу грибовидной решеткой, для вращения которой или встряхивания имеется рукоятка. Для очистки зольника и доступа к топливнику служит люк, расположенный в нижней части газогенератора; люк покрывается четырехугольной крышкой, имеющей центральный замок.

Топливо загружается в газогенератор сверху через центральное отверстие, плотно закрываемое крышкой. В верхней части газогенератора имеется пере-крывающийся краном штуцер, служащий для циркуляции воздуха и открывающийся при коротких остановках автомобиля с тем, чтобы газогенератор не глох; одновременно штуцер служит для выпуска паров и газов сразу после розжига, пока газогенератор не примет нагрузку.

Охлаждение газа начинается в трубе, отводящей газ от газосборника к очистителям - охладителям; для увеличения поверхности охлаждения эта труба снабжена теплоотводными ребрами. Очистители-охладители представляют собой горизонтальные цилиндрические резервуары с дырчатými дисками; по мере удаления от газогенератора расстояния между дисками уменьшаются, а число отверстий в дисках увеличивается.

Из второго очистителя - охладителя газ попадает в сухой фильтр, где и получает более тонкую очистку от вредных примесей и „уноса“. Сухой фильтр (фиг. 50) выполнен в виде прямоугольного ящика, в котором подвешено несколько матерчатых мешков, образующих фильтрующую поверхность в 1,5 м<sup>2</sup>. Каждый фильтровальный мешок состоит из жестяного каркаса, на который натянута плотная материя или несколько слоев марли; в каркасах имеются пружины, которые обеспечивают правильное расположение поверхностей фильтровальных мешков. Газ подводится в фильтр сбоку и просасывается через мешки, задерживающие мелкие частицы вредных примесей. Последние падают с мешков вертикально вниз и собираются на дне очистителя, откуда они удаляются по мере надобности через специальный люк, закрытый крышкой. Во избежание захвата газом пыли, уже осажденной на дне фильтра, скорость потока газа



Фиг. 50. Сухой фильтр газогенераторной установки „Абоген“.



в фильтре выбирается возможно меньшей; это и объясняет сравнительно большие габариты фильтра. Пройдя через мешки, очищенный газ поднимается вверх и отводится в сеть через трубу, вставленную в крышку фильтра.

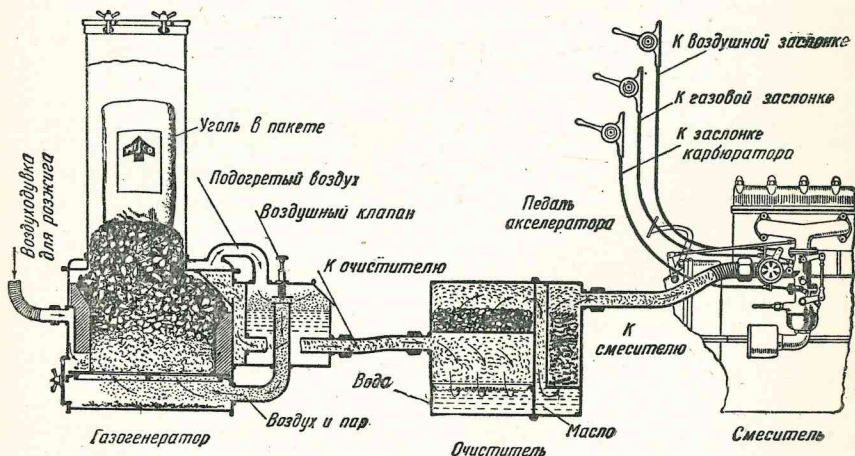
Из фильтра газ поступает в смеситель-карбюратор, представляющий собой аппарат, позволяющий питать двигатель, по желанию, газом или бензином, а также смесью обоих топлив. Смешение газа с воздухом осуществляется по принципу пересекающихся струй, причем подвод воздуха здесь многоструйный. Газовая труба смесителя имеет заслонку; при работе на бензине газ таким образом может дросселироваться (при работе на газе газовая заслонка открыта полностью). Когда двигатель работает на генераторном газе, доступ жидкого топлива к жиклеру карбюратора перекрывается специальной иглой, связанной с газовой заслонкой; при полном открытии газовой заслонки игла закрывает доступ бензина к жиклеру.

Розжиг газогенератора производится посредством предварительного пуска двигателя на бензине или с помощью раздувки газогенератора вентилятором, включенным в газопровод между фильтром и смесителем. Факел для розжига вставляется в смотровой люк газогенератора.

По данным фирмы и эксплуатирующих организаций, газогенератор „Абоген“ после долгой стоянки или чистки принимает нагрузку через 5—10 минут. При работе газогенератора создается небольшое избыточное давление (за счет того, что воздух подается в газогенератор под давлением, создаваемым вентилятором двигателя); это давление используется для того, чтобы отводить через штуцер образующиеся при загрузке влажным углем пары воды.

## 2. Газогенераторная установка „Виско-Автогаз“

Газогенератор „Виско-Автогаз“ работает на древесном угле по прямому процессу газификации с присадкой пара в зону горения.



Фиг. 51. Схема газогенераторной установки „Виско-Автогаз“ (первый вариант).

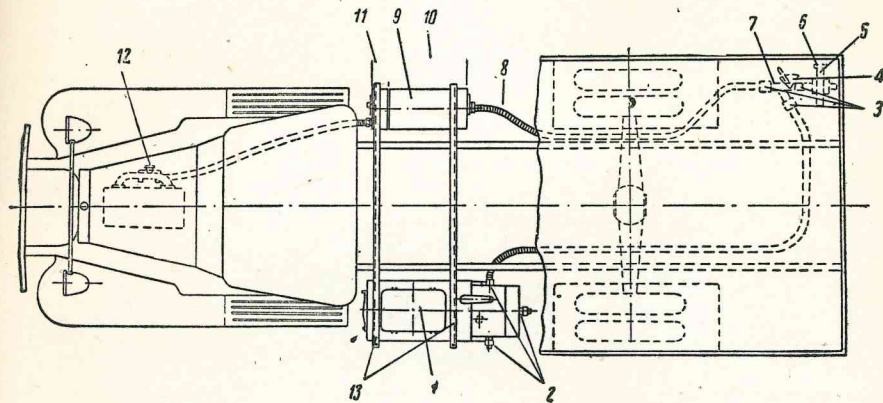
Вся установка состоит в основном из пяти частей — газогенератора с увлажнителем, очистителя, охладительной системы в виде длинных газопроводов, вентилятора и смесителя. Схематическое изображение установки представлено на фиг. 51.

На фиг. 52 показано расположение агрегатов газогенераторной установки на автомобиле. В целях равномерного распределения веса установки на раму, газогенератор и очиститель расположены симметрично по обеим сторонам автомобиля (так называемое уравновешенное расположение установки), причем очиститель помещается с той стороны, которая ближе к всасывающему коллектору

двигателя. Газогенератор и очиститель монтируются с помощью балки корытного профиля, расположенной поперечно на раме автомобиля и имеющей на концах загнутые бугеля (обоймы), которые охватывают оба агрегата; обоймы стягиваются специальными болтами. Для обеспечения омывания стенок газогенератора воздухом и предохранения груза на платформе от лучистой теплоты генератора, между ним и бортами платформы автомобиля оставляется воздушный зазор не менее 10 см.

Соединение газогенератора с очистителем осуществляется металлическим гибким шлангом, который должен быть достаточно длинным, так как в нем происходит охлаждение газа; шланг монтируется под платформой автомобиля с тем, чтобы шланг не задевал за тормозные тяги и был удален от карданного вала. Он подвешивается на хомутах с внутренней стороны лонжеронов рамы.

Выходной патрубок очистителя соединяется со смесителем тоже гибким металлическим шлангом.



Фиг. 52. Монтажная схема газогенераторной установки „Виско-Автогаз“ на автомобиле:

1 — газогенератор; 2 — газоотводные патрубки; 3 — присоединения шлангов; 4 — заслонка в канале вентилятора; 5 — вентилятор; 6 — штуцер для пробы газа при розжиге; 7 — канал вентилятора; 8 — гибкий шланг; 9 — очиститель; 10 — водяная камера; 11 — масляная камера; 12 — смеситель; 13 — опорные балки.

При монтаже установки на шасси важно соблюсти условие, чтобы оба гибких шланга постепенно поднимались в направлении от газогенератора к смесителю. Особенно важно это в отношении шланга, соединяющего очиститель со смесителем; благодаря его наклону все конденсаты, образующиеся при охлаждении газа после очистителя или захваченные им оттуда, будут стекать обратно в очиститель.

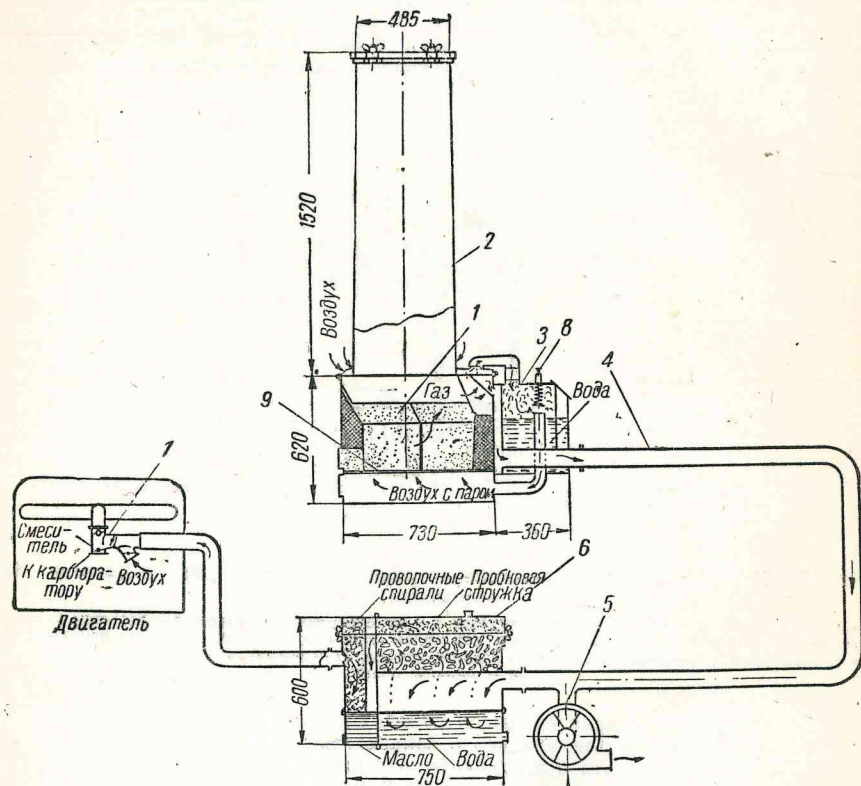
Присоединение гибких шлангов к соответствующим патрубкам газогенератора, очистителя или смесителя осуществляется с помощью перекидных гаечных затворов. Шланги при этом входят на некоторую глубину в патрубки и обматываются асбестовым шнуром, пропитанным в графитной мази; сверху крепко навинчивается перекидной гаечный затвор, который сильно сжимает асбестовый шнур, что обеспечивает плотность стыка и прочно соединяет шланг с патрубком. Все соединения металлических шлангов должны быть абсолютно плотны и не должны пропускать воздуха.

На фиг. 53 и 54 показаны несколько видоизмененные схемы установки; так как все изменения не носят принципиального характера, ниже дается общее описание устройства установки, с указаниями в соответствующих местах на те небольшие различия в конструкции отдельных агрегатов, которые можно заметить при сравнении приведенных схем.

Газогенератор расположен с левой стороны по ходу автомобиля за кабиной и состоит из бункера прямоугольного сечения, топливника с зольником и газо-

вого коллектора с увлажнителем (см. схему газогенераторной установки). На фиг. 55 дан чертеж газогенератора в трех проекциях.

Стенки топливника, в котором происходит процесс газификации, имеют с внутренней стороны облицовку огнеупорными плитами (внутренняя обмуровка). Одно из больших преимуществ этой обмуровки заключается в ее действии в качестве теплового аккумулятора; на длинных спусках под гору, когда отбор газа почти прекращается, а также при остановках автомобиля (до 15 минут), обмуровка аккумулирует в себе такое количество тепла, что уголь в топливнике



Фиг. 53. Схема газогенераторной установки „Виско-Автогаз“ (второй вариант):

1 — топливник; 2 — бункер; 3 — водяная коробка (парообразователя); 4 — газопровод-охладитель; 5 — вентилятор; 6 — очиститель; 7 — смеситель; 8 — воздушный клапан; 9 — колосниковая решетка.

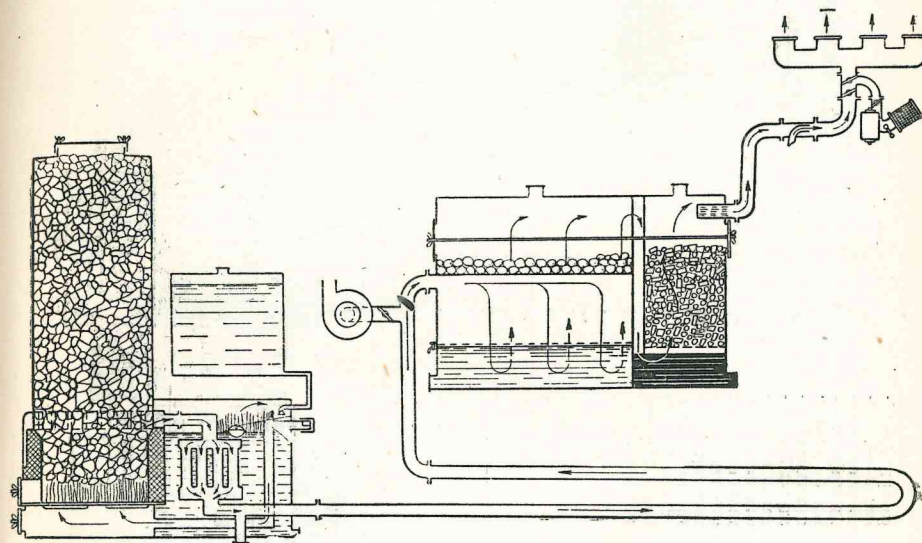
доходит до каления сразу же после появления нагрузки за счет тепла, отдаваемого огнеупорными плитами. В нижней части топливника расположена колосниковая решетка, состоящая из двух секций по 6 сменных колосников в каждой. Колосники, выполненные из жароупорного чугунного литья, вложены в пазы корпуса топливника и не имеют глухого крепления; они удерживаются в надлежащем положении силой тяжести топлива. Благодаря такой конструкции отдельные колосники могут легко выниматься для чистки и замены без необходимости выемки обмуровки.

Под колосниковой решеткой находится зольник, который очищается через специальный люк. Удаление шлака с колосниковой решетки производится через другой люк, расположенный рядом. Крышки обоих люков прижимаются к фланцам люков накладными скобами с центральными болтами.

К корпусу топливника газогенератора со стороны подвода воздуха прикреплен увлажнитель, являющийся одновременно охладителем газа. Увлажнитель имеет поплавок постоянного уровня воды, действующий на клапан; вода поступает в увлажнитель из бака самотеком по трубопроводу, имеющему кран.

Необходимый для горения воздух подается в топливник через трубу под колосниковой решеткой; другой конец воздушной трубы выступает несколько выше уровня воды в увлажнителе и снабжен заслонкой или клапаном (см. различие в схемах на рис. 51, 53 и 54).

Как уже было сказано, газогенератор работает по прямому процессу газификации. В целях повышения коэффициента полезного действия газогенератора и предупреждения чрезмерного повышения температур, в зону горения газогенератора вводятся вместе с воздухом и пары воды, разлагающиеся здесь на



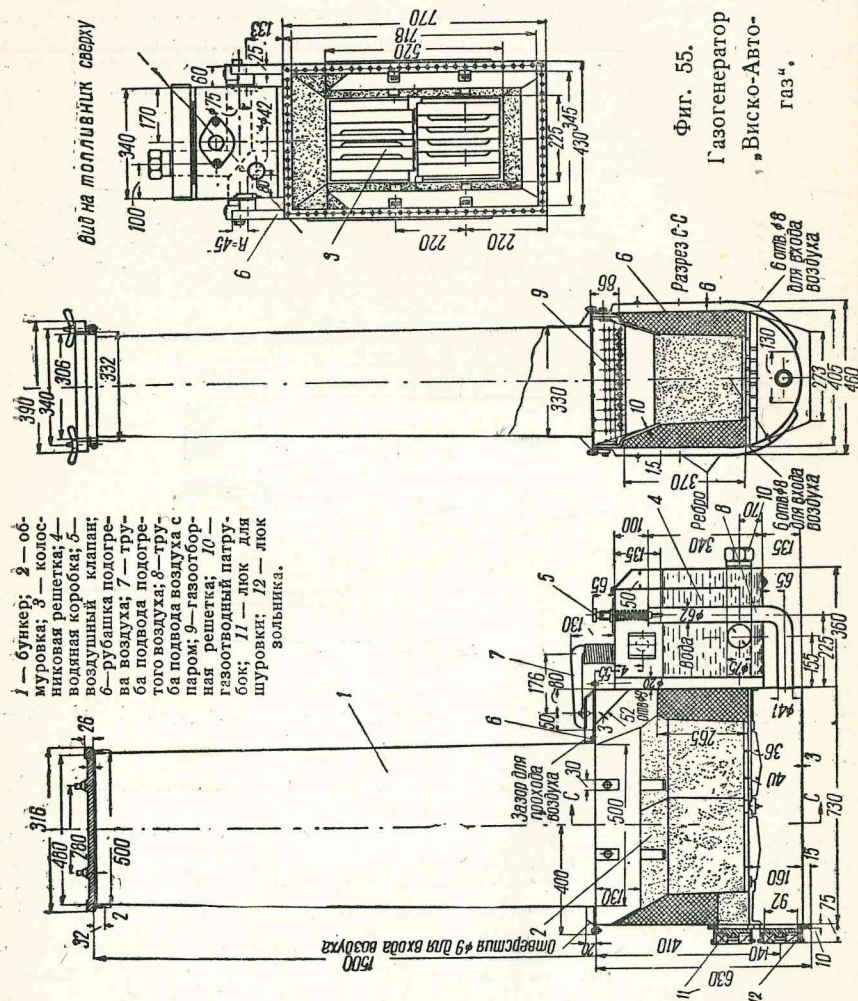
Фиг. 54. Схема газогенераторной установки „Виско-Автогаз“ (третий вариант — тип Н-5).

водород и кислород. Образующийся водород значительно повышает теплотворную способность газа и скорость его воспламенения, а следовательно и мощность двигателя. Можно считать, что благодаря присадке паров воды теплотворная способность попадающей в двигатель газозвушной смеси повышается примерно с 520 до 570  $кал/м^3$ ; это соответствует повышению мощности двигателя примерно на 10%. Присадка паров воды имеет, кроме того, следствием значительное снижение расхода топлива (на 15—20%).

Образование паров воды происходит в увлажнителе; увлажнитель заполняется примерно на одну треть водой до уровня контрольного отверстия, через которое сливается лишняя вода. Подогрев воды осуществляется, во-первых, за счет лучистой теплоты топливника и, во-вторых, за счет тепла выходящего из газогенератора горячего газа, который сначала омывает коробку увлажнителя (проходя по рубашке вокруг нее) и затем попадает в систему труб, помещенных внутри увлажнителя; благодаря этому одновременно осуществляется охлаждение газа.

Воздух поступает сквозь отверстия в передней стенке кожуха газогенератора (фиг. 55) в щель, образуемую кожухом и стенкой топливника; раскаленные стенки топливника, воздух значительно подогревается и далее попадает в увлажнитель. В увлажнителе воздух насыщается образующимися от

нагрева воды парами и вместе с ними попадает через трубу, выходящую над зеркалом воды, в зольник под колосниковую решетку. На трубе, выходящей над уровнем зеркала воды, имеется клапан, перекрывающий доступ воздуха в газогенератор при прекращении работы; в более поздних конструкциях газогенераторной установки „Виско-Автогаз“ (фиг. 54) вместо этого тарельчатого клапана в трубе устроена специальная заслонка, с помощью которой может регулироваться количество подаваемого в газогенератор воздуха.



Фиг. 55.  
Газогенератор  
„Виско-Автогаз“.

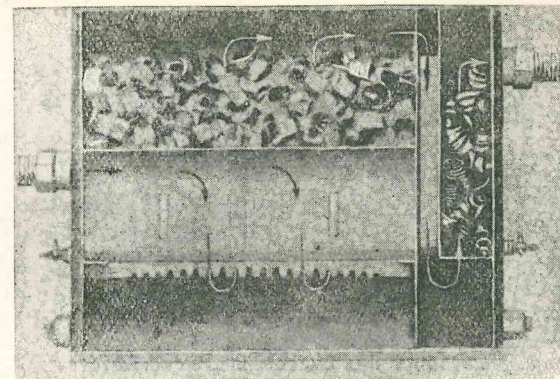
1 — бункер; 2 — обмуровка; 3 — колосниковая решетка; 4 — водяная коробка; 5 — воздушный клапан; 6 — рубашка подвода воздуха; 7 — труба подвода подогретого воздуха; 8 — труба подвода воздуха с паром; 9 — газоотборная решетка; 10 — газоотводный патрубок; 11 — люк для зольника; 12 — люк зольника.

В момент раздувки газогенератора вентилятором заслонка несколько перекрывает трубу, подводящую воздух; это необходимо в виду низкой напряженности газогенератора при раздувке. В случае, если атмосферный воздух будет иметь повышенную влажность, а также при работе на влажном топливе заслонка прикрывается и следовательно количество увлажненного воздуха, поступающего в газогенератор из увлажнителя, уменьшается или прекращается совсем. Для сохранения общего количества воздуха, подаваемого в газогенератор, необходимо при этом открыть золотниковую заслонку, помещенную в специальном патрубке

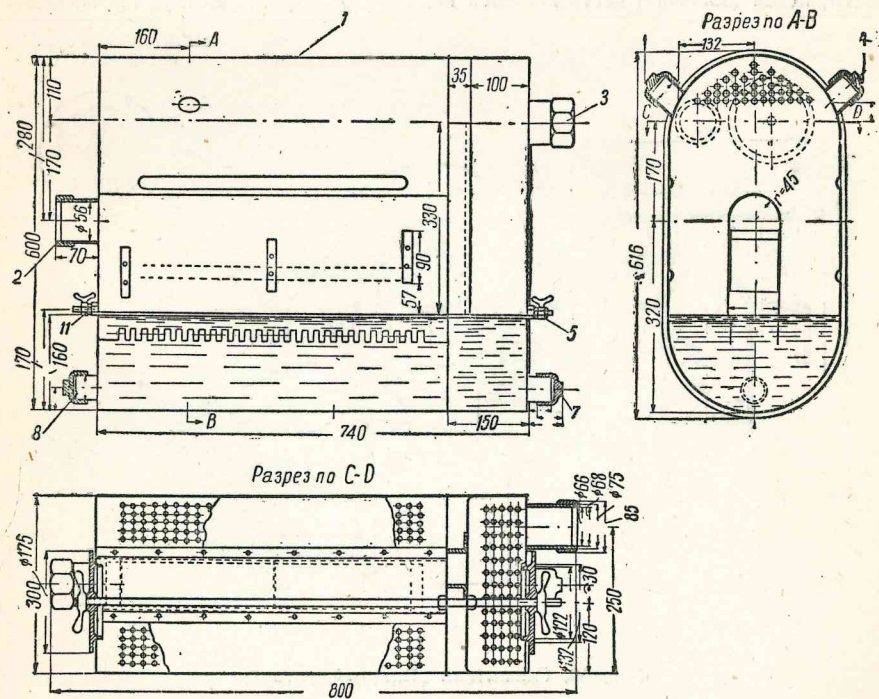
воздушной трубы. Таким образом, в более поздних конструкциях в топливник может засасываться, минуя увлажнитель, атмосферный воздух; соответственным изменением положений обеих заслонок может быть достигнута наивыгоднейшая влажность подаваемого в газогенератор воздуха.

Полученный в газогенераторе газ отсасывается через коллектор, расположенный несколько выше зоны восстановления. Отсос газа производится через щели, расположенные в трех сторонах газогенератора (передней и двух боковых).

Низким расположением места отвода газа из газогенератора достигается особенно высокая гибкость работы; кроме того, независимо от уровня загруженного топлива в бункере, из газогенератора отводится газ постоянного состава.



Фиг. 56. Очиститель „Виско-Автогаз“.



Фиг. 57. Очиститель „Виско-Автогаз“ (модифицированная конструкция):

1 — корпус очистителя; 2 — патрубок подвода газа; 3 — патрубок отвода газа; 4 — загрузочные люки; 5 — контрольный кран для масла; 6 — водоотливный патрубок; 7 — спускная пробка для масла; 8 — спускная пробка для воды; 9 — распорка; 10 — ребра жесткости; 11 — контрольный кран для воды; 12 — прокладка.

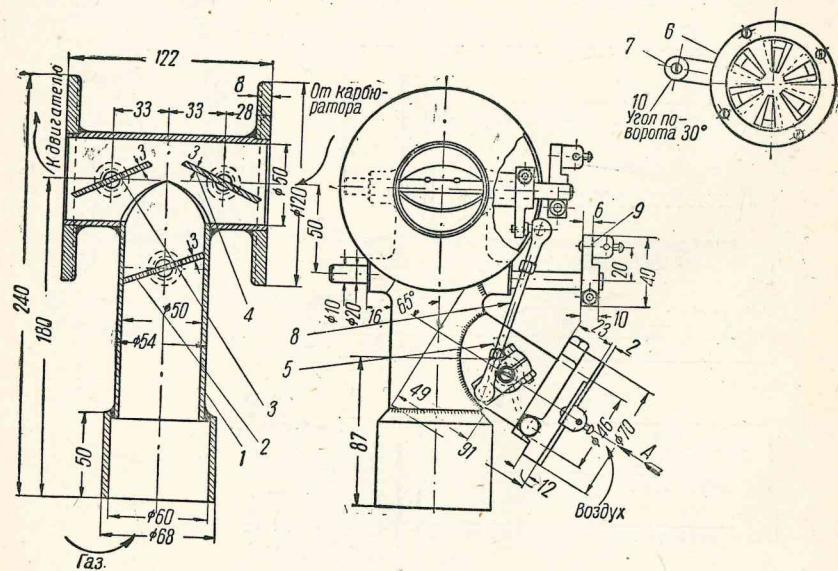
Газ из коллектора поступает в трубу, разветвления которой образуют в увлажнителе своего рода радиатор, омываемый водой. Проходя через трубы радиатора, газ отдает часть своего тепла воде, которая подогревается, что способствует парообразованию; одновременно значительно охлаждается и сам газ. Следуя дальше, газ проходит по охлаждательному газопроводу, который все время омывается наружным воздухом; в охлаждательном газопроводе генераторный газ отдает его стенкам и омываемому стенкам воздуху еще часть своего тепла и затем поступает в корытообразную коробку водяного фильтра, являющегося одной из частей очистителя. Здесь происходит очистка газа от мелких частиц угля, сажи, песчинок обмуровки и т. д.



Фиг. 58. Общий вид смесителя „Виско-Автогаз“.

Очиститель (фиг. 56) представляет собой четырехугольный бак, разделенный двухстенной вертикальной перегородкой на две основные части; левая (большая) часть является водяным фильтром, в котором происходит

Вид на воздушный диск по стрелке А



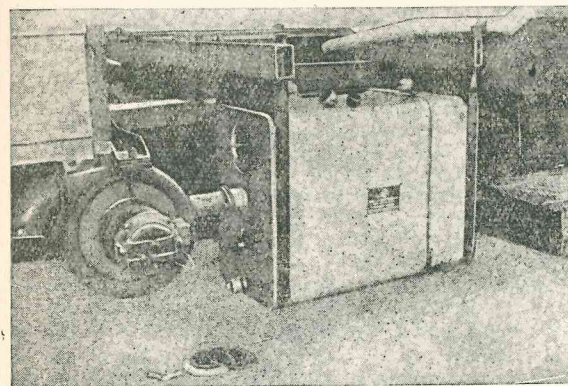
Фиг. 59. Смеситель „Виско-Автогаз“:

1 — корпус смесителя; 2 — газовая заслонка; 3 — дроссель смеси; 4 — заслонка канала карбюратора; 5 — воздушная заслонка; 6 — воздушный диск; 7 — рычажок воздушного диска; 8 — синхронизирующая тяга; 9 — рычаг газовой заслонки; 10 — рычаг заслонки канала карбюратора.

первичная грубая очистка газа, а правая (меньшая) часть образует тонкий масляный фильтр. На фиг. 57 представлен разрез очистителя в трех положениях.

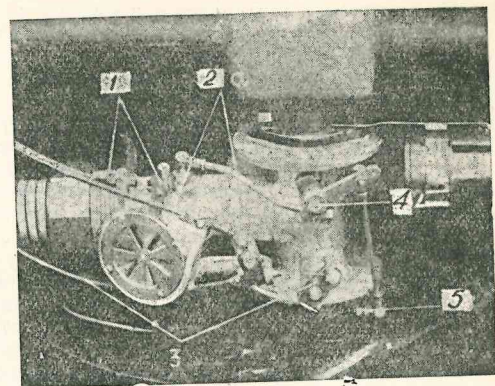
Генераторный газ, подводимый к очистителю непосредственно при входе в левую часть очистителя, попадает в корытообразную коробку, обращенную открытой стороной вниз; коробка расположена в середине водяного фильтра и при помощи дырчатых пластин с гребнями соединяется со стенками очистителя, чем разделяет водяной фильтр на верхний и нижний резервуары. Пространство под пластинами заполняется водой до уровня, при котором нижняя кромка коробки оказывается несколько утопленной (на 50 мм); нормальный уровень воды обеспечивается контрольным краником. Заполнение очистителя водой производится через два патрубка, расположенные в верхней стенке очистителя. Пространство над пластинами заполняется пробковой стружкой, которая засыпается через специальный люк.

Масляный фильтр тоже разделен на две части горизонтально расположенной дырчатой пластиной. Нижняя часть фильтра заполнена маслом, представляющим собой смесь отработанного масла из двигателя с керосином (пропорция — 3 части керосина на 2 части масла). Уровень масла неодинаков с уровнем воды и контролируется краником. Масло заливается через расположенную в верхней части пробку, а для спуска масла предназначается другая пробка, расположенная внизу. Над пластиной помещаются кольца Рашига (железные или алюминиевые), загружаемые в очиститель через специальный люк.



Фиг. 61. Общий вид очистителя и вентилятора газогенераторной установки „Виско-Автогаз“ на автомобиле.

Крепление люков очистителя достигается при помощи стержня, проходящего через весь очиститель и барашков. Генераторный газ попадает сначала по входному патрубку в корытообразную коробку очистителя, заполняя все ее пространство. Так как нижняя кромка коробки утоплена в воде, газ вынужден проходить через воду, освобождаясь при этом от пыли; подымаясь затем в виде пузырьков вверх через слой пробковой стружки, газ оставляет в ней зажатые капельки влаги. Таким образом газ попадает в верхний резервуар водя-



Фиг. 60. Схема управления смесителем „Виско-Автогаз“:

1 — диск регулировки подачи воздуха и воздушная заслонка; 2 — газовая заслонка; 3 — заслонка канала карбюратора; 4 — дроссель смеси; 5 — дроссель карбюратора.

ного фильтра и отсюда через канал, образованный двухстенной перегородкой, в масляный фильтр. Проходя через слой масла, газ получает тонкую очистку, а в кольцах Рашига он освобождается от масла. Газ выходит из очистителя через верхний патрубок в передней (по ходу автомобиля) его стенке.

Из очистителя газ подается в смеситель, показанный на фиг. 58 и 59.

Смеситель „Виско-Автогаз“ работает с автоматической регулировкой подачи воздуха и имеет специальную добавочную заслонку жидкого топлива; он монтируется между карбюратором и всасывающим коллектором двигателя. Смеситель выполнен в виде Т-образного патрубка и крепится двумя противоположными фланцами к всасывающему коллектору двигателя и к патрубку карбюратора. Центральная труба смесителя снабжена в месте соединения с газопроводом нарезкой, в которую последний и ввинчивается; в центральную трубу входит сбоку воздушная труба, в середине которой имеется заслонка, а на внешнем конце — передвижной диск для регулировки подачи воздуха.

На фиг. 60 показана схема управления смесителем. Подача воздуха в смеситель регулируется посредством диска регулировки подачи воздуха; дроссель смеси связан с диском регулировки воздуха, вследствие чего с увеличением его открытия в смеситель автоматически подается добавочный воздух.

Привод дроссельных заслонок карбюратора и смесителя и диска регулировки подачи воздуха осуществляется тросами Боудена.

Для первоначальной раздувки газогенератора предназначен центробежный вентилятор, имеющий электрический привод.

Вентилятор виден на фиг. 61; помещается вентилятор перед очистителем и крепится на консоли. Патрубок, ведущий к вентилятору, снабжен заслонкой, управляемой поворотом рукоятки, расположенной непосредственно на оси заслонки.

### Основные данные и размеры газогенераторной установки „Виско-Автогаз“

#### Газогенератор

##### Бункер:

Емкость . . . . .	0,65 м
Наружные размеры	Высота . . . . . 1500 мм
	Большая сторона . . . . . 700 "
	Меньшая " . . . . . 500 "

Размеры загрузочного люка — 300 × 500 мм.

##### Топливник:

Емкость . . . . .	0,108 м
Внутренние размеры	Высота . . . . . 350 мм
	Большая сторона . . . . . 750 "
	Меньшая " . . . . . 410 "

##### Колосники:

Длина . . . . .	310 мм
Ширина (большая по сечению) . . . . .	33 "

##### Газовый коллектор:

Количество щелей . . . . .	59
Размер сечений . . . . .	60 × 8 мм

##### Корпус топливника:

Наружные размеры	Высота . . . . . 820 мм
	Большая сторона . . . . . 970 "
	Меньшая " . . . . . 610 "

Размеры люков топки — 180 × 240 мм.

##### Увлажнитель:

Емкость . . . . .	47 л
Наружные размеры	Высота . . . . . 300 мм
	Большая сторона . . . . . 570 "
	Меньшая " . . . . . 250 "

##### Труба, подводящая воздух:

Наружный диаметр . . . . .	75 мм
----------------------------	-------

##### Водяной бак:

Емкость . . . . .	98 л
Наружные размеры	Высота . . . . . 225 мм
	Большая сторона . . . . . 760 "
	Меньшая " . . . . . 620 "

#### Очиститель

##### Общие размеры очистителя:

Высота . . . . .	600 мм
Большая сторона . . . . .	820 "
Меньшая сторона . . . . .	400 "

##### Водяной фильтр:

Емкость . . . . .	45 л
Расстояние от дна до уровня воды . . . . .	160 мм
Наружные размеры	Высота . . . . . 600 "
	Большая сторона . . . . . 600 "
	Меньшая " . . . . . 400 "

##### Масляный фильтр:

Емкость . . . . .	7 л
Расстояние от дна до уровня масла . . . . .	180 мм
Наружные размеры	Высота . . . . . 600 "
	Большая сторона . . . . . 400 "
	Меньшая " . . . . . 220 "

##### Охлаждающий газопровод:

Длина . . . . .	7900 мм
Наружный диаметр . . . . .	76 "

#### Смеситель

Внутренний диаметр воздушной трубы . . . . .	55 мм
" " " газовой трубы . . . . .	68 "

### 3. Газогенераторная установка „Булльгаз“

Газогенератор „Булльгаз“, показанный на фиг. 62, работает по опрокинутому процессу газификации с центральной подачей воздуха.

Он состоит в основном из двух кожухов — внутреннего (бункера), образующего в нижней своей части конический топливник, и наружного, представляющего собой относительно короткий цилиндрический резервуар, в который и вставляется бункер. Нижняя часть наружного кожуха образует зольник, снабженный двумя люками для чистки от золы и шлака.

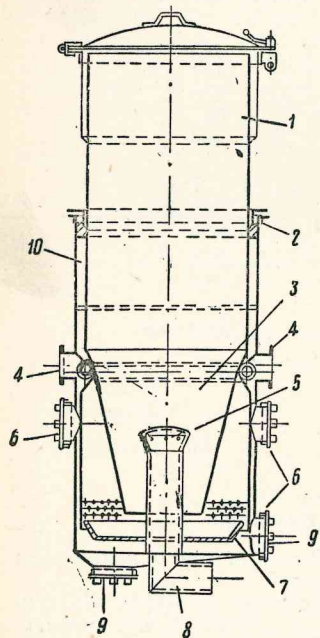
Воздух подводится в газогенератор снизу по специальной воздушной трубе через центральное многоструйное сопло. Полость вокруг топливника, имеющего внизу колосниковую решетку, заполнена древесным углем до уровня верхних люков; последние служат для чистки этой полости газогенератора, а также для загрузки в нее угля. Применение обкладки топливника углем устраняет возможность коробления топливника при высоких температурах процесса газификации и повышает таким образом срок его службы. Отвод генераторного газа производится через патрубок, расположенный несколько ниже верхнего края топливника.

Газогенератор „Булльгаз“ может по заявлению фирмы работать также и на древесных чурках. При этом образующаяся в результате подсушки и сухой перегонки древесины уксусная кислота и другие продукты собираются в верхней части газогенератора и отводятся отсюда по спускной трубке.

На фиг. 63 показано расположение всей газогенераторной установки „Булльгаз“ на автомобиле. Газ идет из газогенератора в батарею горизонтальных очистителей-охлаждавателей, расположенных один над другим в задней части автомобиля за кузовом. Выходящий из очистителей-охлаждавателей газ подводится к сме-

сителю на двигателе по длинной трубе, проходящей под рамой автомобиля и поэтому хорошо охлаждаемой встречным воздухом. В систему газопровода включен электрический вентилятор, служащий здесь для усиления тяги во всей установке; перед вентилятором и сразу после него установлены два конденсационных бачка.

На фиг. 64 показан инерционный очиститель-охладитель газогенераторной установки „Булльгаз“ — цилиндрический резервуар с дырчатыми дисками. Каждый диск имеет по девять отверстий, диаметром в 33 мм, причем последние смещены относительно отверстий смежного диска; все диски имеют тол-

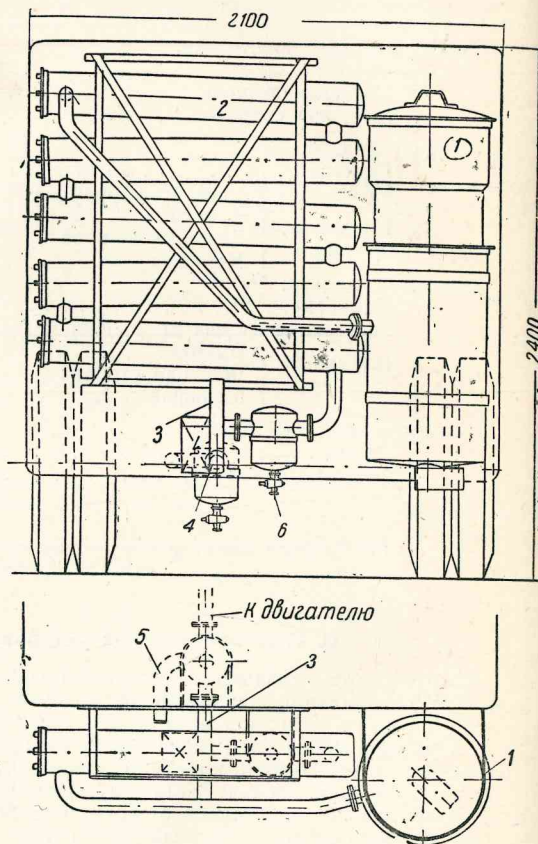


Фиг. 62. Газогенератор „Булльгаз“:

1 — бункер; 2 — прокладка между наружным кожухом и бункером; 3 — топливник; 4 — газоотводные патрубки; 5 — центральное воздушное сопло; 6 — люки для очистки; 7 — колосниковая решетка; 8 — воздушная труба; 9 — люки зольника; 10 — наружный кожух.

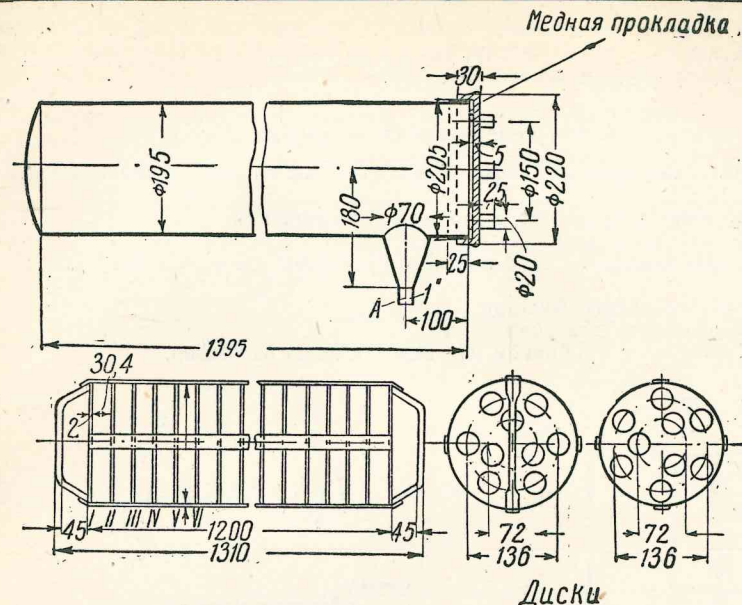
щину в 2 мм и приварены к четырем длинным планкам размером 1200 × 20 × 3 мм. Цилиндры закрываются крышками с четырьмя специальными кулаками, служащими для плотного привертывания крышки; между крышкой и фланцем цилиндра проложена медная прокладка. Таких цилиндров в батарее четыре; пятый элемент батареи представляет собой также цилиндрический резервуар с помещенным в нем двойным фильтром. Фильтр этот виден на фиг. 65; газ проходит через два слоя фильтрующей материи и получает при этом тонкую очистку.

Из последнего цилиндра батареи газ поступает в смеситель (фиг. 66), работающий по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха. Вход газа

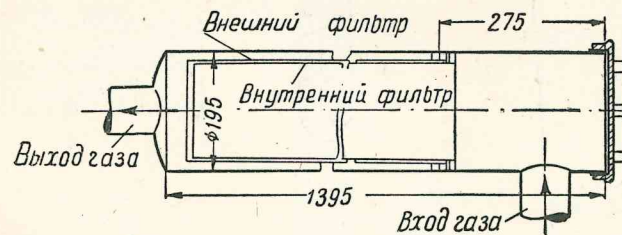


Фиг. 63. Монтажная схема газогенераторной установки „Булльгаз“ на автомобиле:

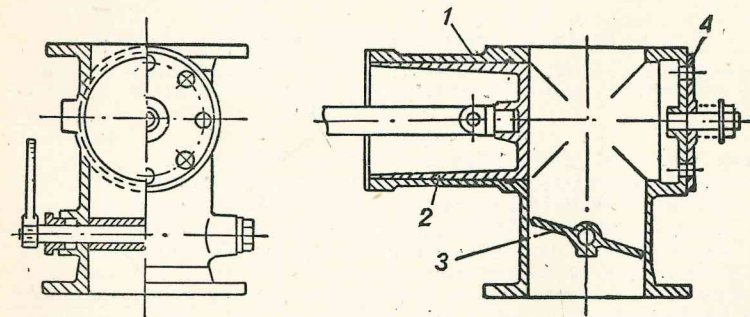
1 — газогенератор; 2 — очиститель-охладители; 3 — вентилятор; 4 — выход газа; 5 — трубка для пробы газа при розжиге; 6 — спускной кран для конденсата.



Фиг. 64. Очиститель-охладитель „Булльгаз“.



Фиг. 65. Последний элемент очистителя „Булльгаз“ (тонкий фильтр).



Фиг. 66. Смеситель „Булльгаз“:

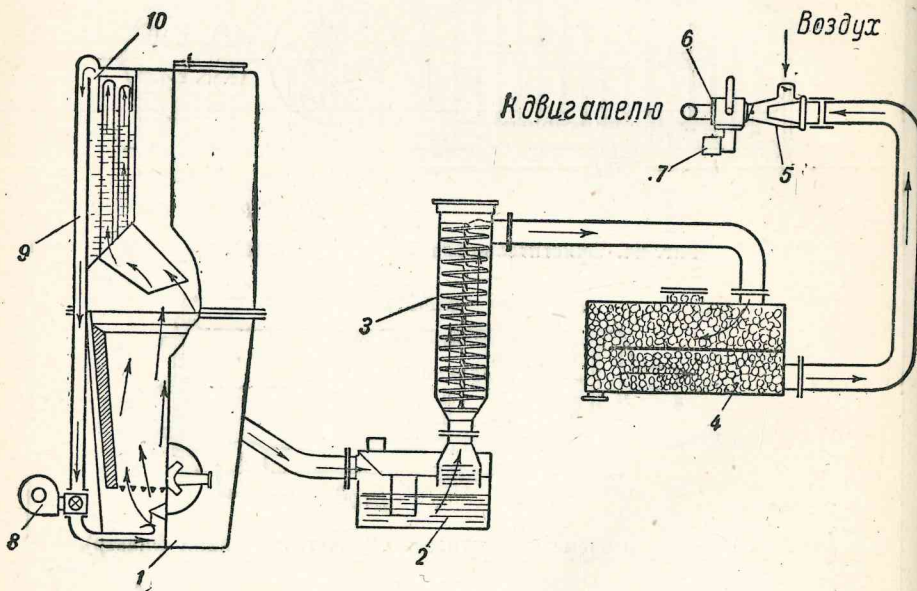
1 — корпус смесителя; 2 — поршневая заслонка газа; 3 — дроссель смеси; 4 — вращающийся воздушный диск.

регулируется поршневой заслонкой, а вход воздуха — вращающимся диском с отверстиями; горизонтально движущаяся поршневая заслонка может полностью перекрывать вход газа в корпус смесителя. Количественная регулировка осуществляется нормальным дросселем смеси.

#### 4. Газогенераторная установка „Ганза“

Газогенераторная установка „Ганза“ состоит из следующих основных агрегатов:

- газогенератора прямого процесса газификации;
- жидкостного очистителя;
- поверхностного очистителя со спиральными проволочными щетками-ершиками;
- тонкого сухого фильтра;
- вентилятора для розжига и
- смесителя с тройником для переключения на бензин.



Фиг. 67. Схема газогенераторной установки „Ганза“:

1 — газогенератор; 2 — жидкостный очиститель; 3 — щеточный очиститель; 4 — коксовый очиститель; 5 — смеситель; 6 — тройник; 7 — карбюратор; 8 — вентилятор; 9 — паровоздушный канал; 10 — парогенератор.

Схема газогенераторной установки показана на фиг. 67.

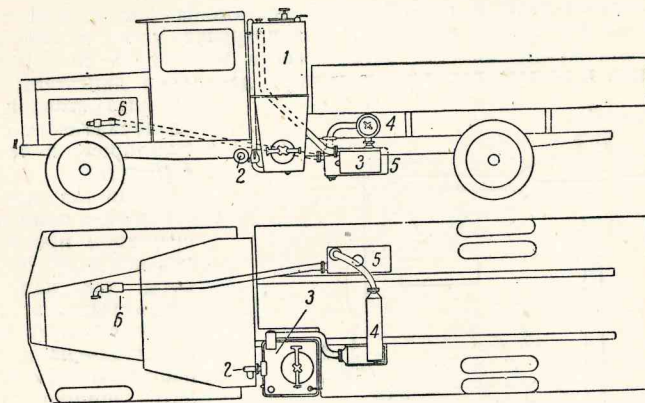
Газогенератор представляет собой сварной кожух, верхняя половина которого выполнена в виде цилиндра, а нижняя — в виде конуса. Внутри этого наружного кожуха находится бункер, образующий в нижней своей части топливник, обмурованный жароупорными плитками, и система трубопроводов парогенератора. Под топливником имеется колосниковая решетка.

Особым отличием газогенератора „Ганза“ от других древесноугольных генераторов прямого процесса является принятый способ подвода и смешения воздуха, необходимого для горения, с парами воды. Теплота отсасываемого газа используется не только для образования паров воды, но также и для сильного подогрева подающегося в газогенератор воздуха; для этой цели горячий газ по воронке подводится в систему трубопроводов специального устройства парогенератора.

нератора. Воздух подогревается предварительно примерно до  $90^{\circ}\text{C}$  и затем насыщается паром; образующаяся паровоздушная смесь подается в зону горения газогенератора.

Большой интерес представляет также оригинально разработанная система охлаждения и очистки газа. Первичное охлаждение газа происходит в системе охлаждающих трубок парогенератора, где содержащиеся в газе пары воды охлаждаются до точки росы. Выходящий из газогенератора газ подается сначала в жидкостный очиститель, где газ оставляет мелкие частицы угля и пыли. Затем он попадает в поверхностный очиститель, представляющий собой цилиндр, заполненный спирально расположенными проволочными щетками-ершиками; здесь происходит вторичная грубая очистка от вредных примесей. И наконец отсюда газ подается в тонкий сухой фильтр — прямоугольный железный резервуар, заполненный мелким сухим коксом; наряду с тонкой очисткой здесь происходит также и охлаждение газа до  $20-30^{\circ}\text{C}$ .

Из тонкого фильтра газ подводится по длинной трубе в смеситель, работающий по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха. На конец газовой



Фиг. 68. Монтажная схема газогенераторной установки „Ганза“ на автомобиле:

1 — газогенератор; 2 — вентилятор; 3 — жидкостный очиститель; 4 — щеточный очиститель; 5 — коксовый очиститель; 6 — смеситель.

трубы, подводящей газ в смеситель, насажено специальное коническое сопло, сужающееся в корпусе смесителя, благодаря чему увеличивается скорость входящего в смеситель газа. Так как это сопло сменное, то смеситель можно регулировать, подбирая соответственно сопло такого сечения, которое для данных условий работы обеспечивает наилучшее смешение газа с воздухом.

Благодаря наличию трехходового крана сразу за смесителем, двигатель можно легко перевести на питание бензином.

Вентилятор включен в сеть, подводящую воздух к газогенератору, через трехходовой кран, который ставится в различные три положения:

- при раздувке газогенератора (вентилятор соединен с газогенератором);
- при работе газогенератора (парогенератор соединен с топливником) и
- при остановке (вход воздуха в газогенератор закрыт).

На фиг. 68 показано расположение агрегатов газогенераторной установки на автомобиле. Газогенератор монтируется посредством балки корытного профиля, крепящейся на раме или под рамой; он устанавливается с левой стороны по ходу автомобиля позади кабины водителя. Между деревянными частями платформы и газогенератором должен быть оставлен зазор в 100 мм.

Жидкостный очиститель расположен сразу за газогенератором на уровне его зольника и монтируется на раме с помощью железной скобы. Поверхностный очиститель монтируется перпендикулярно к продольной оси автомобиля на

раме под платформой. Тонкий фильтр расположен с правой по ходу автомобиля стороны и крепится к раме посредством уголков и скоб.

Пуск и обслуживание газогенератора сложнее, чем в других древесноугольных установках. В бункер газогенератора сначала закладывается сверху через загрузочное отверстие древесный уголь (по возможности не больше 30 мм по диаметру кусков), после чего отверстие плотно закрывается. После этого в водяную камеру парогенератора наливается 1,5—2 ведра воды. Затем открывается дверца люка зольника и нижний слой загруженного в газогенератор древесного угля поджигается через люк. Налив в зольник воду до уровня в 2 см, закрывают люк зольника, открывают трехходовой кран вентилятора и включают последний.

Вентилятор приводится в действие электромотором и управляется из кабины водителя. Примерно через 4—5 минут газогенератор выдает годный для пуска двигателя газ. Качество газа определяется при поджигании его у тройника вентилятора: если горящий газ прозрачен и имеет фиолетовый оттенок, раздувку можно прекратить; если в газе видны серые пятна, то раздувку газогенератора нужно продолжать.

Одна загрузка угля в газогенератор достаточна для пробега трехтонного автомобиля на расстояние в 120 км. При догрузке угля (производящейся на остановке) или после стоянки автомобиля в течение 15 минут генератор не теряет режима и выдает газ, вполне годный для пуска двигателя; после длительных стоянок требуется раздувка газогенератора вентилятором в течение 3—4 минут.

Очистка зольника газогенератора производится посредством продувки не чаще, чем через 7—10 дней работы, так как древесный уголь выделяет при сгорании очень мало золы. Чистка щеток-ершиков в поверхностном очистителе производится примерно один раз в месяц. При загрязнении кокса в тонком фильтре его промывают водой из шланга под давлением; такую чистку требуется производить не чаще, чем через месяц работы.

### 5. Газогенераторная установка „Хэрдрих“

Газогенераторная установка „Хэрдрих“ состоит из следующих основных агрегатов:

а) газогенератора опрокинутого процесса газификации с верхним отбором газа; б) центробежного очистителя-циклона; в) охладительного типа.

Схематическое изображение всей установки дано на фиг. 69. Газогенератор „Хэрдрих“ выполнен в виде сварного цилиндрического наружного кожуха, в который вставлен внутренний кожух (бункер), образующий в нижней своей части

диаболообразный свод, являющийся одновременно нижней частью топливника. Верхняя часть топливника (фурменный пояс) вставляется в бункер сверху и примыкает к нижней части так, как это показано на фиг. 69.

Подвод воздуха в газогенератор осуществляется через окно во внешнем кожухе (служащее также для розжига) и через специальные воздухоподводящие трубки.

Вокруг нижней части топливника имеется наружная коническая рубашка, выложенная огнеупорной обмуровкой: благодаря этому в зонах горения и восстановления постоянно поддерживается достаточно высокая температура при различных нагрузках, что обеспечивает постоянный и равномерный состав генераторного газа.

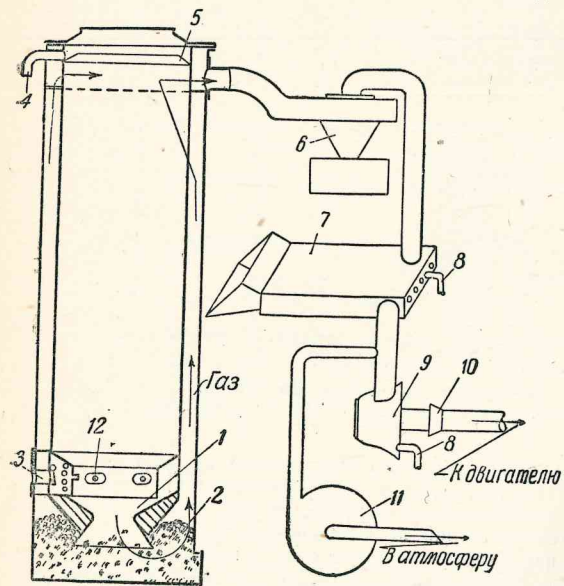
Образующийся в топливнике газ течет под влиянием разрежения, создаваемого двигателем, сначала вниз, а затем, проходя через слой древесного угля, насыпанного на дно наружного кожуха до уровня горловины (наименьшего сечения) топливника, поднимается вверх и проходит в кольцевой полости между бункером и наружным кожухом. Омывая бункер, в который загружено топливо, газ отдает часть своего тепла топливнику и интенсивному выделению паров воды, уксусной кислоты и других продуктов; одновременно газ охлаждается, что значительно понижает температуру его при выходе из газогенератора.

Под загрузочным отверстием газогенератора имеется кольцевой желобок для приемки конденсата продуктов, выделившихся из топлива в результате подогрева бункера газом; конденсат отводится из газогенератора через имеющуюся на уровне желобка трубку.

Газ из газогенератора подводится к центробежному очистителю-циклону, где происходит первая грубая очистка его от мелких твердых частиц „уноса“. Отсюда газ попадает в охладитель, где понижает свою температуру и выделяет содержащуюся в нем влагу в виде конденсата; в охладителе имеется несколько конденсационных трубочек, отводящих конденсат в специальный бачок.

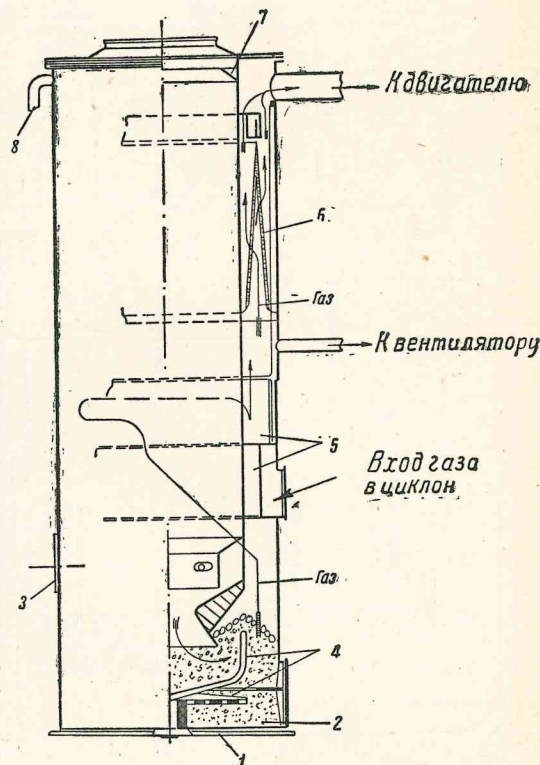
Тонкая очистка газа происходит в тонком очистителе, представляющем собой небольшой резервуар, наполненный теплоустойчивым фильтровальным материалом, на котором задерживаются остатки содержащейся в газе пыли.

Из тонкого фильтра газ подводится к смесителю эжекционного типа: газовая труба, входящая в смеситель, имеет на конце сопло, подающее газ внутрь смесительной камеры.



Фиг. 69. Схема газогенераторной установки „Хэрдрих“:

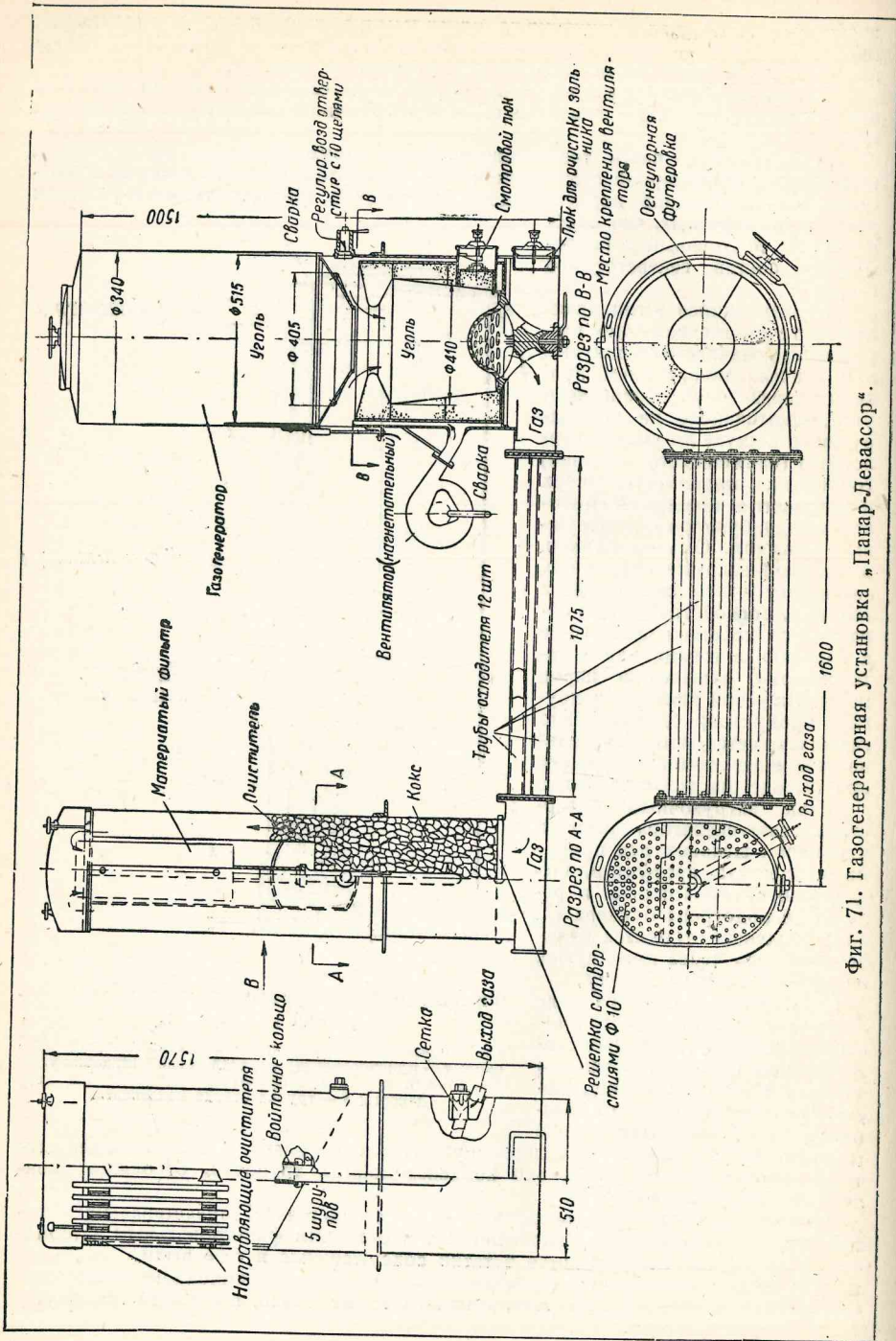
1 — топливник; 2 — древесный уголь; 3 — воздушное и запыльное окно; 4 — трубка отвода конденсата; 5 — желобок для конденсата; 6 — циклон; 7 — охладитель газа; 8 — спускные трубки для конденсата; 9 — тонкий фильтр; 10 — смеситель; 11 — вентилятор; 12 — воздушные трубки.



Фиг. 70. Модифицированная модель газогенератора „Хэрдрих“:

1 — рукоятка для шуровки; 2 — зольник; 3 — воздушное окно; 4 — приспособление для разрыхления шуровки угля; 5 — циклон; 6 — тонкий фильтр; 7 — желобок для конденсата; 8 — трубка отвода конденсата.





Фиг. 71. Газогенераторная установка „Панар-Левассор“.

Воздух засасывается в смеситель через кольцевое пространство, образованное воронкой, стенкой сопла и корпусом смесителя. В целях обеспечения перемешивания относительно толстой струи газа с тонкой пленкой воздуха, газ подводится в смеситель с большей скоростью, чем воздух; для этого сопло имеет сильное сужение, а воздух дросселируется специальной заслонкой.

Раздувка газогенератора осуществляется с помощью электрического вентилятора, включенного между охладителем и тонким фильтром.

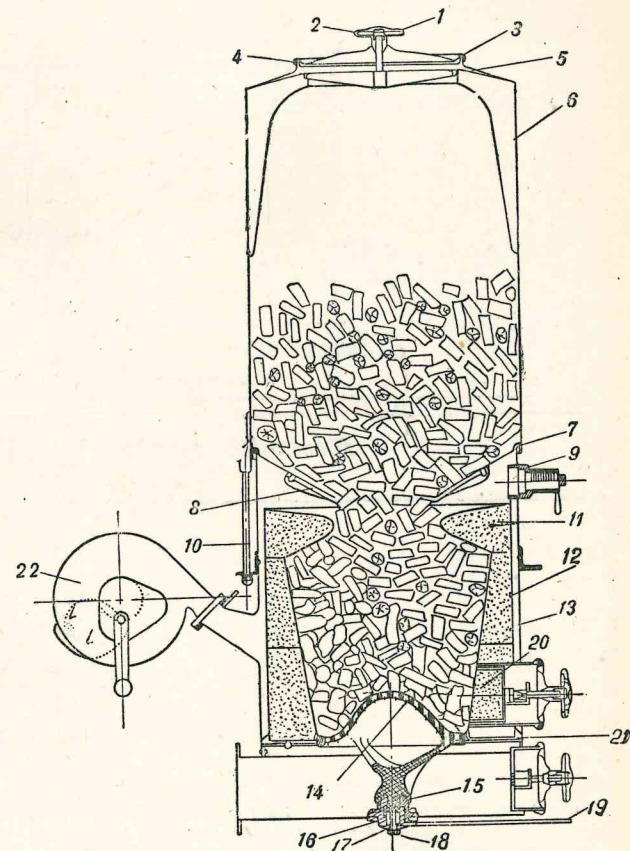
На фиг. 70 показана новая модель газогенератора „Хэрдрих“, в котором вся очистительная аппаратура установки помещена внутри газогенератора; подобное компактное устройство должно заметно уменьшить общий вес установки и облегчить монтаж ее на автомобиле. В нижней части газогенератора под топливником находится специальное приспособление для шуровки угля, имеющее выходящую наружу рукоятку; небольшим поворотом этой рукоятки осуществляется разрыхление насыпанного на колосниковую решетку древесного угля. Зола, образующаяся при сгорании угля, спадает при этом через колосниковую решетку в зольник.

### 6. Газогенераторная установка „Панар-Левассор“

Газогенераторные установки „Панар-Левассор“ выпускаются во Франции для автомобилей с бесклапанными двигателями той же фирмы. Двигатели эти имеют очень выгодную форму камеры сгорания (благодаря отсутствию клапанов и возможности расположить в центре свечу) и повышенный сравнительно с бензиновыми двигателями литраж; это позволяет значительно снизить потери мощности при работе на газогенераторном газе.

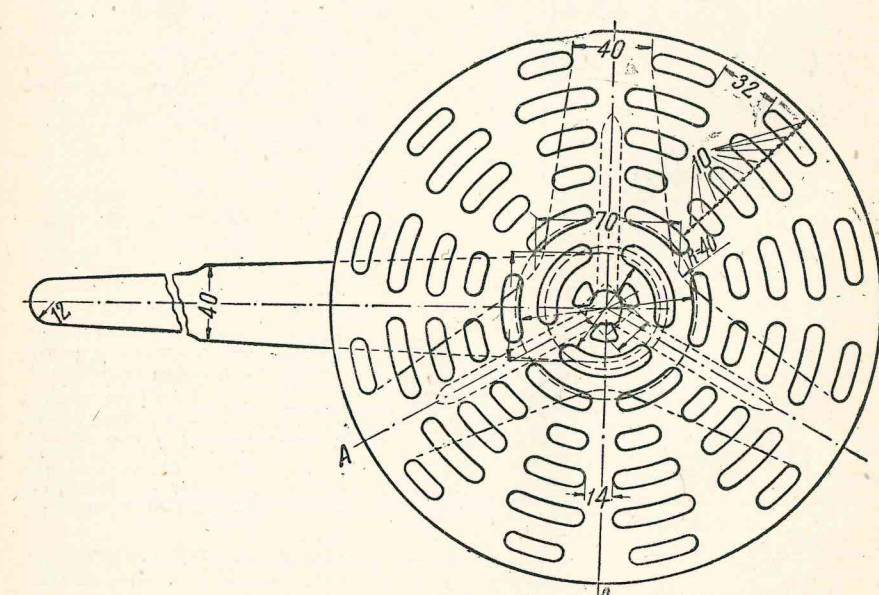
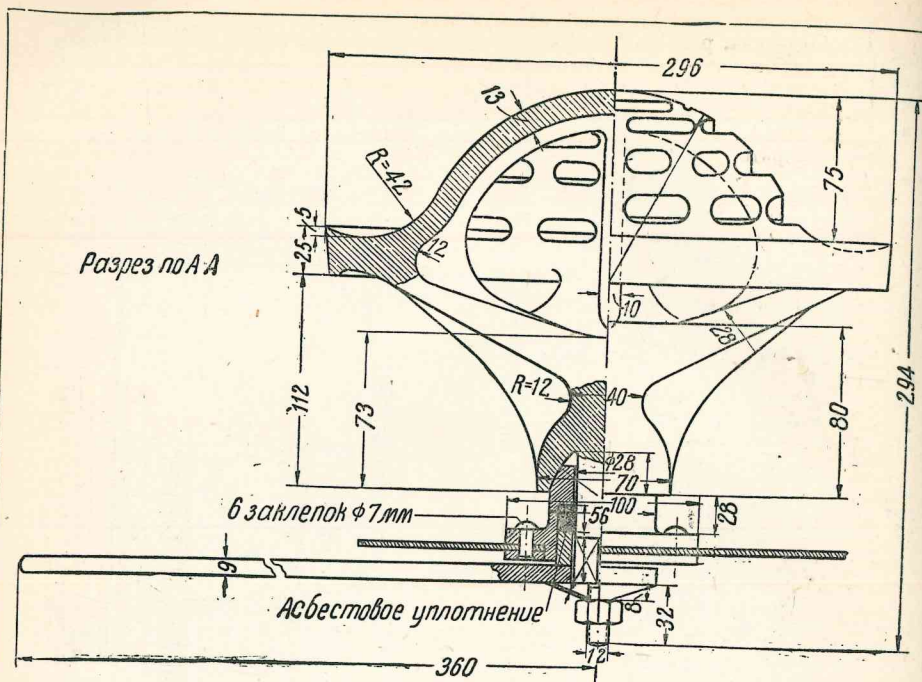
Газогенераторная установка „Панар-Левассор“ состоит из следующих основных агрегатов:

а) газогенератора опрокинутого процесса газификации с периферийной щелевой подачей воздуха (без присадки воды);



Фиг. 72. Газогенератор „Панар-Левассор“:

1 — рукоятка крышки; 2 — деревянная облицовка; 3 — прокладка крышки; 4 — крышка; 5 — опора для скобы; 6 — бункер; 7 — прокладка между бункером и кожухом генератора; 8 — направляющая воронка; 9 — отверстие смотровое и для розжига; 10 — соединительные болты; 11 — огнеупорная направляющая воронка топливника; 12 — внутренний кожух; 13 — наружный кожух; 14 — колосниковая решетка; 15 — асбестовая прокладка; 16 — крепежный болт опоры решетки; 17 — листовая рессорка рукоятки для вращения колосниковой решетки; 18 — центральный опорный болт рессорки-рукоятки; 19 — рукоятка; 20 — обмуровка; 21 — опора для обмуровки; 22 — нагнетающий вентилятор.



Фиг. 73. Колосниковая решетка газогенератора „Панар-Левассор“.

- б) охладителя трубчато-радиаторного типа;
- в) очистителя, работающего по принципу сухой поверхностной очистки;
- г) нагнетающего вентилятора для розжига и
- д) смесителя, работающего по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха с автоматической регулировкой качества смеси.

Схема всей газогенераторной установки показана на фиг. 71.

Газогенератор „Панар-Левассор“ (фиг. 72) представляет собой сварной цилиндр, разъемный посередине. Верхняя половина газогенератора (бункер) оканчивается внизу направляющим конусом, по которому топливо сыпается в среднюю часть топливника. Направляющий конус образует вместе с телом топливника щель для прохода воздуха; последний подается в топливник через полость вентилятора и кольцевое пространство, образуемое топливником и наружным кожухом генератора.

Нижняя половина газогенератора состоит из двух концентрических кожухов. Внутренний кожух образует топливник, выполненный в виде стального цилиндра с внутренней обмуровкой из огнеупорного кирпича. В верхней своей части, образующей плоскость подвода воздуха, топливник имеет резко суженное сечение; в нижней части топливник замыкается вращающейся полусферической колосниковой решеткой (фиг. 73), которая снабжена рукояткой.

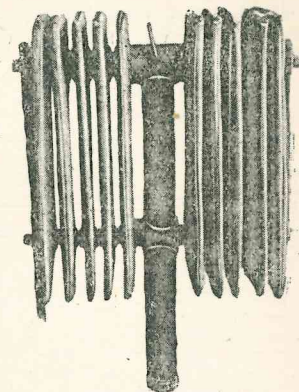
Отбор газа производится снизу через колосниковую решетку и нижнюю коробку, которая одновременно является зольником. Для наблюдения за процессом горения в нижней части газогенератора на уровне колосниковой решетки имеется смотровой люк, закрываемый крышкой с огнеупорным экраном. Для поддержания тления топлива при продолжительных стоянках газогенератор имеет специальное воздухоприемное отверстие, сечение для прохода воздуха в котором регулируется обоймой.

На нижней половине газогенератора смонтирован нагнетающий вентилятор центробежного типа с комбинированным (электрическим и ручным) приводом.

Благодаря наличию разрежения, создаваемого работой двигателя, газ проходит через колосниковую решетку и зольник в соединительный патрубок, связанный с охладителем. Охладитель выполнен в виде радиатора, состоящего из 12 стальных труб, диаметром в 50 мм каждая; он расположен поперек рамы автомобиля и связывает жестко в одну систему газогенератор и очиститель.

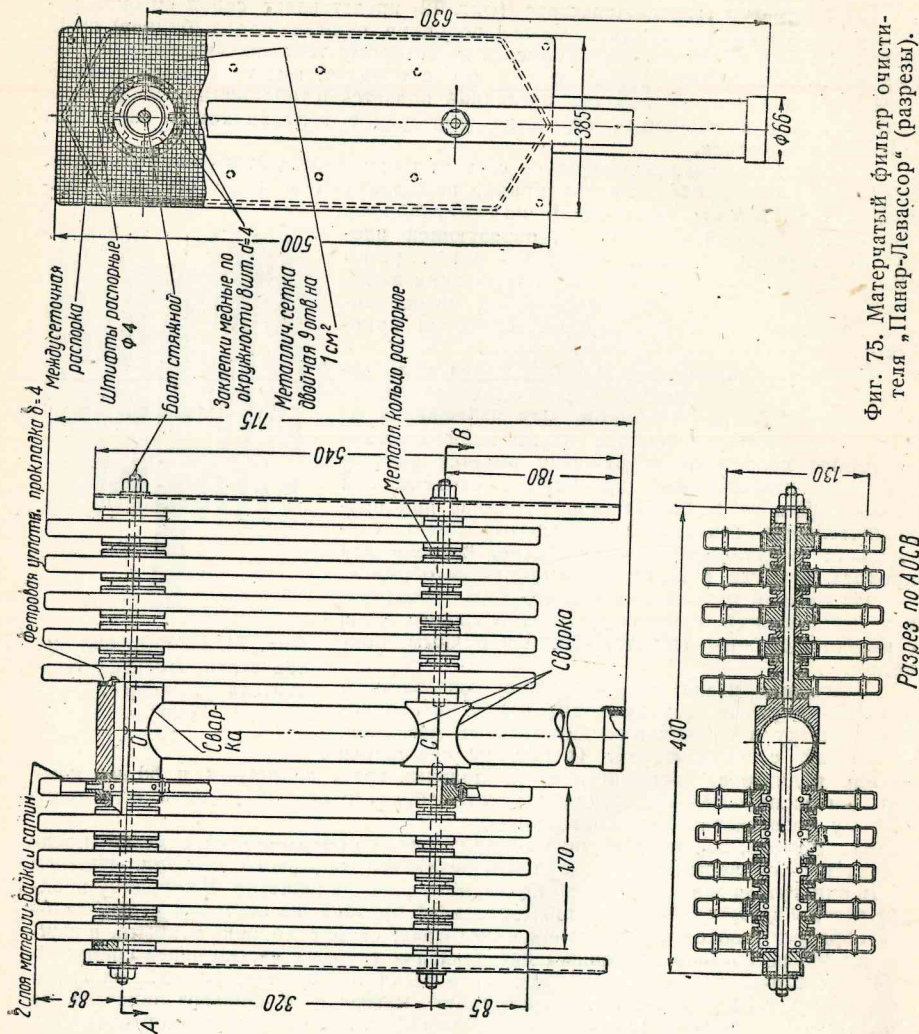
Очиститель, работающий по принципу сухой поверхностной очистки, представляет собой вертикальный стальной резервуар овального сечения. Нижняя часть очистителя заполнена слоем кокса, лежащего на решетке. В середину верхней части очистителя вварена прямоугольная коробка из листовой стали, которая образует газоход вдоль стенок очистителя; сверху коробка открыта, а нижнее днище ее сделано наклонным для удаления твердых частиц через специальный люк в очистителе. Внутрь коробки вставляется смонтированный на трубе матерчатый фильтр (фиг. 74). Конструкция матерчатого фильтра показана на фиг. 75; он состоит из 10 сетчатых каркасов (фиг. 76), обтянутых двойным слоем плотной материи (внутри фланель, снаружи сатин). Элементы фильтра, т. е. обтянутые материей каркасы, монтируются на больших стяжных болтах с распорными втулками; для устранения соприкосновения втулок и гаек с материей употребляются фетровые прокладки.

Поступая в очиститель, газ проходит через слой кокса и далее через широкий газоход, в котором он дополнительно охлаждается; так как, благодаря наличию днища в коробке очистителя, газ не может проникнуть в нее снизу, он поступает в матерчатый фильтр сверху. Уже вследствие резкого изменения направления своего потока газ выделяет пыль и твердые частицы „уноса“;



Фиг. 74. Общий вид матерчатого фильтра очистителя „Панар-Левассор“.

пройдя через матерчатый фильтр, где осуществляется более тонкая очистка, газ выводится из очистителя по сквозной центральной трубе. По выходе из очистителя газ не должен содержать более 1 мг угольной пыли на 1 м<sup>3</sup>. В очистителе, у места выхода газа, имеется специальный патрубок, в который вставляется предохранительная сетка с заглушкой; благодаря этому устраняется



Фиг. 75. Матерчатый фильтр очистителя „Панар-Левассор“ (разрезы).

возможность попадания пламени (в случае отдачи) из двигателя в очиститель. Предохранительные функции сетки заключаются еще и в том, что при порче материи фильтра сетка быстро засорится и прекратит нежелательный доступ грязного газа в двигатель; двигатель при этом автоматически остановится.

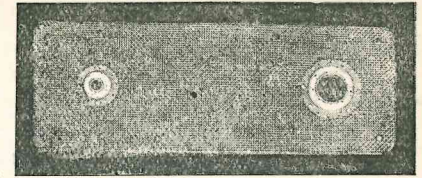
Жестко связанная система газогенератор-охладитель-очиститель монтируется на двух швеллерах, расположенных поперек рамы автомобиля.

Стремление упростить и автоматизировать регулировку работы двигателя на газогенераторном газе привело фирму „Панар-Левассор“ к созданию особой

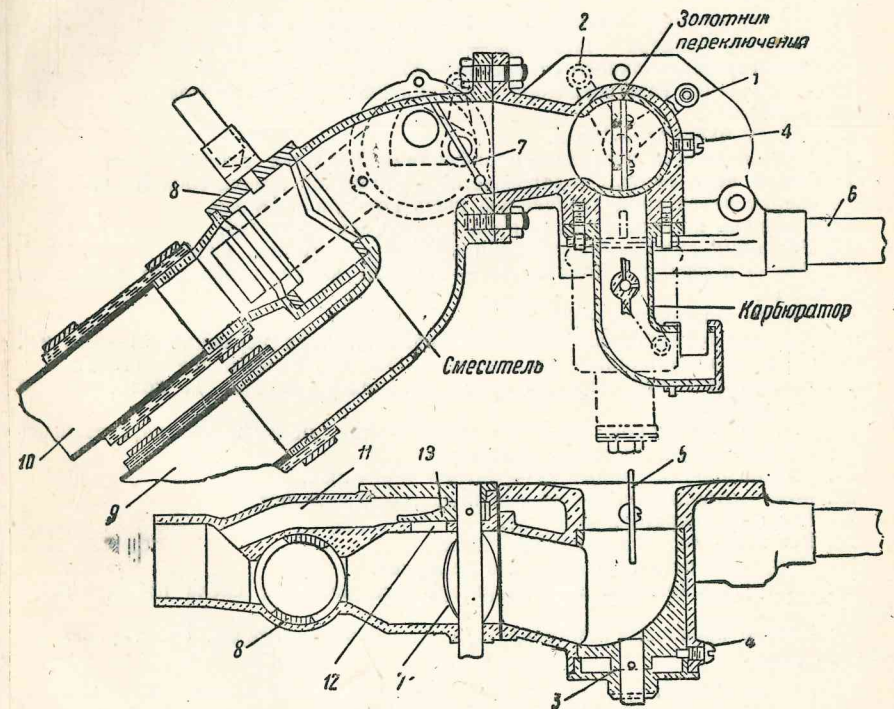
конструкции смесителя, в котором осуществляется автоматическая регулировка воздуха в зависимости от положения дросселя смеси. Смеситель „Панар-Левассор“ показан на фиг. 77; он работает по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха и смонтирован вместе с пусковым бензиновым карбюратором мотоциклетного типа, имеющим диаметр диффузора в 25 мм.

Воздух входит в смеситель через воздушный канал; регулировка количества поступающего в камеру смешения воздуха осуществляется обоймой с окнами оригинального сечения, вращаемой отдельной тягой. Под воздушным каналом имеется газовый канал, соединяющийся с воздушным перед дросселем смеси.

Помимо обоймы, добавочный воздух может поступать к дросселю смеси по обводному каналу, расположенному рядом с обоймой; этот канал соединяется



Фиг. 76. Каркас секции матерчатого фильтра „Панар-Левассор“.



Фиг. 77. Смеситель „Панар-Левассор“:

золотник для переключения на газ; 1 — положение рычага золотника при работе на газе; 2 — положение рычага золотника при работе на бензине; 3 — крышка золотника; 4 — упорный штифт; 5 — заслонка регулятора; 6 — труба регулятора; смеситель: 7 — дроссель смеси; 8 — воздушная обойма; 9 — газовый канал; 10 — воздушный канал; 11 — обводной канал добавочного воздуха; 12 — отверстие для входа добавочного воздуха; 13 — клапан добавочного воздуха (укреплен на оси дросселя 7).

со смесительной камерой отверстием, перекрываемым специальным клапаном, поворот которого синхронизирован с поворотом дросселя. При работе на полных нагрузках воздух поступает в смесительную камеру по обводному каналу,

так как при открытии дросселя открывается и клапан добавочного воздуха. Таким образом осуществляется автоматическая качественная регулировка при изменении режима работы двигателя.

После дросселя газовоздушная смесь проходит через золотник, служащий для переключения с газа на бензин. Количественная регулировка имеет связь с регулятором двигателя посредством специальной заслонки и канала.

Ниже приводятся подробные данные о всей газогенераторной установке „Панар-Левассор“.

### Газогенератор

1. Тип газогенератора — „Панар-Левассор“.
2. Род топлива — древесный уголь.
3. Процесс газификации — опрокинутый.
4. Способ розжига — внутренним факелом с раздувкой вентилятором, имеющим комбинированный привод.
5. Месторасположение вентилятора — перед газогенератором.
6. Форма бункера — цилиндрическая с переходом внизу на усеченный конус.
7. Высота бункера — цилиндра — 760 мм, конуса — 100 мм.
8. Диаметр бункера — цилиндра — 540 мм, конуса — 540 и 200 мм.
9. Диаметр загрузочного отверстия — 315 мм.
10. Тип кожуха газогенератора — цилиндрический, из листовой стали толщиной в 2 мм.
11. Объем бункера — 185 л.
12. Способ подачи воздуха — периферийный; воздух входит через полость нагнетающего вентилятора, подогревается у наружной стенки топливника и подается сверху через концентрическую щель высотой в 25 мм.
13. Площадь живого сечения прохода воздуха — 200 см<sup>2</sup>.
14. Род обмуровки — огнеупорный кирпич и шамотная масса.
15. Форма и размеры топливника — двойной конус, сложенный большими основаниями.
16. Объем топливника — 34 л.
17. Диаметр топливника в плоскости подачи воздуха (наименьший) — 210 мм.
18. Сечение топливника — наименьшее — 346 см<sup>2</sup>, наибольшее — 1320 см<sup>2</sup>.
19. Высота активной зоны (от плоскости подачи воздуха до колосниковой решетки) — 300 мм.
20. Тип колосниковой решетки — цельнолитая, полусферическая, вращающаяся; имеет 56 продолговатых отверстий.
21. Способ очистки зольника — выгреб через люк.
22. Место отвода конденсата — отвода конденсата нет.
23. Вес газогенератора — 187 кг.
24. Вес загруженного топлива — 25 кг.
25. Напряженность горения — 240 кг/м<sup>2</sup>/час.
26. Месторасположение газогенератора — за кабиной, слева по ходу автомобиля.
27. Способ крепления газогенератора — на двух швеллерах, смонтированных поперек рамы.

### Охладитель газа

1. Тип охладителя — радиаторный с 12 трубками.
2. Способ охлаждения — омывание газогенератора, охладителя и очистителя встречным воздухом.
3. Живое сечение для прохода газа — общее — 208 см<sup>2</sup>.
4. Емкость охладителя — 23 л.
5. Поверхность охлаждения — 1,9 м<sup>2</sup>.
6. Месторасположение и способ крепления — под рамой автомобиля, между газогенератором и очистителем (крепление жесткое).
7. Вес охладителя — 24 кг.

### Очиститель газа

1. Тип очистителя — „Панар-Левассор“.
2. Способ очистки газа — поверхностная очистка коксом и матерчатый фильтр.
3. Количество элементов очистки (какие) — один резервуар для кокса и матерчатого фильтра.
4. Поверхность матерчатого фильтра — 2 м<sup>2</sup>.
5. Емкость резервуара очистителя — 220 л.
6. Месторасположение и способ крепления — за кабиной, справа по ходу автомобиля, на поперечных швеллерах вместе с газогенератором.
7. Вес очистителя (полный) — 116 кг.
8. Вес очищающего материала — кокса — 30 кг, матерчатого фильтра с каркасом — 22 кг.

### Смеситель

1. Тип смесителя — „Панар-Левассор“.
2. Способ смешения — с пересекающимися потоками газа и воздуха.
3. Диаметр и сечение газового канала — диаметр — 45 мм, сечение — 16 см<sup>2</sup>.
4. Диаметр и сечение воздушного канала — диаметр — 45 мм, сечение 16 см<sup>2</sup>.
5. Диаметр и сечение канала смеси — диаметр — 50 мм, сечение — 20 см<sup>2</sup>.
6. Количество и назначение заслонок — 1. Дроссель смеси. 2. Воздушная обойма. 3. Золотник переключения. 4. Заслонка карбюратора.
7. Способ пуска двигателя — на бензине или на газе с предварительной раздувкой газогенератора вентилятором.

### 7. Газогенераторная установка „Мальбай“

Газогенераторная установка „Мальбай“ давно выпускается во Франции, но получила широкое распространение только в последнее время; она состоит из следующих элементов:

а) газогенератора прямого процесса газификации с предварительным подогревом воздуха и присадкой к нему паров воды;

б) инерционного очистителя;

в) охладителя;

г) воздуходувки для нагнетания свежего воздуха в охладитель;

д) тонкого фильтра;

е) вентилятора для розжига и

ж) смесителя параллельно-струйного типа.

Общая схема газогенераторной установки „Мальбай“ показана на фиг. 78.

Газогенератор состоит из двух основных частей — отъемного бункера и собственно газогенератора (с паровым котлом), называемого ниже основным кожухом.

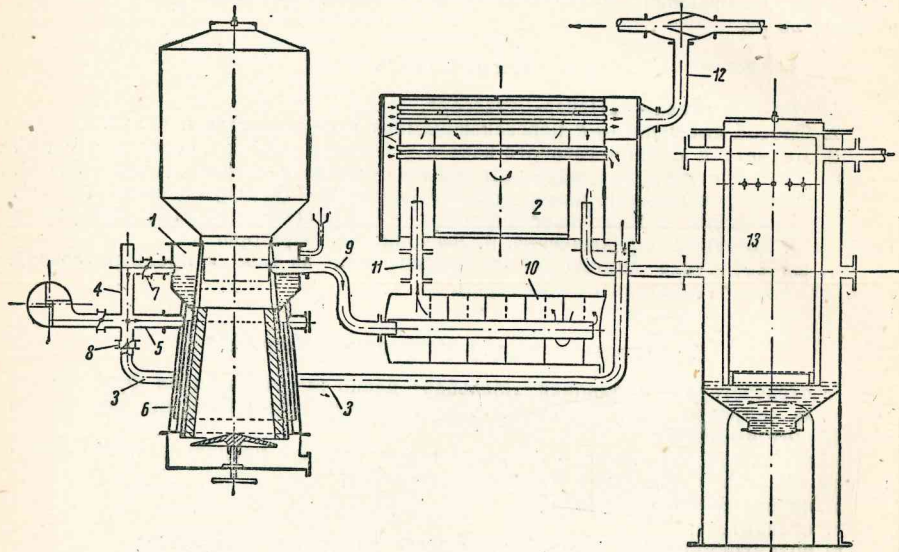
Воронкообразный бункер, служащий для загрузки топливом, укреплен на основном кожухе газогенератора и соединяется своей нижней частью с коническим топливником; в верхней части бункер имеет загрузочное отверстие, плотно закрываемое крышкой. Основной кожух газогенератора состоит из колцеобразного водяного котла и конического резервуара, внутрь которого вставлен топливник, снабженный внутренней обмуровкой. В водяном котле образуется пар; уровень воды в котле поддерживается посредством введенной в него трубки. Из охладителя газа воздух, нагретый за счет тепла, отданного ему в охладителе генераторным газом, подводится в газогенератор по воздушной трубе и перемешивается с подающимся сюда по паровой трубе паром. Паровоздушная смесь входит через трубу в концентрические каналы вокруг топливника и отсюда через колосниковую решетку — в топливник. Посредством имеющихся в воздушной и паровой трубах заслонок можно регулировать состав паровоздушной смеси, подающейся в топливник.

Коническая часть основного кожуха газогенератора переходит внизу в невысокий цилиндрический резервуар, служащий зольником; для очистки зольника предусмотрен специальный люк с крышкой. Колосниковая решетка так

устроена в зольнике, что она может легко вращаться с помощью выходящей наружу рукоятки.

Для наблюдения за процессом газификации и состоянием топливника в основном кожухе газогенератора имеется смотровое отверстие.

Выходящий из газогенератора газ сначала попадает по газоотводной трубе в инерционный очиститель, представляющий собой горизонтальный цилиндрический резервуар с поперечно расположенными простенками, образующими лабиринтный ход для потока газа. Газ проходит в очистителе по центральной трубе и, выходя из нее, направляется к выходному патрубку, несколько раз резко меняя направление своего потока, благодаря расположению простенков в шахматном порядке; при изменениях направления потока газа происходит в силу инерции выделение из газа твердых мелких частиц „уноса“ — пыли, золы и т. д.



Фиг. 78. Газогенераторная установка „Мальбай“:

1 — кольцеобразный котел; 2 — охладитель газа; 3 — воздушная труба; 4 — паровая труба; 5 — труба паровоздушной смеси; 6 — concentric channels around the fuel bed; 7 и 8 — заслонки; 9 — газоотводная труба; 10 — инерционный очиститель; 11 — трубка, соединяющая очиститель с охладителем; 12 — воздуходувка; 13 — тонкий фильтр.

Для облегчения чистки цилиндрического инерционного очистителя в одной его стороне имеется отверстие с фланцем, на котором крепится легко снимаемая крышка.

Из инерционного очистителя газ попадает в охладитель, который выполнен в виде резервуара, заполненного рядом тонких газопроводных трубок, омываемых нагнетаемым в резервуар с помощью воздуходувки свежим воздухом; проходя по системе трубок, газ охлаждается и отдает большую часть своего тепла воздуху, который отсюда подается в газогенератор, предварительно насыщаясь паром. Охлажденный газ поступает в тонкий фильтр.

В некоторых конструкциях газогенераторной установки „Мальбай“, предназначенных для двигателей малых и средних мощностей, обеспыливание газа объединено с охлаждением; вместо инерционного очистителя и охладителя применяется объединенный компактный агрегат (очиститель-охладитель), где однако сохраняются те же принципы очистки и охлаждения газа.

## 8. Газогенераторная установка „Гоэн-Пулен“

В последнее время во Франции широко применяется газогенератор „Гоэн-Пулен“, устанавливаемый на автомобили грузоподъемностью от 1,5 до 8 т,

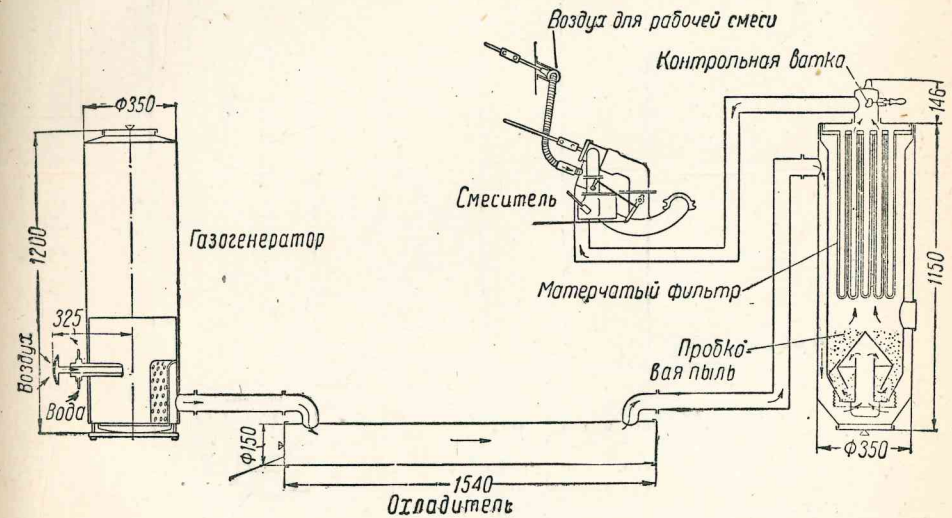
а также на легковые автомобили; он работает на бессмольных топливах (древесный уголь, кокс, антрацит) и отличается исключительно компактной и легкой конструкцией.

Газогенераторная установка „Гоэн-Пулен“ состоит из следующих агрегатов:

- а) газогенератора горизонтального процесса газификации;
- б) трубы-охладителя;
- в) очистителя, объединяющего два способа очистки — инерционный и поверхностный;
- г) смесителя типа „Рено“, работающего по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха, и
- д) карбюратора типа „Солекс“ для пуска двигателя.

На фиг. 79 показана общая схема всей установки.

Вес газогенератора для легкового автомобиля составляет всего 20 кг, а для пятитонного грузовика — около 80 кг. Ниже приводится описание газогенератора, устанавливаемого на двухтонный грузовик; вес этого газогенератора — 61 кг, а вес всей газогенераторной установки в сборе — 140 кг.



Фиг. 79. Схема газогенераторной установки „Гоэн-Пулен“.

На фиг. 80 показана конструкция газогенератора.

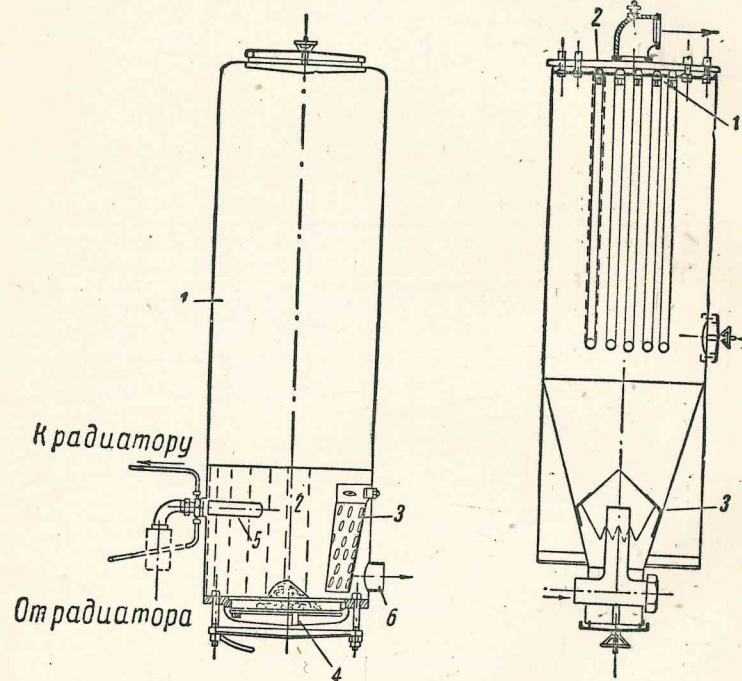
Верхний пояс (бункер) выполнен из трехмиллиметровой листовой стали. Нижний пояс газогенератора, выполненный из шестимиллиметровой листовой стали, представляет собой топливник. Перед трубой отвода газа в топливнике наклонно установлена колосниковая решетка, препятствующая уносу мелких частиц топлива, т. е. осуществляющая первую очистку газа. Внизу находится зольниковая крышка большого диаметра, при открытии которой зола свободно выпадает из газогенератора. Воздух, необходимый для газификации, подводится сбоку через двухстенное горизонтальное сопло, отлитое из чистой меди и имеющее водяное охлаждение. Сопло ввинчивается в сваренную в стенку топливника гильзу и соединяется двумя медными трубками с водяным радиатором двигателя; конец сопла на 50 мм не доходит до центра камеры топливника. Газ отводится со стороны, противоположной подаче воздуха, причем ось газоотводной трубы смещена относительно оси воздушного сопла на 90 мм вниз.

Из газогенератора газ подводится сначала к охладителю, представляющему собой трубу диаметром в 150 мм и длиной в 1540 мм, монтирующуюся поперек рамы автомобиля. Отсюда газ поступает в очиститель — вертикальный цилиндр,

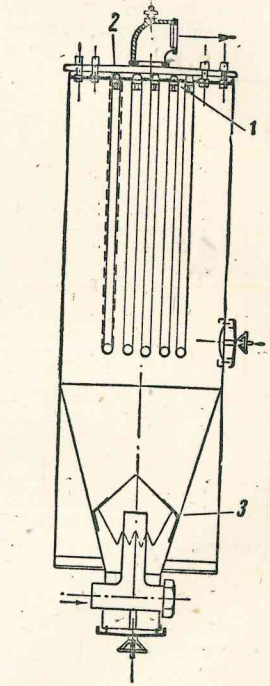
в котором находится матерчатый фильтр, состоящий из пяти секций, и отражательный конус.

Очиститель показан на фиг. 81. Секции матерчатого фильтра подвешены на пластине, соединенной болтами с крышкой очистителя. В нижней части очистителя имеется усеченный отражательный конус, служащий для улавливания мелкой угольной пыли, сажи и т. д. Газ подводится в очиститель снизу, ударяется на дно. Далее газ проходит через матерчатые фильтры и отводится через верхнюю трубу.

На фиг. 82 показана несколько иная конструкция очистителя „Гоэн-Пулен“. Здесь, кроме матерчатых фильтров и отражательного конуса, предусмотрена еще



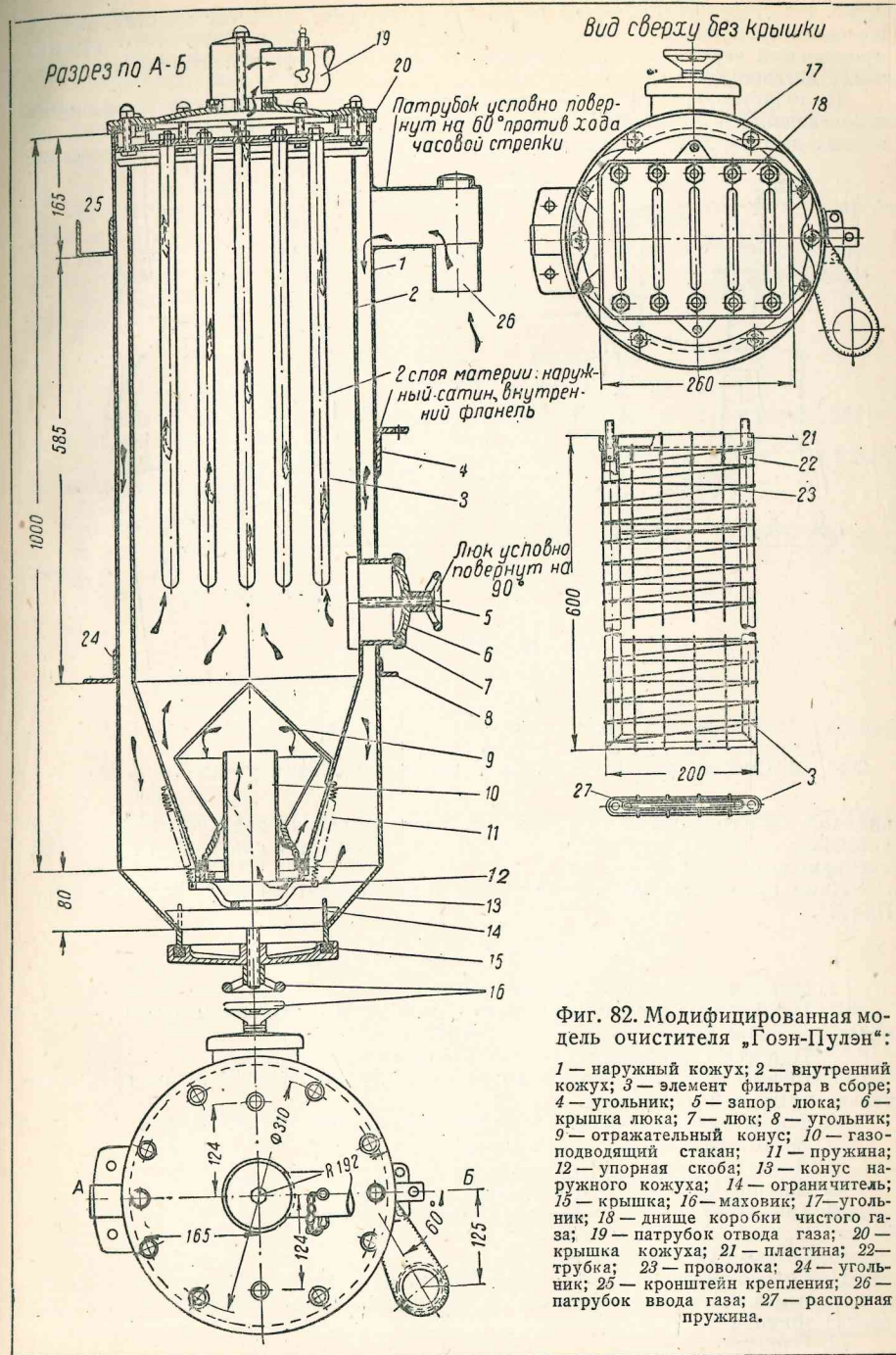
Фиг. 80. Газогенератор „Гоэн-Пулен“:  
1 — бункер; 2 — топливник; 3 — наклонная колосниковая решетка; 4 — крышка зольника; 5 — воздушное сопло; 6 — газоотводный патрубок.



Фиг. 81. Очиститель „Гоэн-Пулен“:  
1 — пластина; 2 — крышка; 3 — отражательный конус.

и специальная фильтрующая пыль, расположенная в нижней части внутреннего кожуха. Самый очиститель состоит из двух кожухов, внутреннего и внешнего, причем некоторыми конструктивными деталями отличается от описанного выше; разница ясно видна из сравнения рисунков. Газ подводится в очиститель сверху, опускается в нем вниз по пространству, образованному внешним и внутренним кожухами, и через отверстие в дне внутреннего кожуха попадает внутрь его; здесь газ ударяется в дно опрокинутого конуса и резко изменяет направление потока, причем твердые частицы попадают на дно. Выходя из-под конуса, газ проходит далее слой фильтрующей пыли и попадает в элементы матерчатого фильтра, по внутреннему пространству которых он выходит, будучи уже очищенным, в трубу, смонтированную на крышке очистителя.

В газоотводной трубе имеются два приспособления для определения качества работы очистителя и предохранения двигателя — контрольная ватка и мелкая

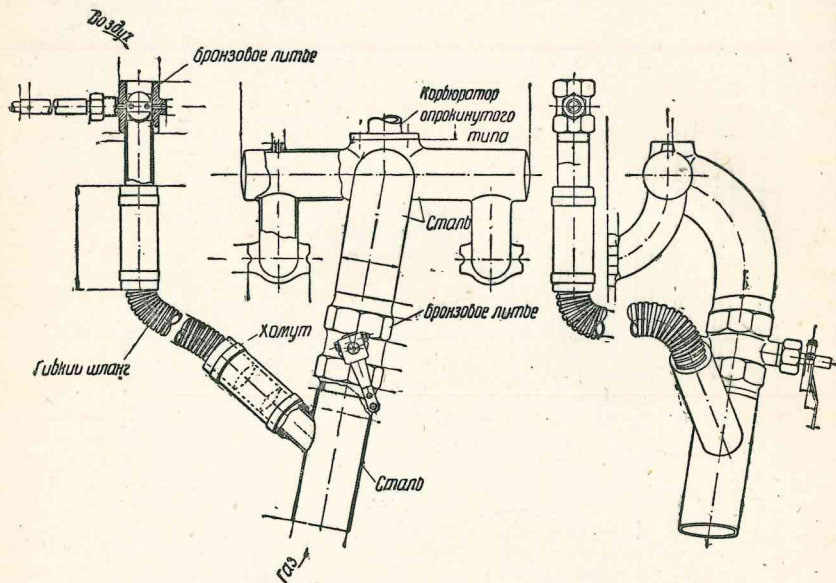


Фиг. 82. Модифицированная модель очистителя „Гоэн-Пулен“:

1 — наружный кожух; 2 — внутренний кожух; 3 — элемент фильтра в сборе; 4 — угольник; 5 — запор люка; 6 — крышка люка; 7 — люк; 8 — угольник; 9 — отражательный конус; 10 — газо-подводящий стакан; 11 — пружина; 12 — упорная скоба; 13 — конус наружного кожуха; 14 — ограничитель; 15 — крышка; 16 — маховик; 17 — угольник; 18 — днище коробки чистого газа; 19 — патрубок отвода газа; 20 — крышка кожуха; 21 — пластина; 22 — трубка; 23 — проволока; 24 — угольник; 25 — кронштейн крепления; 26 — патрубок ввода газа; 27 — распорная пружина.

сетка. По степени загрязнения ватки можно судить о качестве очистки, мелкая же сетка пропускает только чистый газ; в случае порчи матерчатого фильтра проходящий через сетку грязный газ быстро ее засорит и двигатель автоматически остановится.

По газотводной трубе газ подходит к смесителю, работающему по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха (фиг. 83). К смесителю присоединен нормальный карбюратор „Солекс“, заслонка которого приводится в движение



Фиг. 83. Смеситель газогенераторной установки „Гоэн-Пулен“ (тип „Рено“).

кнопкой, смонтированной на щитке управления в кабине водителя. Вентилятора установка не имеет; розжиг газогенератора производится с помощью двигателя, пускаемого на бензине.

Ниже приводятся подробные данные о газогенераторной установке „Гоэн-Пулен“.

#### Газогенератор

1. Тип газогенератора — „Гоэн-Пулен“.
2. Род топлива (порода, размеры и т. д.) — по указаниям фирмы — древесный уголь с примесью (до 30%) антрацита.
3. Процесс газификации — горизонтальный.
4. Способ розжига — факелом с раздувкой двигателем, который предварительно пускается на бензине.
5. Форма бункера — цилиндр из листовой стали толщиной 3 мм.
6. Высота бункера — 855 мм (до ребер).
7. Диаметр бункера — 350 мм.
8. Диаметр загрузочного отверстия — 200 мм.
9. Тип кожуха газогенератора — сварной из двух поясов, толщиной в 3 мм (верхний) и в 6 мм (нижний).
10. Объем бункера — 82 л.
11. Способ подачи воздуха (число фурм, их диаметр) — центральным горизонтальным соплом с внутренним диаметром в 20 мм. Сопло не доходит до центра топливника на 50 мм.
12. Площадь живого сечения прохода воздуха — 3 см<sup>2</sup>.

13. Род обмуровки — нет.
14. Форма топливника — цилиндрическая.
15. Объем топливника — 34 л.
16. Поверхность охлаждения газогенератора — газ в газогенераторе не охлаждается (отвод снизу).
17. Способ очистки зольника — выгрузка через крышку зольника.
18. Место отбора конденсата — нет.
19. Вес газогенератора — 61 кг.
20. Вес загруженного топлива — 18 кг (древесного угля).
21. Месторасположение газогенератора — за кабиной, слева по ходу автомобиля.
22. Способ крепления газогенератора — на раме посредством двух поперечных швеллеров.
23. Расстояние нижних точек газогенератора от плоскости опоры колес — 235 мм.

#### Охладитель газа

1. Тип охладителя — труба.
2. Способ охлаждения — омывание встречным воздухом охладителя, очистителя и соединительных труб.
3. Живое сечение для прохода газа — в соединительной трубе — 28,4 см<sup>2</sup>; в охладителе — 154 см<sup>2</sup>.
4. Емкость охладителя — 35,8 л.
5. Поверхность охлаждения — 1,51 м<sup>2</sup>.
6. Месторасположение и способ крепления — сзади под платформой, поперек рамы.
7. Вес охладителя — 16 кг.

#### Очиститель газа

1. Тип очистителя — „Гоэн-Пулен“.
2. Способ очистки газа — инерционный и поверхностный.
3. Количество элементов очистки (какие) — один вертикальный цилиндр с отражательным конусом, фильтрующей пылью и матерчатым фильтром.
4. Поверхность очищения — материи — 1,08 м<sup>2</sup>.
5. Емкость очистителя — 90 л.
6. Месторасположение и способ крепления — за кабиной, справа по ходу автомобиля.
7. Вес очистителя — 60 кг.
8. Вес матерчатого фильтра — 5,5 кг (материя с каркасом).

#### Смеситель

1. Тип смесителя — „Рено“.
2. Способ смешения — с пересекающимися потоками газа и воздуха.
3. Диаметр и сечение газового канала — диаметр 60 мм, сечение 28 см<sup>2</sup>.
4. Диаметр и сечение воздушного канала — диаметр 30 мм, сечение 7 см<sup>2</sup>.
5. Диаметр и сечение канала смеси — диаметр — 60 мм, сечение — 28 см<sup>2</sup>.
6. Количество и назначение заслонок — 1. Дроссель смеси. 2. Воздушная заслонка.
7. Способ пуска двигателя — на бензине, стартером.

#### 9. Буроугольная газогенераторная установка „Фойгт“

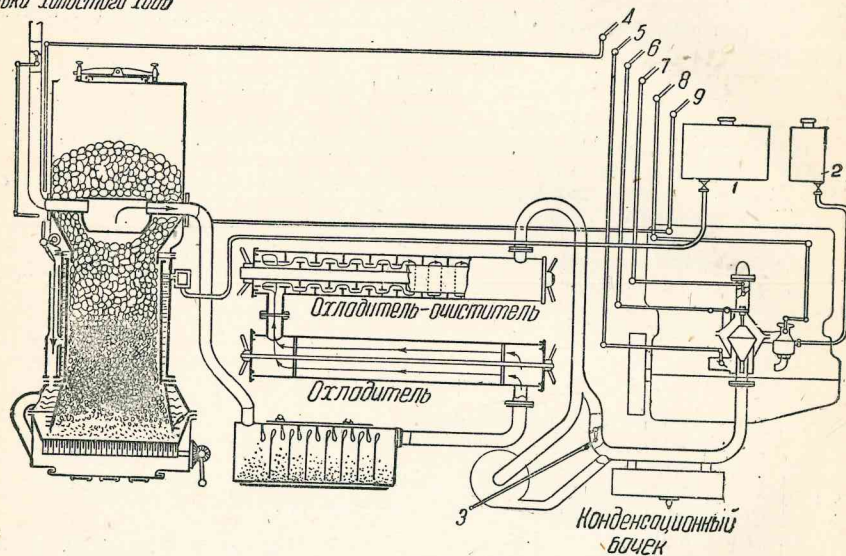
Газогенераторная установка „Фойгт“ работает на ископаемом топливе — полукоче бурого угля.

Применение ископаемого топлива в легких транспортных газогенераторах только за последние годы начинает выходить из стадии экспериментирования. Представляя собой исключительно важную проблему с точки зрения экономики, газификация ископаемых топлив связана в то же время с рядом трудностей (боль-

шое количество золы, загрязнение газа серой, обилие угольной пыли, сравнительно низкая реакционная способность и т. д.), преодолеть которые удалось до сих пор только в считанных конструкциях газогенераторов. Среди последних газогенераторная установка „Фойгт“ представляет собой не только наиболее совершенную конструкцию, но также и почти единственную (если не считать новых конструкций „Гоэн-Пулен“ и „Гумбольд-Дейтц“, работающих на антраците) конструкцию, освоенную в производстве и в эксплуатации.

Бурый уголь может газифицироваться в форме брикетов или полукокса. Буроугольный полукок (а также кокс) отличается активностью и большим содержанием золы, поэтому его газификация возможна только при сравнительно низких температурах (1000—1200° С), при которых не происходит плавления

Трубка толстого гола



Фиг. 84. Схема газогенераторной установки „Фойгт“.

1 — водяной бак; 2 — бензиновый бак; 3 — заслонка вентилятора; 4 — управление подачи паровоздушной смеси в газогенераторе; 5 — воздушная заслонка; 6 — пусковой клапан; 7 — дроссель смеси; 8 — привод к карбюратору; 9 — заслонка трубки холостого хода.

зола и образования шлака. Это диктует необходимость ведения мокрого процесса газификации с обильной присадкой пара; именно так и работает газогенератор „Фойгт“.

Газогенераторная установка „Фойгт“ состоит из следующих основных частей:

- а) газогенератора прямого процесса газификации с присадкой паров воды;
- б) инерционного очистителя;
- в) охладителя;
- г) тонкого поверхностного фильтра;
- д) конденсационного бачка;
- е) вентилятора и
- ж) смесителя.

Общая схема установки показана на фиг. 84.

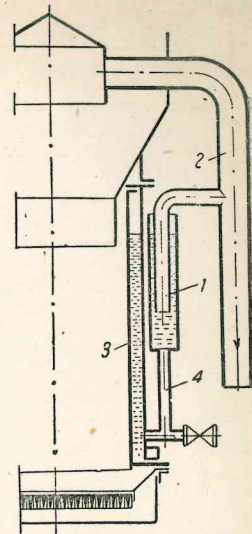
Газогенератор „Фойгт“ представляет собой цельнометаллическую шахтную печь, верхняя часть которой является бункером для загрузки топлива; нижняя часть выполнена в виде внутреннего кожуха с кольцевой водяной рубашкой, выполняющей роль испарителя. Питание водяной рубашки водой производится через регулятор из специального водяного резервуара (монтируемого не на газогенераторе), обеспечивающего постоянный уровень воды в рубашке. Топлив-

ник, выполненный из жароупорной стали, снабжен наружными ребрами для охлаждения, одновременно являющимися перегревателями пара и подогревателями воздуха; когда на ребра попадают капельки воды, ребра выполняют роль мгновенного испарителя. Охлаждение топливника исключает, с другой стороны, возможность шлакообразования на его стенках.

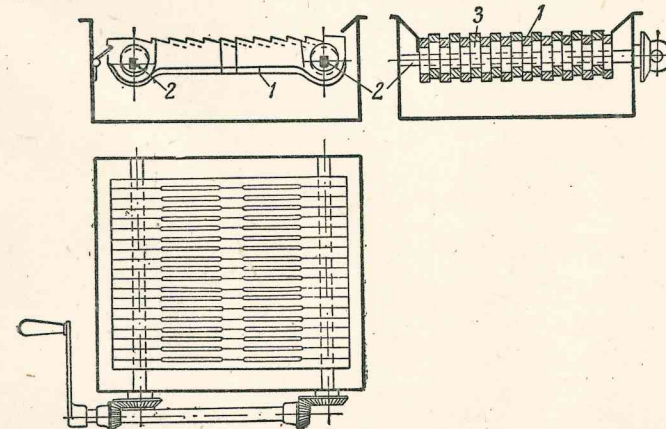
Образующийся в водяной рубашке пар перемешивается с воздухом и поступает по кольцевому каналу вокруг рубашки и специальному соплу под колосниковую решетку и через отверстия в ней в зону горения. Возможность работы газогенератора без воды совершенно исключена; на случай отсутствия в водяной рубашке воды предусмотрено специальное устройство, производящее автоматическую остановку двигателя.

Конструкция этого устройства, работающего по принципу сообщающихся сосудов, показана на фиг. 85. При падении уровня воды в рубашке ниже допустимого предела через трубку добавочного воздуха начинает поступать воздух в газоотводящую трубу, что в конечном результате приводит к чрезмерному обеднению рабочей газозооной смеси. Наличие такого устройства предохраняет вместе с тем рубашку от прогаров и разрушения.

При работе на полукоксе бурого угля образуется, в сравнении с другим топливом, очень много шлака. Поэтому топливник замыкается снизу горизонтальной колосниковой решеткой с особым приспособлением для встряхивания и дробления кусков шлака. На фиг. 86 показана конструкция колосниковой решетки газогенератора „Фойгт“, снабженной шестереночным приводом; при вращении рукоятки колосники, снабженные в верхней полости зубцами, начинают двигаться туда и обратно, одновременно поднимаясь и опускаясь один относительно другого. Валы колосников расположены эксцентрично; колосники при своем движении имеют некоторый сдвиг вперед, так что шлак подводится зубцами колосников постепенно к люкам зольника и может быть легко оттуда удален.



Фиг. 85. Предохранительное устройство в водяной рубашке газогенератора „Фойгт“: 1 — трубка добавочного воздуха; 2 — газопровод; 3 — водяная рубашка; 4 — трубопровод к колодцу.



Фиг. 86. Колосниковая решетка газогенератора „Фойгт“: 1 — колосники; 2 и 3 — валы колосников.

В средней части газогенератора имеется специальная газосборная камера, выполненная в виде резервуара с крышкой и без дна. Благодаря наличию



крышки, топливо, проваливающееся в топливник, не попадает в газосборную камеру, куда собирается газ через большое нижнее отверстие. В газосборную камеру вставлена сообщенная с атмосферой трубка, в которой имеется плотно закрываемая при нормальной работе двигателя заслонка; когда двигатель работает холостую или не работает вовсе, эта заслонка с помощью гибкого троса открывается и создает тягу из газогенератора, поддерживающую его режим. Диаметрально противоположно устью трубки холостого хода в газосборной камере помещается газоотводная труба, по которой газ попадает в инерционный очиститель.

Инерционный очиститель „Фойгт“ виден на общей схеме (см. фиг. 84); он выполнен в виде прямоугольного резервуара с вертикальными перегородками, кромки которых загнуты для лучшей обтекаемости. Верхние перегородки закреплены на крышке очистителя и занимают примерно  $\frac{1}{3}$  высоты резервуара; нижние перегородки укреплены на дне резервуара. Крышка очистителя подвижна; передвигая ее, можно изменять по потребности расстояния между верхними и нижними перегородками.

Входя в очиститель, газ проходит через сечения, образующиеся между кромками верхних и нижних перегородок. Благодаря частой перемене направления потока газа и одновременному изменению его скорости, механические примеси выпадают под влиянием сил инерции в карманы между нижними перегородками. Перегородки устанавливаются с таким расчетом, чтобы сечение при входе газа в верхний карман было больше сечения выхода в нижние карманы; соответствующим изменением расстояний между перегородками можно замедлять скорость газа, что дает лучшую очистку. Газоочиститель „Фойгт“ имеет большое преимущество перед другими известными конструкциями инерционных очистителей, имеющих, как правило, низкие аэродинамические качества, создающие большие сопротивления потоку газа и вредные вихреобразования. Свободное отделение частиц и устранение возможности захвата их свежими струями газа также выгодно отличает очиститель „Фойгт“ от обычных инерционных очистителей с дырчатými пластинками или дисками.

Из инерционного очистителя газ попадает в охладитель — горизонтальный цилиндрический резервуар, разделенный перегородками, образующими поверхности охлаждения. После прохождения охладителя и тонкого фильтра с множеством лабиринтных ходов, газ подается по длинному трубопроводу в смеситель, работающий по принципу пересекающихся потоков газа и воздуха.