

~~621.4~~

~~X.173~~

ПРОФ. А. Д. ХАЛКИЦОВ

**ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА
В АВТОТРАКТОРНЫХ
ГАЗОГЕНЕРАТОРАХ**

ЛЕНИЗДАТ
1945

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА ЛЕНГОРИСПОЛКОМА

ПРОФ. А. Д. ХАЛКИОПОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА
В АВТОТРАКТОРНЫХ
ГАЗОГЕНЕРАТОРАХ

30-51

ЛЕНИНГРАДСКОЕ
АЗЕТНО-ЖУРНАЛЬНОЕ И КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1945

~~ГОСУДАРСТВЕННАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА~~

~~1342/28
45~~

~~62/4
X. 73~~

~~КОПИРОВАНИЕ
1971~~

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СОСР

3732 $\frac{3}{60}$

Д
2288

ПРЕДИСЛОВИЕ

Применение газогенераторов, работающих на древесных чурках, в настоящее время можно считать в ленинградских условиях вполне освоенным, по крайней мере для грузового автотранспорта. Однако древесные чурки являются полноценным горючим для газогенераторов при влажности не свыше 20% абс. (по ОСТ),¹ а получение такой влажности естественной сушкой в нашем климате требует весьма длительного срока; искусственная же сушка, к которой приходится неизбежно прибегать, требует значительных затрат горючего, времени и рабочей силы. Кроме того, и сама древесина в условиях города-фронта была также весьма дефицитна, поэтому вопрос о применении для автомобилей и тракторов, наряду с древесными чурками, других менее дефицитных видов горючего, например торфа, естественных и искусственных газов, различных брикетов и т. п., приобрел исключительное значение.

Из всего комплекса топливных ресурсов, находившихся в распоряжении наших хозяйств, было совершенно естественно в первую очередь обратить внимание на торф, как на такой вид горючего, который, во-первых, имелся в достаточном количестве в непосредственной близости от города и, во-вторых, применение которого в автотракторных газогенераторах могло быть освоено без чрезмерных трудностей.

Проблема применения торфа в качестве горючего для автотракторных газогенераторов не может, однако, считаться специфичной только для условий блокады, — и теперь, после снятия блокады и даже в условиях мирного времени она едва ли теряет свою остроту и актуальность. Восстановительный период, как это совершенно очевидно, потребует предельного напряжения транспорта, и таким образом вопрос о замене дальнепривозного горючего различными местными его заменителями, естественно, требует своего разрешения.

Излагаемый ниже материал ставит своей целью ознакомить читателя с положением вопроса о применении торфа в качестве горючего для автотракторных газогенераторов, дать хотя бы краткие сведения о свойствах торфа как горючего; о трудностях, возникающих при его газификации, и применяемых конструктивных приемах для устранения этих трудностей; о результатах, полученных при испытаниях и эксплуатации различных экспериментальных

¹ Оптимальная влажность чурок согласно опытов близка к 15% абс.

образцов газогенераторов, предназначенных для газификации торфа. Все эти сведения помогут читателю разобраться в сущности вопроса, понять и объяснить неудачи, сопутствующие попыткам использования торфа в стандартных древесночурочных газогенераторах, сознательно оценить те или иные предложения, появляющиеся в этой области. Мы считаем необходимым подчеркнуть, что изложенный ниже материал является только началом нашей работы в данной области, сбором и обобщением имеющихся к настоящему моменту результатов и достижений по данному вопросу. Мы также глубоко убеждены, что только настойчивая, упорная и систематическая работа в данной области может дать положительные результаты и удовлетворительно разрешить данную проблему.

Приводимый материал предназначен для лиц, работающих в области использования местных видов горючего для автотранспорта и тракторов. Мы надеемся, что опубликованием этого материала мы, с одной стороны, облегчаем задачу для лиц, работающих в этой области, а с другой, — стимулируем, направляем техническую мысль изобретателей и вообще работников автотранспорта на разрешение столь важного в настоящий момент вопроса.

Перед сдачей в печать рукопись просматривалась инж. Л. М. Гусевым и инж. К. А. Максимовым, сделавшими мне ряд необходимых и существенных замечаний, за что приношу им свою искреннюю признательность. С чувством благодарности я отмечаю критику моей работы, проведенную главным инженером АТУЛ'а тов. Павловским, а также всех других товарищей, принимавших участие в последующем обсуждении.

За указание на неизбежно проникшие в работу промахи и недочеты автор заранее приносит всем свою благодарность. Корреспонденцию на имя автора просьба направлять по адресу: Ленинград, Моховая ул. 3, Научно-исследовательский институт коммунального хозяйства Ленгорисполкома.

Автор

Ленинград, март 1944 г.

Глава I

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОРФА

В автотракторных газогенераторах могут быть применены для газификации весьма различные виды твердых горючих, как например: дрова, древесный уголь, торф, бурый уголь, антрацит, кокс, брикеты из соломы, лузги, торфа, угля и т. п. Несмотря на многообразие существующих горючих, все они могут быть разбиты на два класса, а именно: горючие, содержащие большое количество смол и других летучих веществ, к которым относятся: дрова, торф, бурый уголь, брикеты из торфа, соломы, опилок и т. п., и горючие, не содержащие смол и летучих или содержащие их в незначительном количестве, как например: древесный уголь, каменноугольный кокс, торфяной кокс, антрацит и пр.

При газификации первых из них требуется тщательная очистка генераторного газа от смол, что является трудно осуществимой задачей и разрешается обычно применением опрокинутого процесса газификации. Однако, различные виды горючего имеют ряд специфических особенностей и, кроме опрокинутого процесса, нуждаются дополнительно в различных специальных устройствах.

Кусковый торф и торфобрикеты являются типичными представителями смолистого, богатого летучими, многозольного вида горючих.

Опыты по применению торфяного горючего для автотракторных газогенераторов, называемых иногда не совсем точно и правильно «транспортными», начались в СССР еще в 1928 г. испытаниями инж. А. А. Мягкова, по применению торфяного кокса для сельскохозяйственного трактора «АРА» (Франция), снабженного французским же угольным газогенератором. Оказалось, что замена древесного угля торфяным коксом вполне возможна без ухудшения качеств работы газогенератора. Инициаторы использования торфяного горючего нашли многочисленных последователей и подражателей, и эти опыты продолжают с некоторыми перерывами до настоящего времени; поэтому в вопросе газификации торфа накопился уже довольно большой практический материал. Оказывается, что различные виды торфа ведут себя далеко не одинаково при их использовании: сорт торфа, его влажность, зольность, способ его добычи и ряд других показателей являются решающими

факторами при его использовании в автотракторном газогенераторе. Например, для торфа с одними показателями может оказаться совершенно непригодным газогенератор, успешно работающий на другом сорте торфа.

Торф может быть использован в качестве горючего для газогенераторов в трех различных разновидностях:

- 1) кусковый торф естественной сушки;
- 2) торфяные брикеты;
- 3) торфяной кокс.

Все эти разновидности торфа при своем использовании требуют соблюдения специфических условий, вытекающих из присущих каждой из них физических свойств.

Чтобы ясно себе представить и сознательно оценить все основные явления, возникающие при использовании торфа в качестве газифицируемого горючего, необходимо, хотя бы бегло, ознакомиться с самим торфом и его различными разновидностями.

§ 1. Образование торфа в природных залежах

Торф в естественном состоянии представляет собой насыщенное водою отложение различных растительных остатков той флоры, которая в течение многих тысяч лет произрастала на месте теперешнего торфяного болота и, погибая, наслаивалась постепенно, слой за слоем, образовав в конце концов общий торфяной массив, достигающий обычно от 1—1½ до 6½ м толщины, в зависимости от возраста. Под влиянием физических, химических и микробиологических факторов растительные остатки в различных залежах (болотах) и по толщине слоя находятся в различных стадиях гумификации. Степень гумификации характеризуется количеством выделенных химическим путем гуминовых веществ. Гуминовыми веществами, или гуминами, обычно называют группу аморфных, бурого или черного цвета веществ, образующихся в результате естественного разложения растительных остатков. Химическое строение гуминов еще окончательно не установлено. Нет также единодушия специалистов в вопросе об исходном продукте, образующем гумины. Некоторые из них считают таковыми клетчатку растений, другие склонны считать за него лигнин. Гуминовые вещества характерны тем, что они растворяются в щелочах и частично в воде. Они придают торфу свойства коллоида, обладают высокой пластичностью и в присутствии воды сильно набухают.

Гуминовые вещества содержатся также в «черноземной» почве и придают ей темную окраску и плодородие. Гуминовые вещества, включенные в почву, носят название гумуса. Не следует смешивать понятий: «степень гумификации» и «степень разложения» торфяной массы. При гумификации мы имеем дело с химическим процессом, каковой и выявляется химическим путем. Разложение характеризует физическое состояние торфяной массы, а именно содержание в ней бесструктурного вещества, включающего в себя, наряду с гуминами, также и мелкие частички

негумированных растительных остатков. Вследствие этого степень разложения определяется с помощью микроскопа или методом отмучивания.

Процессы гумификации и разложения сильно влияют на внешний вид исходного растительного сырья, образующего торфяную залежь. Вследствие этого торф по внешнему своему виду отличается большим разнообразием своего строения и окраски. В зависимости от степени разложения, торф меняет свой вид от волокнистого, рыхлого тела светлокорицевого или желтого цвета при малой степени разложения до однородного пластичного тела, темнокоричневого, почти черного цвета, при высоких степенях разложения. Воздушно-сухой торф представляет все переходы от малоразложившейся рыхлой и объемисто-упругой массы до плотного, твердого, как дерево, хорошо разложившегося торфа.

Степень разложения и степень гумификации являются одними из существенных характеристик торфа. Так, по мере увеличения степени разложения торфа, удельный вес сухого вещества падает, в его составе растет количество углерода и уменьшается количество кислорода, растет количество битуминовых веществ (разложившиеся смолы, воски). В результате процесса разложения теплотворная способность торфа повышается.

Степень разложения торфа, пригодного в качестве горючего для автотракторных газогенераторов, должна быть не менее 25%.

Химические элементы, входящие в состав торфа, приведены в табл. 1. Как видно из нее, состав довольно постоянен. Обращает на себя внимание ничтожное содержание серы.

Таблица 1

| Степень разложения торфа | Химический состав, в % | | | | | Удельный вес сухого вещества | Теплотворная способность органической массы, в кал/кг |
|--------------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|---------|------------------------------|---|
| | C | H ₂ | O ₂ | N ₂ | S | | |
| Мало разложившийся . . . | 47—54 | 5,9—7,5 | 46,4—37,1 | 0,7—1,4 | — | ~ 1,6 | 4700—5100 |
| Средне разложившийся | 54—58 | 5,9—6,5 | 39,3—32,9 | 0,7—1,4 | 0,1—0,2 | — | — |
| Хорошо разложившийся . | 58—62 | 5,9—7,5 | 35,3—20,9 | 0,7—1,4 | 0,1—0,2 | ~ 1,3 | 6000 |

Решающим фактором, характеризующим технические свойства торфа, является органический и неорганический его состав. С этой точки зрения, подразделение всех видов торфа, образующих торфяные залежи, на верховые, низинные и переходные виды является основным.

«Верховые» торфообразования происходят на так называемых «верховых» или «моховых» болотах. Белые сфагновые мхи растут обычно своей верхней частью; нижняя часть растения, отмирая и постепенно разлагаясь, образует торф, не отделяясь в то же

время от верхней. Этот процесс повторяется из года в год и образует в верхней части болота все новые и новые слои исходного материала для торфообразования. Таким образом, вследствие постоянного наращивания верхнего слоя сфагновых мхов верховые болота имеют выпуклую поверхность. Торфообразование верхового вида происходит в условиях бедного минерального содержания вод, питающих растительный покров. Это в основном атмосферные осадки и мягкие грунтовые воды.

Преобладающим видом растений, из которых слагается верховой торф, являются сфагновые мхи, пушица и, гораздо реже, шейхцерия. В значительном количестве встречаются мелкие, болотные растения: клюква, голубика, кассандра, богульник и др. Из древесных пород встречается только сосна, большею частью мелкорослая, кривая, сильно угнетенная.

«Низинные» болота, называемые иногда «травяными», в отличие от верховых образуются, главным образом, за счет болотных и водяных растений. Отмирающие части этих растений опускаются на дно болота и образуют там слой растительных остатков достаточной толщины и плотности, который и является исходным продуктом торфообразования. Торфообразование низинных видов торфа происходит в условиях достаточной насыщенности минеральным содержанием болотных вод, питающих растительный комплекс, образующий торф. Такие воды могут происходить от минеральных источников, жестких грунтовых, озерных или речных вод. Минеральное содержание берегов, ограничивающих болото, или приносимый проточной водой минеральный ил могут также оказывать свое воздействие. Из травянистых растений, образующих низинный торф, преобладают обычно тростники, осоки, хвощ, вахта, сабельник и др., из мхов обычны зеленые-гипновые мхи и др., часто встречаются некоторые виды сфагновых мхов. Древесные породы, если таковые имеются, бывают представлены, в основном, березой или ольхой, нередко встречается примесь сосны и ели.

«Переходными» видами болот называют такие болота, которые под влиянием геологических, климатических или каких либо иных причин, постепенно изменяют свою первоначальную торфообразующую растительность и в конечном итоге переходят на другую.

Лучше всего уяснить это явление на конкретном примере.

Предположим, что на низинном травяном болоте слой образующегося торфа постепенно заполняет собою объем болота и нарушает режим притока питавших его ранее вод, богатых минеральным содержанием (главным образом известью). Болото подсыхает; водный режим начинает поддерживаться в основном за счет атмосферных осадков, не имеющих минеральных примесей. Создаются благоприятные условия для роста сфагновых мхов и неблагоприятные для болотных растений, характерных для низинного болота. В этих условиях мхи постепенно разрастаются и заполняют собою всю свободную поверхность болота, болотные

же растения постепенно исчезают, таким образом травяное болото преобразуется в моховое со всеми его признаками.

Подобных примеров можно было бы привести множество.

Часто, когда хотят охарактеризовать торф более точно в отношении его происхождения, применяют названия: сфагновый торф, осоковый, тростниково-осоковый, гипновый, гипново-тростниковый, осоково-лесной, сосново-сфагновый и т. п.

§ 2. Технические показатели торфа как горючего

Значительное различие в растительном происхождении и минеральных примесях не может не отразиться на технических качествах верховых и низинных сортов торфа. В первую очередь оба эти вида торфа дают значительную разницу в таком важнейшем для практики сжигания показателе, как зольность; верховые виды торфа, как правило, содержат золы не более 1,5—5% в то время как низинные торфы гораздо богаче золою и содержат ее 6—20% и более. Для использования торфа в автотракторных газогенераторах, кроме количества золы, не менее важно знать температуру ее плавления, так как борьба со скоплением большого количества золы и, в особенности, шлаков в зоне горения, зоне восстановления и на колосниковой решетке является основной трудностью в работе торфяного газогенератора.

Зола образуется из минеральных веществ и примесей, присутствующих в горючем: это могут быть, в первую очередь, минеральные составляющие тех растений, из которых произошел торф, затем вещества, попавшие в него извне в результате действия воды, ветра, процессов добычи и хранения. После возможно полного сгорания торфа образуется остаток, который и носит название золы. Остаток не тождественен с исходными минеральными веществами, содержащимися в торфе, так как под влиянием высокой температуры происходят их изменения, при этом меняется и содержание кислорода в органической массе горючего. Зола состоит в итоге из смеси кислых и основных соединений (главным образом кремнезема и глинозема) с окисью железа, известью, магнезией, щелочами и т. д., образующими сложные силикаты различного состава.

Чтобы судить о качестве золы, приводим элементарный ее состав для торфяников Ленинградской области (по данным Гипторфа за 1935/36 г.).

Таблица 2

| Предприятия | Элементарный состав золы, в весовых % | | | | | | Примечание |
|----------------------|---------------------------------------|---|---|------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------|
| | кварц SiO ₂ | окись железа Fe ₂ O ₃ | окись алюминия Al ₂ O ₃ | окись магния MgO | окись каль- ция CaO | серный ангидрид SO ₃ | |
| Синявино | 67,35 | 4,84 | 9,29 | 1,48 | 10,78 | 5,27 | Гидроторф |
| Назия | 60,86 | 6,23 | 12,93 | 2,20 | 13,01 | 3,00 | " |
| Ириновское | 56,82 | 8,17 | 22,48 | 1,76 | 6,72 | 2,53 | Машиноформ |
| Шувалово | 56,98 | 5,57 | 10,27 | 1,65 | 10,66 | 3,98 | " |

Плавкость торфяной золы зависит от многих факторов. Решающее значение имеет, конечно, состав золы, однако ряд побочных факторов вносит существенные поправки к тем выводам, которые мы попытались бы сделать на основании одного лишь состава. Подобно многим сложным смесям отдельные компоненты золы образуют эвтектические смеси с более низкой температурой плавления. Точно также немаловажную роль играет среда, в которой происходит плавление золы. Более высокая температура плавления соответствует окислительной и восстановительной атмосферам, более низкая — атмосфере слабо восстановительной какой-либо имеет место в условиях работы газогенераторов. Присадки, даже небольших количеств, различных веществ могут заметно влиять на образование шлаков. Этим обстоятельством иногда пользуются в практике работы стационарных газогенераторов с целью искусственного влияния на плавкость золы.

Так, добавка извести, магнезии, железа способствуют понижению температуры плавления золы, тогда как кремнезем (песок) и глинозем (глина) ее повышают.

Все указанные обстоятельства приводят к тому, что бывает невозможно заранее предсказать действительную температуру шлакообразования какой-либо золы, если даже известен ее состав.

Температура плавления золы определяется обычно лабораторным путем, однако о ней можно иметь некоторое приближенное представление по соотношениям, приводимым О. Зоммербахом.

$$1) \frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}}; \quad 2) \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}; \quad 3) \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO} + \text{MgO}}$$

Чем выше эти соотношения, тем более высокая температура плавления золы (ингредиенты соотношений, приводимых под №№ 1, 2, 3 берутся в атомных процентах).¹

¹ Переход от весовых к атомным процентам может быть выполнен по следующим формулам:

$$\alpha = \frac{a100}{a + b \frac{A}{B} + c \frac{A}{C} + d \frac{A}{D} + \dots}$$

$$\beta = \frac{b \frac{A}{B} 100}{a + b \frac{A}{B} + c \frac{A}{C} + d \frac{A}{D} + \dots}$$

где A, B, C, D и т. д. — атомный вес каждого компонента,
a, b, c, d — весовые проценты компонентов,
α, β, γ, δ, — атомные проценты компонентов.

Атомные веса: кремневая кислота (кварц) SiO₂ — 60,06
окись железа Fe₂O₃ — 159,70
окись алюминия (глинозем) Al₂O₃ — 101,94
окись кальция (негашеная известь) CaO — 56,07
окись магнезия (магнезия) MgO — 40,32

Содержание железа (Fe) в золе также служит некоторым показателем температуры плавления, — чем оно выше, тем ниже температура плавления золы.

В табл. 3 приведены средние цифры соотношений 1, 2, 3 и Fe, полученных О. Зоммербахом в приводимой им таблице четырех видов торфяной золы различной плавкости.

Таблица 3

| Степень плавкости золы | Температура плавления около | SiO ₂ +Al ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | Среднее содержание Fe |
|--------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| | | Fe ₂ O ₃ +CaO+MgO | SiO ₂ | CaO+MgO | |
| Легкоплавкая зола | 1160° | 4,75 | 0,28 | 1,05 | 9 |
| Среднеплавкая зола | 1350° | 5 | 0,35 | 1,45 | 6 |
| Тугоплавкая зола | 1350°—1500° | 5 | 0,4 | 1,50 | 5 |
| Практически не плавящаяся зола | Свыше 1500° | 11 | 0,4 | 3,00 | 4 |

Для приближенного суждения о плавкости торфяной золы ЦНИАТ¹ предлагает учитывать окраску золы. Окраска и соответствующие ей температуры плавления приведены в табл. 4.

Таблица 4

| Окраска золы | Соответствующая температура плавления |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Краснобурая окраска | 950—1050° |
| Бледнорозовая " | 1050—1150° |
| Светлосоломенная " | 1200—1300° |

Окраска золы получается за счет присутствия в ней примеси железа, кальция, магнезия, алюминия и т. д., которые и влияют, в конечном итоге, на величину температуры плавления.

Чтобы судить о том, при какой температуре начинается образование шлака и в каком состоянии находится этот шлак, приводим табл. 5, дающую средние температуры состояния шлака и пределы колебания, наблюдавшиеся во время опытов над различными видами торфа месторождений СССР.

¹ Центральный Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта.

| Температура начала деформации | | Температура размягчения | | Температура жидкоплавкого состояния | |
|-------------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
| Пределы колебаний | Средняя | Пределы колебаний | Средняя | Пределы колебаний | Средняя |
| 985°—1315° | 1100° | 1050°—1380° | 1215° | 1065°—1450° | 1257° |

Низшие пределы показывают, что в восстановительной зоне некоторые сорта шлака могут еще находиться в полужидком состоянии, в большинстве же случаев приходится предполагать его в застывшем состоянии и без специальных мер, повышающих температуру, на удаление шлака в жидкоплавком состоянии рассчитывать не приходится.

§ 3. Различные способы добычи торфа и их влияние на его свойства

Рассматривая различные характеристики торфа, нельзя не остановиться на влиянии способа добычи на качество торфа, как газогенераторного горючего.

В наших условиях применяют пять методов добычи торфа, а именно:

- 1) резной метод;
- 2) машинно-формовочный;
- 3) баггерный;
- 4) гидравлический;
- 5) фрезерный.

Все эти методы, кроме четвертого, требуют предварительной подсушки разрабатываемого торфяника. Это достигается при помощи сети осушающих канав, отводящих излишнюю воду с торфяной залежи и доводящих влажность последней для низинных болот до 80—85% и для верховых до 87—90%. Большая влажность верховых залежей обусловлена большей влагоемкостью торфа последних.

1. Резной метод добычи торфа является старинным, самым примитивным, ручным методом добычи, в настоящее время почти совершенно оставленным вследствие громадной его трудоемкости. Его можно применять лишь в крайних случаях, при отсутствии машин.

Резной метод заключается в том, что на подготовленном, осушенном болоте рабочие вручную вырезают «торфяные кирпичи», после чего их сушат на воздухе обычным путем.

Кроме резного, существуют и другие методы ручной добычи торфа, однако мы их не касаемся.

2. Машинно-формовочный метод добычи торфа сводится к следующему: На разрабатываемой залежи устанавливается особая машина: элеватор. Добытый на залежи вручную торф подается в корыто элеватора, откуда «гребками» передается

в специальный пресс, перемешивающий торф в однородную массу и формирующий ее через специальный, суживающийся мундштук в торфяную ленту прямоугольного сечения. Торфяную ленту вручную разрезают на отдельные кирпичи, которые доставляют на поле сушки и укладывают в виде штабелей. Воздушная сушка торфяных кирпичей снижает обычно их влажность примерно до 30% абс.

3. Баггерный метод заключается в том, что вместо ручной копки торфа из залежи его добывают одно- или многоковшевыми экскаваторами (баггерами). Полученный таким способом торф передается на элеватор, и весь дальнейший процесс обработки ничем не отличается от машинно-формовочного.

4. Гидравлический метод добычи не требует предварительной осушки болота. Он состоит в том, что торфяная залежь размывается сильной струей воды, подаваемой насосом под большим давлением. Торф превращается в однородную кашицеобразную «гидромассу» влажностью 93—95%. Гидромасса засасывается торфонасосом и через растиратель передается по трубам в аккумуляторные бассейны, из которых, в свою очередь, перекачивается на поля разлива. На этих последних гидромасса разливается слоем не более 30 см. Лишняя вода довольно быстро стекает, после чего остающуюся густую массу формируют в кирпичи ручным или машинным способом. Кирпичи остаются на поле разлива до окончательной их просушки и имеют обычно влажность около 30%.

5. Фрезерный метод добычи торфа заключается в том, что подготовленную к фрезерованию залежь разравнивают или, как говорят, «гофрируют» особыми катками и затем высушивают до минимальной, в данных условиях, влажности. Затем верхний слой залежи особыми фрезерными барабанами взрыхляют на глубину 2—3 см. Взрыхленный слой быстро подсыхает, после чего специальной сборочной машиной его удаляют с поверхности и транспортируют в склад. Следующий, более глубокий слой снова фрезеруют, и весь процесс повторяется снова. Влажность получаемой торфяной крошки обычно достигает 40—45%, так как меньшая влажность ведет к ее быстрому распылению.

Сопоставляя между собой рассмотренные способы добычи торфа, можно сделать следующие выводы:

1. Второй, третий и четвертый способы дают готовую продукцию в виде торфяных кирпичей, почти равноценных по качеству, независимо от способа их добычи; они носят торговое название «кусковый торф».

2. Резной способ добычи дает кусковый торф менее однородный по своим качествам, так как, не пройдя в процессе добычи перемешивания, как это имеет место, например, в машинно-формовочном и баггерном методах, резной торф несколько уступает им по однородности и прочности кирпичей.

3. Фрезерный торф получается в виде «торфяной крошки» относительно большой влажности, легко размельчающейся при дальнейшем высыхании при механических воздействиях.

4. Гидроторф дает кусковый торф несколько повышенной зольности: в процессе добычи струя воды одновременно с торфяной залежью размывает некоторое количество грунта; далее, в процессе сушки и на полях разлива гидромасса захватывает некоторое количество минеральных наносов.

§ 4. Дополнительные характеристики кускового торфа

Рабочая теплотворная способность воздушно-сухого торфа, т. е. теплотворная способность обычного влажного торфа (25—40% влажности), равна ~ 2800—3000 кал/кг. Так называемый «насыпной вес» или вес одного кубического метра свободно насыпанного торфа при влажности в 25% равен ~ 330—400 кг/м³.¹ Эти цифры позволяют судить о количестве перевозимого на автомобиле запаса горючего.

Малая механическая прочность кускового торфа, способность его крошиться при перевозках и перевалочных операциях характеризуют торф как местное горючее, не допускающее дальнейшей перевозки. Свойством крошиться в большей степени обладают низинные сорта торфа.

При пользовании торфом в качестве горючего для газогенераторных автомобилей или тракторов необходимо знать элементарные правила его хранения и обращения с ним.

Подготовка или, как говорят, «разделка» торфяных кирпичей для использования их в газогенераторе, заключается в разрубке их вручную,² топором, на кубики размером приблизительно 50 × 50 × 50 мм. Мелочь, остающаяся обычно после разделки, непригодна для газификации, и ее нужно отсеять на грохоте с размером ячеек не меньше 30 × 30 мм. Количество мелочи и пыли, допускаемое как крайний предел при засыпке горючего в бункер газогенератора, не должно быть больше 15% по весу.

При плотной укладке торф обладает свойством самовозгораться. Поэтому при хранении неразделанных торфяных кирпичей в штабелях, необходимо обеспечить надежное проветривание их. Для этого штабели выкладывают в форме колодца при расположении отдельных кирпичей в шахматном порядке.

При временном хранении, особенно разделанного торфа в кучах, допускается высота слоя не более 200—250 см. При длительном хранении торфа в таком виде необходимо не реже одного раза в месяц перекалывать или перелопачивать его и тщательно следить за температурой торфа во внутренних частях кучи.

¹ Резной торф имеет при тех же условиях несколько меньший насыпной вес, а именно 250—350 кг/м³.

² В 1939 г. газогенераторной группой ВИМТа (Всесоюзного научно-исследовательского института торфяной промышленности) был разработан, построен и с успехом испытан специальный станок для «разделки» торфяных кирпичей для газогенераторов. Станок состоит из двух вращающихся навстречу другу барабанов, снабженных по периферии дискообразными, режущими выступами. Эти выступы при вращении врезаются в кирпичи и разрезают их на куски нужной величины. Станок приводится в действие от электромотора.

Воздушно-сухой торф обладает способностью легко воспламеняться не только от непосредственного соприкосновения с открытым пламенем, но даже от случайно попавших в него искр. Загоревшись, он довольно долго тлеет, что мало заметно и вследствие этого очень опасно. Эти свойства торфа требуют при хранении больших его запасов применения тщательно продуманных противопожарных мероприятий.

Торф при влажности в 50% и выше, под действием низких температур, ведущих к замерзанию влаги, сильно разрыхляется. Если такой торф попадет впоследствии под дождь, то из него легко вымываются гуминовые вещества, что ведет к резкому снижению его калорийности. При меньших степенях влажности, например, в 40% и ниже, морозы и дожди мало влияют на его калорийность.

При хранении воздушно-сухого торфа в условиях большой влажности он легко поглощает окружающую влагу, и процентное содержание его влажности быстро возрастает. Характерным свойством торфа как тела, содержащего гуминовые вещества, является то, что торф, однажды высохнув, не намокает вновь до первоначальной влажности. Гуминовые вещества придают торфу типичные свойства коллоида.

Глава II

ПРИМЕНЕНИЕ КУСКОВОГО ТОРФА В КАЧЕСТВЕ ГОРЮЧЕГО ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

§ 1. Специфические особенности газификации кускового торфа в автотракторных газогенераторах

Первые опыты по газификации кускового торфа в древесно-чурочных газогенераторах автотракторного типа начали проводиться в Советском Союзе еще в 1931 г. Результаты как первых опытов, так и подавляющего большинства последующих неизменно находили положительную оценку специалистов, и казалось, что стоило только захотеть — и торф сейчас же займет почетное место в качестве горючего для газогенераторов наряду с древесным углем и чурками. Несмотря, однако, на положительную оценку результатов опытов, торф не получил признания в качестве удовлетворительного горючего для газогенераторов. Причина такого явления заключалась в том, что торф газифицируется в древесно-чурочном газогенераторе обычного у нас устройства, т. е. с камерой типа Имберт-Берлие, более или менее удовлетворительно в течение лишь непродолжительного срока, да и то не всякий его сорт и не при всяких обстоятельствах. Было установлено, что лишь малозольные сорта торфа, с тугоплавкими свойствами золы, с относительно небольшой влажностью могут рассматриваться как, до некоторой степени, пригодное горючее для газогенераторов.

Газогенераторы того времени были еще слишком несовершенны, свойства торфа как газогенераторного горючего еще мало изучены, и все эти обстоятельства привели исследователей к мысли о необходимости создания специального торфяного газогенератора. Ряд исследовательских организаций, связанных, главным образом, с торфодобывающей промышленностью СССР, например ВИМТ (Ленинград), ИНСТОРФ (Москва), НАТИ (Москва), УНИИМТ (Киев), Институт промышленности АН БССР (Минск) и др., провели крупные научно-исследовательские работы, внесшие значительную ясность в вопрос газификации торфа и создавшие в большинстве случаев свои оригинальные типы торфяных газогенераторов. К сожалению, все эти работы велись без общей принципиальной установки и в том разрезе, в каком его себе представляла данная организация. В общем, к 1940 г. накопился довольно большой материал, из которого возможно сделать следующие выводы:

1. Существующие стандартные древесночурочные газогенераторы, снабженные подвижной колосниковой решеткой, хотя и могут газифицировать кусковый торф, но качество этого торфа должно быть чрезвычайно высоким (зольность 2—4%, влажность не выше 25% абс., температура плавления золы не ниже 1200—1300°). Получение таких высококачественных сортов торфа не рентабельно, так как связано с большими трудностями, в особенности если потребное количество такого торфа значительно.

2. Использование стандартных, древесночурочных газогенераторов для газификации «рядовых» сортов торфа не дает положительных результатов, и большинство имеющихся сведений в этой области следует считать необоснованными, так как они не подтверждаются точными физическими показателями того сорта торфа, с которым проводился эксперимент, причем выводы и заключения делаются на основе слишком кратковременных наблюдений, когда еще не успели себя проявить: зольность, шлакование, засмоление и пр.

Так как основная масса наших торфов имеет относительно низкую температуру плавления золы (во всяком случае лежащую ниже 1300°), то газификация их не может проводиться в стандартных газогенераторах без соответствующих переделок.

3. Для использования рядовых сортов торфа приходится: а) применять специальные устройства камер газификации, обеспечивающих удовлетворительный отвод золы и шлаков из камеры газификации; б) обеспечить при всех условиях достаточно полное разложение и сжигание паров смол в камере газификации с тем, чтобы получаемый рабочий газ был бессмольным; в) заботиться об отводе паров воды, образующихся в зоне подсушки и собирающихся в верхней части бункера; г) предотвратить зависание торфа в бункере и камере газификации газогенератора; д) применять надежную очистку газа, обеспечивающую от проникновения в двигатель оставшихся в газе паров смол и обильных «уносов» пыли, золы и коксовой мелочи, характерных при работе на торфе.

37326
 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА СССР
 § 2. Условия применения стандартных древесночурочных газогенераторов для газификации торфа и примеры из практики

Уточним те особенности, которые свойственны торфу при его газификации в газогенераторе. Как видно из табл. 6, торф по своему элементарному составу мало отличается от дерева. Единственное, бросающееся в глаза отличие торфа — это его повышенная, по сравнению с деревом, зольность.

Таблица 6

| Элементарный состав (средний по весу) в % | C | H ₂ | O ₂ | N ₂ | S | W ₀ | A | Примечание |
|---|--------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|------|--|
| Род горючего | | | | | | | | |
| Дерево | 40 | 4,8 | 34,5 | 0,2 | — | 20,00 | 0,5 | W ₀ — средняя относительная влажность |
| Торф { | Верховой . . | 45,25 | 3,87 | 27,00 | 0,90 | 20,00 | 2,83 | A — среднее содержание золы |
| | Низинный . . | 39,70 | 4,05 | 24,50 | 2,00 | 20,00 | 9,60 | |

Самый факт увеличенного содержания золы в торфе еще не решает дела. Можно было бы в обыкновенном, стандартном газогенераторе успешно газифицировать торф даже с высокой зольностью, например 10—12%, однако лишь при условии, что температура плавления золы такого торфа будет лежать не ниже 1300°. В этом случае торфяная зола, образующаяся в области зоны горения, имеющей температуру заведомо ниже 1300°, плавиться не будет, а следовательно не будет образовываться и шлак. Торфяная зола, имеющая порошкообразное строение, пройдет через восстановительный слой и соберется в зольник, откуда она может быть периодически легко удаляема. Таким образом правильное проте-

1 Напомним, что относительной влажностью горючего W₀ называют отношение веса W, содержащейся во влажной массе торфа воды, к весу G₁ той же массы торфа в первоначальном, т. е. влажном, ее состоянии. Далее, если через G₂ назвать вес абсолютно сухой массы торфа, то относительная влажность определяется по:

$$W_0 = \frac{G_1 - G_2}{G_1} 100 = \frac{W}{G_1} 100\%$$

Абсолютная влажность W_a равна:

$$W_a = \frac{G_1 - G_2}{G_2} 100 = \frac{W}{G_2} 100\%$$

Для перехода от одной влажности к другой можно пользоваться следующими соотношениями:

$$W_a = \frac{W_0}{100 - W_0} 100\% \quad \text{и} \quad W_0 = \frac{W_a}{100 + W_a} 100\%$$

кание процесса газификации не будет ничем нарушаться, и газогенератор будет работать нормально.

Другое дело, если в стандартном газогенераторе мы начнем применять торф, хотя бы и с незначительной зольностью, например в 4%, но такого качества, что зола его будет плавиться при температуре 1000—1100°. В этом случае зола, проходя области высоких температур фурменного пояса, легко расплавится и в жидком состоянии будет стекать вниз в области, где температуры значительно ниже. Попадая на стенки камеры газификации, образующие горловину, расплавленная зола застывает на их поверхности и образует, в конечном итоге, слитный шлак значительной толщины, трудно удаляемый при чистке.

В процессе работы газогенератора шлак продолжает накапливаться на стенках камеры газификации, заполняя ее объем инертной массой за счет уменьшения количества активно действующего древесного угля или торфяного кокса. Это обстоятельство влечет за собой нарушение правильного течения процесса газификации, гидравлические сопротивления газогенератора растут, состав газа ухудшается и мощность двигателя падает.

Чтобы составить себе представление о падении мощности при работе газогенератора на шлакующем сорте торфа, сопоставим мощность двигателя получающуюся при работе такого же газогенератора, но на древесных чурках.

Опыты показали, что работа газогенератора на торфе, содержащем много шлакующей золы (~12%), вследствие забивания шлаком камеры газификации, только вначале протекает нормально и двигатель развивает свою полную мощность, далее мощность двигателя начинает непрерывно падать, причем величина падения и продолжительность возможной работы газогенератора без его чистки и перезарядки зависят от качества горючего (размеры кусков, зольность, температура плавления золы и пр.). В то же время, при непрерывной работе газогенератора на древесных чурках, в продолжение около 20 час., мощность двигателя сохраняется неизменно полной до того момента, когда весь объем зольника будет заполнен золой и потребуются его чистка.

Рассмотрим теперь весьма интересный опыт, проведенный ЦНИАТом по работе обыкновенных, стандартных газогенераторов ГАЗ-42 и ЗИС-21, без всяких переделок, на кусковом торфе. Качество применявшегося торфа было следующее: зольность не выше 5%, влажность не выше 25% абс. и температура плавления золы не ниже 1200°. Как и следовало ожидать, опыт дал вполне положительные результаты, однако, рассматривать этот опыт как какое-то достижение, как шаг вперед, отнюдь не приходится.¹

¹ Харьковский тракторный завод с первых же экземпляров выпускаемого им газогенераторного трактора Т2Г (1938 г.) снабжал генераторы вращающейся колосниковой решеткой, имея в виду применение в нем, кроме древесных чурок, торфа, торфобрикетов и т. п.

В эксплуатационных указаниях ЦНИАТ приводит ряд любопытных подробностей, характеризующих те осложнения в уходе за газогенератором, которые вызываются применением торфа. Так, например, догрузку бункера торфом следует производить:

для автомобиля ГАЗ-42 через 40—50 км пробега
» » ЗИС-21 » 50—60 » »

При езде в трудных дорожных условиях или в зимнее время догрузку бункера следует производить чаще. Вообще нельзя допускать выгорания бункера более чем на $\frac{2}{3}$ его полного объема, (т. е. в бункере должно всегда оставаться не менее $\frac{1}{3}$ горючего) так как нарушение этого правила может вызвать изменение температурного режима газификации; количественный выход генераторного газа при этом снижается, а его качество ухудшается. При более редких догрузках бункера может выгореть полный объем заправленного в бункер торфа, что повлечет за собой резкое уменьшение объема восстановительной зоны, сильные колебания температуры, и, как следствие, коробление камеры газификации и др. нарушения исправности газогенератора.

Вследствие зависания торфа в бункере, приходится периодически производить шуровку посредством шуровочного ломика, при этом по центральной части бункера шуровка не рекомендуется, так как она ведет к измельчению кусков торфа, образованию торфяной мелочи, которая, опускаясь, легко забивает камеру газификации и нарушает правильную работу газогенератора. Шуровку следует производить вблизи стенок бункера колебательными движениями ломика вниз и вверх.

При некондиционном сорте торфа или при более длительном сроке перерыва между очередными прочистками зольника, восстановительная зона начнет постепенно забиваться золой и шлаками. В соответствии с этим и мощность двигателя начнет снижаться. Это обстоятельство должно немедленно же побудить водителя принять решительные меры к очистке зольника и камеры газификации от золы и шлаков. Очевидно, что нарушенные при этом части восстановительной зоны должны быть пополнены древесным углем или торфяным коксом, и высота слоя угля в кольцевом пространстве доведена до уровня горловины камеры газификации.

Грубые очистители и вся система очистки газа вообще при работе на торфе засоряются гораздо легче, чем при работе на чурках вследствие более мелкой консистенции торфяной золы. Особенного внимания требует к себе второй по ходу газа грубый очиститель, обычно сильно забиваемый уносами.

Уход за газогенераторной установкой при работе на торфе, таким образом, значительно усложняется. В табл. 7 приведена сравнительная длина пробега автомобиля, после которой необходимо проводить тот или иной техуход за генераторной установкой, работающей на торфе и работающей на древесных чурках.

Таблица 7

| Наименование операций | Пробег автомобиля (в километрах) на торфе ¹ | Пробег автомобиля (в километрах) на чурках ² |
|---|--|---|
| Очистка зольника газогенератора | 150—200 | 800 |
| Очистка секций грубого очистителя | 300—400 | 800 |
| Промывка тонкого очистителя | 2 000—2 500 | 5 000 |
| Очистка бункера газогенератора без разборки | 2 000—2 500 | 5 000 |
| Полная очистка газогенератора с разборкой | 4 000—5 000 | 10 000 |

Из табл. 7 видно, что по всем видам операций, техход в случае применения торфа увеличивается вдвое и более.

Следует особо отметить, что опыт, проведенный ЦНИАТом, оказался удачным лишь потому, что при его проведении была организована особая бригада, располагавшая необходимым лабораторным оборудованием для определения зольности, влажности применявшегося торфа, температуры плавления золы и пр. Это позволяло все время следить за качеством применявшегося торфа и отбирать для работы лишь строго определенные его сорта. Самой собой понятно, что в обычных эксплуатационных условиях этого не будет и, следовательно, все трудности применения рядовых сортов торфа скажутся со всей их остротой.

Приведенный нами пример длительного наблюдения за применением торфа высоких показателей в качестве горючего для стандартного типа газогенератора, без всяких переделок и добавлений, очень поучителен. Он может служить прекрасным ответом на обычно ставящийся вопрос:

«Может ли стандартный древесночурочный газогенератор работать на торфе без всяких переделок?»

Ответ на него должен быть дан двоякий: и положительный и отрицательный. Положительный ответ будет оправдан лишь в том случае, если можно обеспечить бесперебойное снабжение газогенератора высококачественным торфом строго определенных кондиций. При этом имеются в виду не какие-либо особые приемы, которые должны быть применены для получения высококачественного торфа, а лишь более строгое выдерживание качественных кондиций, не требующихся, например, для горючего топок паровозных котлов.

Отрицательный ответ будет совершенно уместен в том случае, если имеется в виду снабжать газогенератор обычным рядовым торфом, т. е. таким, каким его получают на торфяных разработках для сжигания в топках паровых котлов.

Приведенные примеры еще раз подтверждают высказанное выше положение, что нормальная устойчивая работа на многозольных шлакующих сортах торфа без соответствующих изменений стандартного газогенератора невозможна вследствие технических трудностей.

¹ По данным ЦНИАТ.

² По Положению о профилактическом обслуживании и ремонтах газогенераторных автомобилей ЗИС-21 и ГАЗ-42, утвержденному Ленгорсоветом как обязательное к исполнению всеми автохозяйствами Ленинграда.

§ 3. Практические приемы удаления золы и шлака из камеры газификации газогенератора

Удаление золы и шлака из зоны газификации принципиально возможно четырьмя способами:

1. Удалением золы в естественном, порошкообразном ее состоянии.
2. Удалением шлака в расплавленном виде.
3. Удалением шлака в затвердевшем состоянии.
4. Удалением золы и шлака смешанным способом: путем одновременного применения первых двух методов, т. е. удалением золы в порошкообразном виде и шлака — в затвердевшем состоянии.

Первый способ может иметь две разновидности: во-первых, путем соответствующего выбора сорта торфа можно добиться, чтобы его зола ни при каких температурах, встречающихся в зоне газификации, не расплавлялась. Это значит, что выбранный сорт торфа должен иметь тугоплавкую золу. Во-вторых, в зоне газификации можно обеспечить столь низкую температуру, что большинство встречающихся разновидностей торфяной золы не будет расплавляться. Первый путь ведет к применению стандартного газогенератора и малозольного с нешлакующей золой торфа. Второй путь нашел свое конструктивное решение в экспериментальном газогенераторе ЦНИАТ, предназначенном для замены им газогенератора ГАЗ-42 (рис. 1).

Основная идея этой конструкции газогенератора заключается в понижении теплового режима активной зоны путем увеличения ее объема и поперечного сечения. Образующийся частично в камере газификации шлак не сможет скоро нарушить правильного газообразования, так как объем зоны газификации, расположенной ниже фурменного пояса, достаточно велик. Надо заметить, что результаты эксперимента с подобным газогенератором неизвестны.

Кроме понижения напряженности зоны горения, можно уменьшить температуру в камере газификации путем подвода паров воды к зоне горения. Это может быть осуществлено, например, посредством трубки, соединяющей верхнюю часть бункера с полостью зоны горения. Так как между этими двумя пространствами

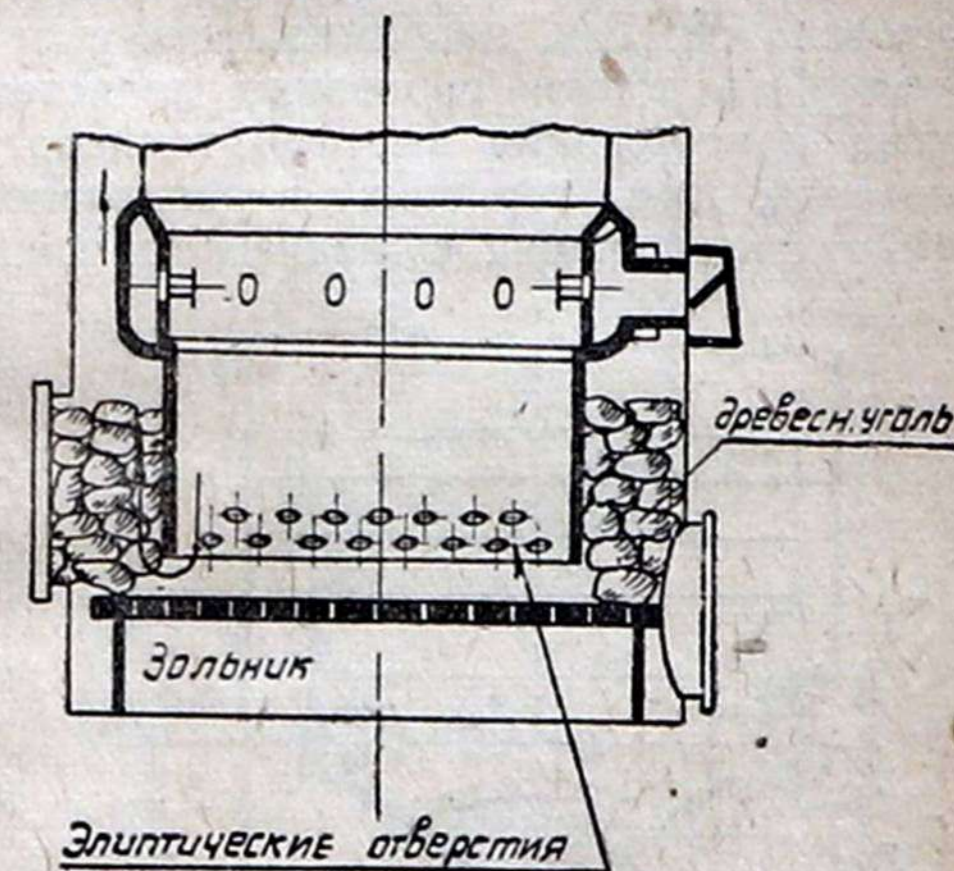


Рис. 1. Камера газификации ЦНИАТ для применения многозольного торфа в газогенераторе автомобиля ГАЗ-42.

газогенератора существует разность давлений 25—40 мм вод. ст., то продукты сухой перегонки и пары воды, собирающиеся в верхней части бункера вследствие испарения влаги горючего, начинают поступать в зону горения и понижают температуру этого пространства (рис. 25).

Впрочем, надо отметить, что проведенные на Харьковском Тракторном заводе специальные опыты по этому вопросу показали, что подача в воздушный коллектор периферийного дутья паровоздушной смеси в количествах, не оказывающих заметного влияния на снижение мощности двигателя, давало понижение температуры в зоне горения примерно на 3—4%.

Второй способ. Конструктивных приемов, обеспечивающих удаление шлака в жидком состоянии, много. Все они сводятся к тому, чтобы путем более высокой температуры в зоне горения обеспечить плавление золы и затем поддерживать ее в жидком состоянии на всем пути ее следования до выхода из камеры газификации. Так, например, если схема камеры выбрана по типу Берлие, то вблизи горловины делается второй ряд фурм, чтобы путем поддержания высокой температуры обеспечить прохождение золы через горловину в расплавленном виде. Или, оканчивая камеру газификации сужением горловины, без нижнего раструба,

приближают последнее на 2—3 см к поверхности колосниковой решетки, чтобы сократить путь движения расплавленного шлака до выхода его в зольник ранее того, как он успеет застыть и отвердеть. Схема такого устройства приведена на рис. 32.

Опыты НИМИСа¹ показали, что экранирование нижней части камеры газификации газогенератора трактора ЧТЗ прекратило шлаконакопление в горловине, повысило температуру зоны восстановления, и шлак скапливался уже над колосниковой решеткой, часть же шлака успе-

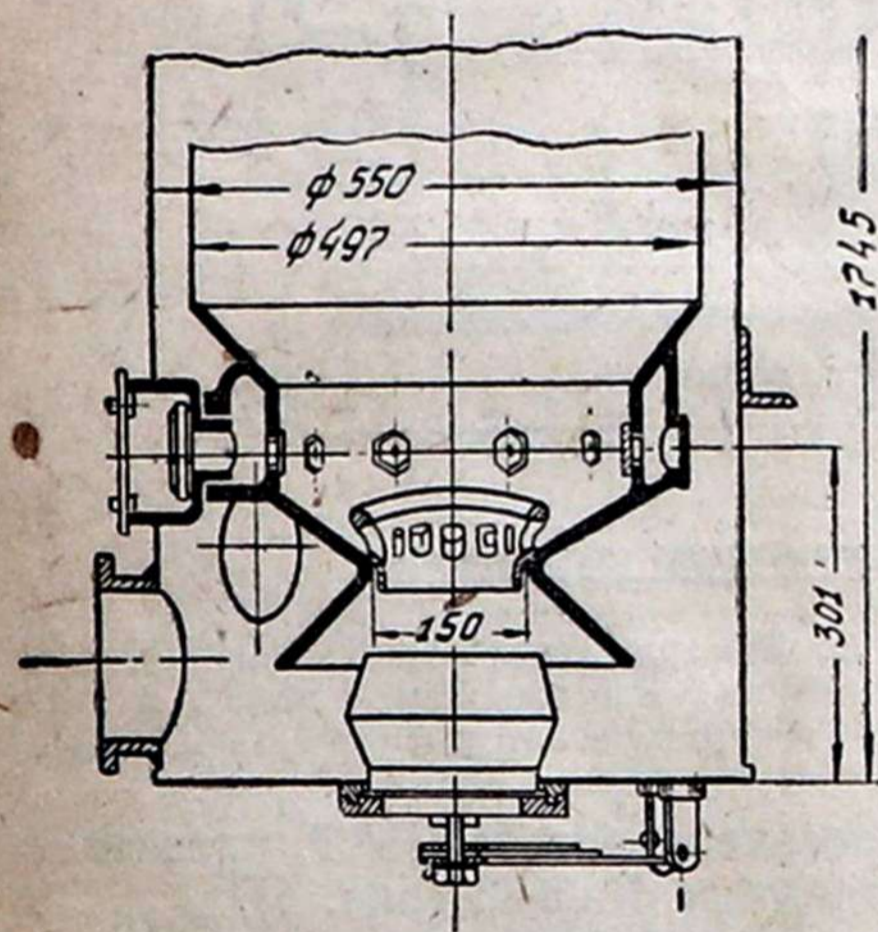


Рис. 2. Решетка тов. Ротмистрова для удаления шлака в расплавленном состоянии (старый вариант).

вала стекать через колосниковую решетку в зольник. Оказывается, что даже столь простые приемы могут дать заметный эффект.

На принципе поддержания золы в жидком состоянии основано применение особого приспособления, предложенного тов. Ротмистровым, в виде чугунной литой решетки, вставляемой

¹ Научно-исследовательская машинно-испытательная станция Наркомхозов У.О.С. № 2, ст. Верблюды близ Ростова н/Д.

в горловину обычного стандартного древесночурочного газогенератора (рис. 2). Верхняя часть этой решетки расположена в зоне высоких температур, где шлак находится в жидком состоянии. Шлак стекает в кольцеобразное углубление, образуемое решеткой и стенкой камеры газификации, и далее через особые отверстия в сильно разогретой решетке стекает в шлакоотборник. Опыты, проведенные с этим приспособлением по газификации торфобрикетов, дали удовлетворительные результаты, но они еще чересчур мало численны, чтобы по ним можно было сделать окончательные заключения и выводы.

Чтобы шлак был более «текуч», его стремятся поддерживать в перегретом состоянии. Однако осуществить это очень трудно.

Третий способ. Многие из существующих экспериментальных переделок камер газификации стандартных газогенераторов осуществлены, исходя из предположения, что затвердевший шлак удаляется в этом случае путем механического раздробления его и вытряхивания в зольник.

Первая из конструкций подобной переделки, подлежащая нашему рассмотрению, в принципе одинаково пригодна как для автомобиля ГАЗ-42, так и для автомобиля ЗИС-21. Она может быть применена: 1) при газификации всех сортов торфа с зольностью не выше 4% и легкоплавкой золой и 2) при газификации различных сортов торфа с тугоплавкой золой (не ниже 1300°) и зольностью не больше 6—8%. В обоих случаях влажность торфа должна быть не выше 25% абс.

Переделка стандартного древесночурочного газогенератора сводится, для этого случая, лишь к добавлению качающейся колосниковой решетки (рис. 3).

При газификации торфа с тугоплавкой золой в этом газогенераторе зола, в виде твердого остатка, постепенно заполняет пустоты между кусками торфяного кокса, лежащего в нижней части камеры газификации. Одновременно и сам кокс, вследствие малой механической прочности, от тряски и ударов крошится на мелкие кусочки и вместе с золой забивает проход газов через камеру газификации. Сопротивление газогенератора при этом повы-

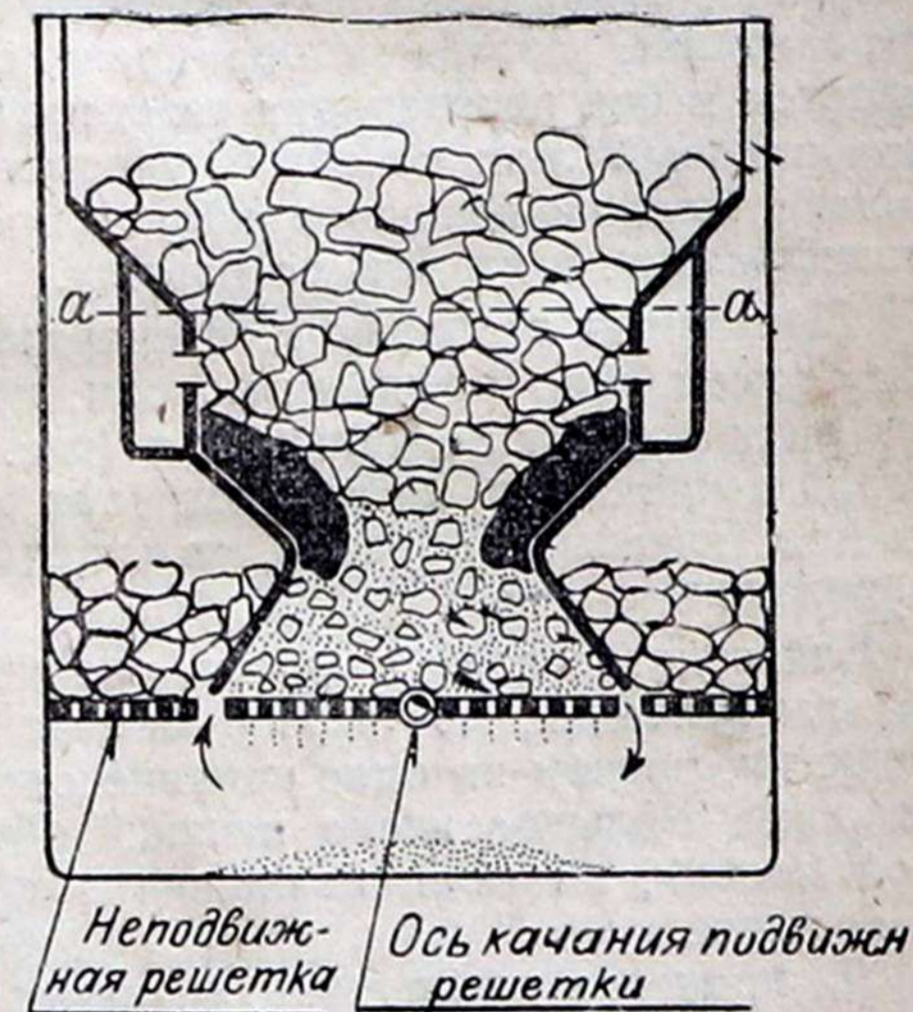


Рис. 3. Схема камеры газификации для применения малозольных сортов торфа.

шается, нормальное протекание процесса газификации нарушается и двигатель сбавляет вследствие этого свою мощность.

Качанием колосниковой решетки можно заставить золу и коксовую мелочь просыпаться вниз, — в зольниковое пространство, и тем самым освободить камеру газификации от накопившихся инертных масс, затрудняющих проход газа. После удаления золы и мелочи сопротивление слоя горючего уменьшается до своего нормального значения, и процесс газификации восстанавливается.

При работе на торфе с легкоплавкой золой, по мере увеличения срока работы газогенератора образующийся от плавления золы шлак начинает скапливаться на конусной поверхности камеры газификации. Вследствие уменьшения объема активного кокса процесс газификации нарушается, мощность двигателя падает и смолосодержание газа возрастает.

Удаление шлака производится или путем разрушения его шуровочным ломиком через загрузочный люк и последующим удалением при помощи качания колосниковой решетки или при полной перезарядке газогенератора после его остывания. Удалить шлак удается и без перезарядки газогенератора, если заведенной через зольниковый люк кочергой удастся зацепить слитную массу шлака, расположенную в конусообразном пространстве камеры газификации, и извлечь ее наружу.

Первичную заправку газогенератора можно вести или древесным углем, или торфяным коксом, причем заполнять камеру газификации следует до уровня *a-a* (рис. 3). На неподвижную решетку уголь закладывать не следует, так как ее назначение заключается, главным образом, в предотвращении просыпания угля в зольник.

Для очистки золы и шлака, скопившихся в нижней части камеры газификации, достаточно бывает 5—6 качаний колосниковой решетки, причем за одно качание считается движение рычага в обе стороны. Бóльшее число качаний обычно не приносит существенной пользы, вызывая излишние потери кокса, проваливающегося в зольник.

В процессе экспериментирования над специальными конструкциями газогенераторов, предназначенных для применения кускового торфа, сотрудниками газогенераторной группы НАТИ было установлено, что древесночурочный газогенератор Г-19, снабженный колосниковой решеткой, прекрасно газифицирует торф. Единственным условием устойчивой работы этого газогенератора является строгое соблюдение качества торфа в смысле зольности и влажности. Генератор Г-19, предназначенный для гусеничного трактора ХТЗ-Т2Г, конструктивно очень мало отличается от газогенератора ЗИС-21. Основные отличия заключаются в следующем: диаметр фурменного пояса 334 мм (вместо 340 мм), диаметр горловины 110 мм (вместо 150 мм), число фурм также 10, но диаметр их взят несколько больший, а именно: 10 мм (вместо 9,2 мм), напряженность горения в плоскости фурм 465 кг/м²/час (для чурок). Расстояние от плоскости фурм до нижнего края камеры газификации 252 мм. Высота бункера 925 мм, внутренний диаметр 476 мм,

емкость 0,16 м³. Высота генератора 1620 мм, диаметр корпуса 554 мм, вес 217 кг. Зольниковая решетка в первых выпусках генераторов сферическая, вращающаяся в горизонтальной плоскости, в последующих плоская, неподвижная, разборная из трех секций. Емкость зольника 0,025 м³.

Из проведенных в НАТИ испытаний выяснилось, что газогенератор Г-19—Т2Г может устойчиво работать на высококачественных, верховых сортах торфа, давая газ, не уступающий таковому же на древесных чурках (табл. 8). Испытания производились с колосниковой решеткой старого образца.

Таблица 8

| Сорт горючего | Производительность газогенератора в м ³ С.Н.Г. ¹ | Состав газа, в объемных % | | | | | | | Калорийность в кал/м ³ |
|--|--|---------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------------------|
| | | СО | Н ₂ | СН ₄ | С _m Н _n | О ₂ | СО ₂ | Н ₂ | |
| Древесные чурки (50% березы и 50% сосны) | 85 | 20,5 | 15,7 | 2,50 | 0,24 | 0,37 | 11,5 | 49,2 | 1250 |
| | 50 | 21,5 | 12,8 | 2,07 | 0,10 | 0,51 | 9,55 | 53,4 | 1175 |
| Малозольный торф | 100 | 20,3 | 16,5 | 1,85 | 0,26 | 0,76 | 9,6 | 45,7 | 1220 |

Примечание. Теплотворная способность С_mН_n приравнена к метану.

Расход горючего, выход газа, напряженность зоны горения, температуры и разрежения генератора Г-19 приведены в табл. 9.

Таблица 9

| Производительность газогенератора, в м ³ С. Н. Г. | Расход сухого горючего в кг/час | Выход сухого норм. газа из 1 кг сухого горючего, в м ³ | Напряженность зоны горения в кг/м ² /час | Недожог горючего, в % | Работа на торфе | | Работа на чурках | |
|--|---------------------------------|---|---|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | Средняя температура газа | Среднее разрежение в мм вод. ст. | Средняя температура газа | Среднее разрежение, в мм вод. ст. |
| 95—100 | 29 | 3,25 | 340 | 4 | 370 | 300 | 410 | 180 |
| 85—90 | — | — | — | — | 380 | 250 | 410 | 160 |
| 50 | 17 | 2,9 | 200 | 3 | 200 | 125 | 330 | 45 |

Табл. 9 показывает, что сопротивление газогенератора при работе на торфе почти на 60% больше, чем на чурках; в то же время температура выходящего газа значительно выше на чурках, чем на торфе.

¹ Сухой нормальный газ.

Периодичность очистки газогенератора установки Г-19 в часах:

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Зольник | через 10—15 часов работы |
| Коробчатый очиститель | 20—25 " " |
| Охладитель | 50 " " |
| Фильтр | 50 " " |

Количество отходов горючего в зольнике составляло 2,7 л/час. В отходах встречается мелкий шлак, наличие которого не оказывает неблагоприятного влияния на работу газогенератора.

Данные анализа отработавшего масла из картера двигателя за 52 часа работы показывают весьма небольшое падение вязкости и несколько повышенную засоренность уносами пыли и коксовой мелочи (табл. 10).

Таблица 10

| Проба | Вязкость по Энглеру | | Механические примеси | Кокс по Конрадсону |
|--------------------------|---------------------|------|----------------------|--------------------|
| | 50° | 100° | | |
| Свежее масло | 18,25 | 2,48 | 0,079 | 0,96 |
| Установка Г-19 | 11,29 | 2,04 | 0,24 | 1,11 |

Для автомобиля ЗИС-21, при многозольных сортах торфа с легкоплавкой золой, могут быть использованы два почти равноценных по получающимся результатам варианта переделок камер газификации.

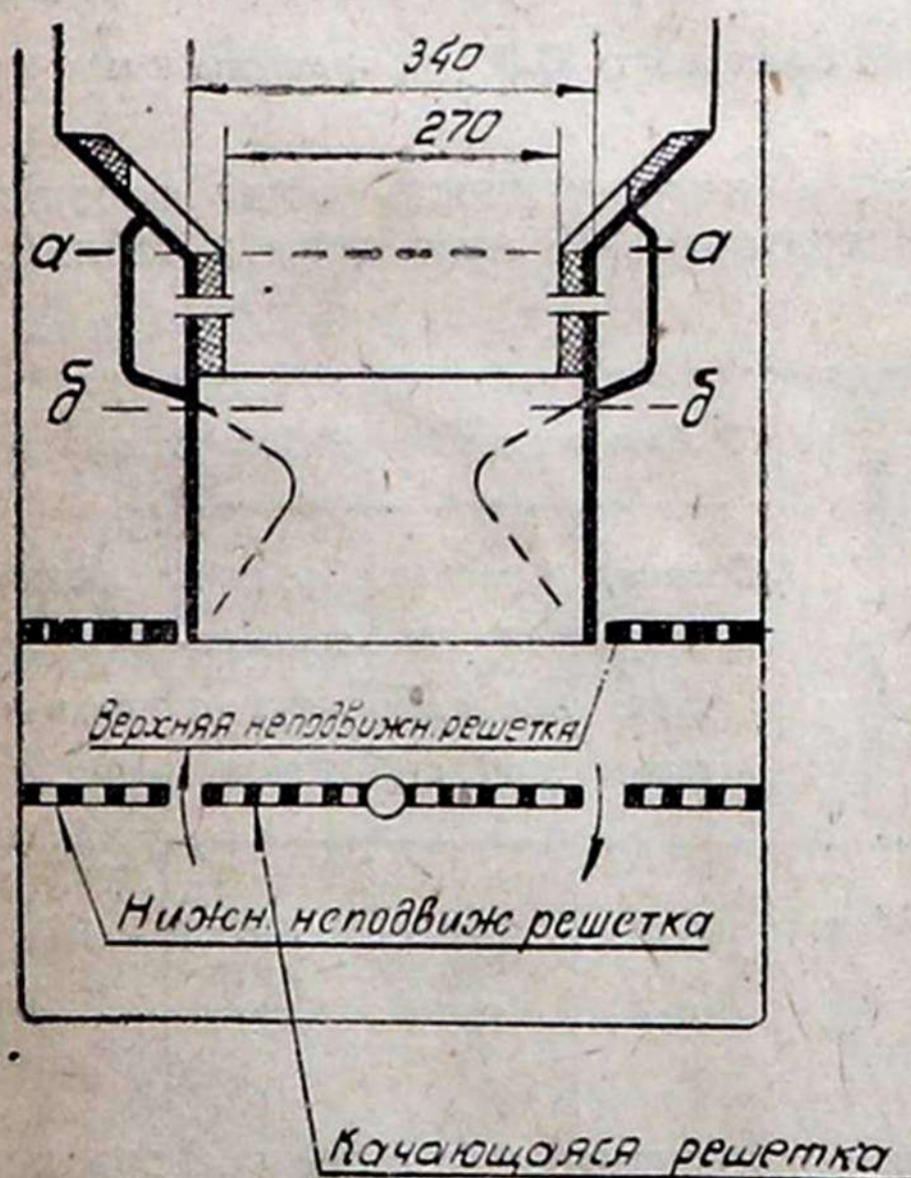


Рис. 4. Схема экспериментальной камеры газификации газогенератора ЗИС-21 для многозольного торфа, полученная путем переделки стандартного древесночурочного газогенератора (1-й вариант).

В первом из них (рис. 4), с целью предотвращения забивания шлаком горловины камеры газификации, она, т. е. горловина, полностью удаляется у фурменной зоны. Прямолинейная, цилиндрическая форма камеры генератора и достаточная площадь сечения для свободного выхода шлаков делают ее вполне пригодной для того, чтобы шлаки и зола не забивали прохода для газа. Однако, отсутствие горловины не обеспечивает выработываемый газ от смолосодержания. Чтобы компенсировать отсутствие горловины, диаметр фурменного пояса

уменьшен с 340 до 270 мм, чем достигается большая напряженность горения, а следовательно, — крекинг и сгорание продуктов сухой перегонки вышележащих слоев торфа, проходящих через раскаленный слой горящего торфяного кокса. Уменьшение диаметра фурменного зеркала достигнуто путем применения сварной вставки, укрепленной на конусном переходе нижней части бункера и фурменного пояса.

Пунктиром на рис. 4 изображена конфигурация удаленной части стандартной литой камеры.

Второй вариант измененной камеры газификации, предназначенной для газогенератора автомобиля ЗИС-21, представлен на рис. 5.

В этом случае удален только нижний раструб стандартной камеры газификации. Конфигурация удаленной части на рисунке изображена пунктиром. Однако, чтобы предотвратить забивание горловины шлаком и золой, горизонтальное сечение, срезающее нижнюю часть камеры газификации, сделано несколько выше наиболее суженной части камеры, с таким расчетом, чтобы обеспечить диаметр прохода в 180 мм вместо прежнего размера 150 мм. Нижняя часть камеры выполнена также цилиндрической, как и в первом варианте. Таким образом, чтобы несколько облегчить выход золы и шлаков за пределы камеры газификации, диаметр горловины в наиболее узкой ее части увеличен на 30 мм, но при этом, благодаря наличию значительного сужения, обеспечивается концентрированный проход продуктов сухой перегонки через слой разогретого кокса, и таким образом достигается лучшее сгорание и разложение смол, что должно понизить смолосодержание генераторного газа.

Процесс накопления шлака, его опускания и удаления при помощи качания подвижной части колосниковой решетки, представлен для первого варианта камеры газификации на рис. 6 в ряде последовательных стадий. Опускание шлака в нижней цилиндрической части камеры происходит под влиянием: а) естест-

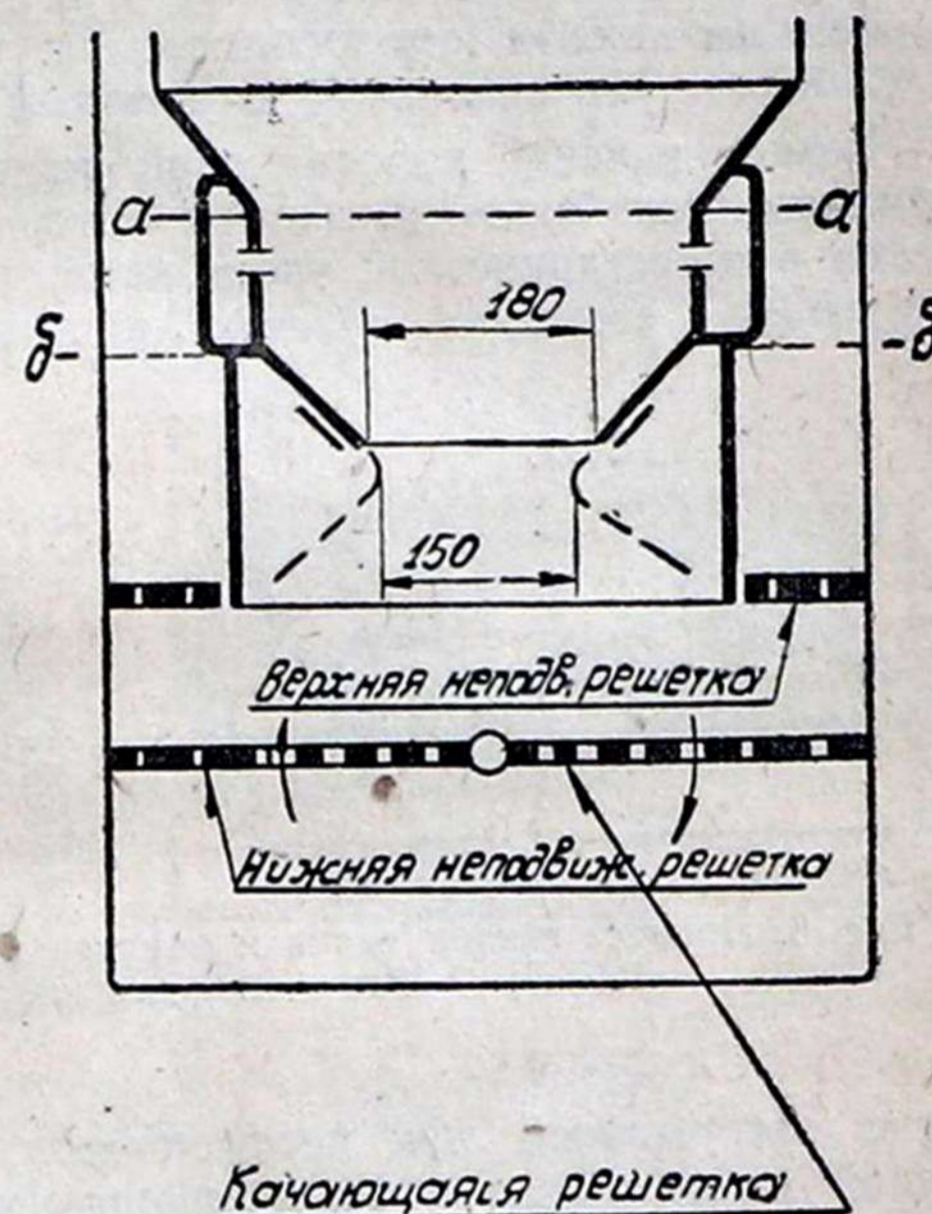


Рис. 5. Схема экспериментальной камеры газификации газогенератора ЗИС-21 для многозольного торфа, полученная путем переделки стандартного древесночурочного газогенератора (2-й вариант).

венного процесса выгорания торфяного кокса и б) вследствие провала части кокса в зольник при качании колосниковой решетки. При значительном накоплении шлака, образующего обычно комки слитной массы (рис. 6 б и 6 в), его не удастся опустить путем качания колосниковой решетки. Приходится поэтому прибегать к помощи шуровочного ломика, которым через верхний загрузочный люк разбивают шлаковый слиток на отдельные части, после чего качанием колосниковой решетки они проваливаются в зольник.

Следует учитывать, что при каждом нарушении температурного режима камеры газификации и степени ее заполнения подготовленным коксом смолосодержание газа увеличивается примерно в 2—3 раза по сравнению с установившимся режимом работы.

Всякое качание колосниковой решетки, а тем более шуровка ломиком, неизбежно вызывают потери значительной доли объема кокса в цилиндрической части камеры за счет дробления кокса и просыпания его через решетку в зольник. Кроме того, шуровка

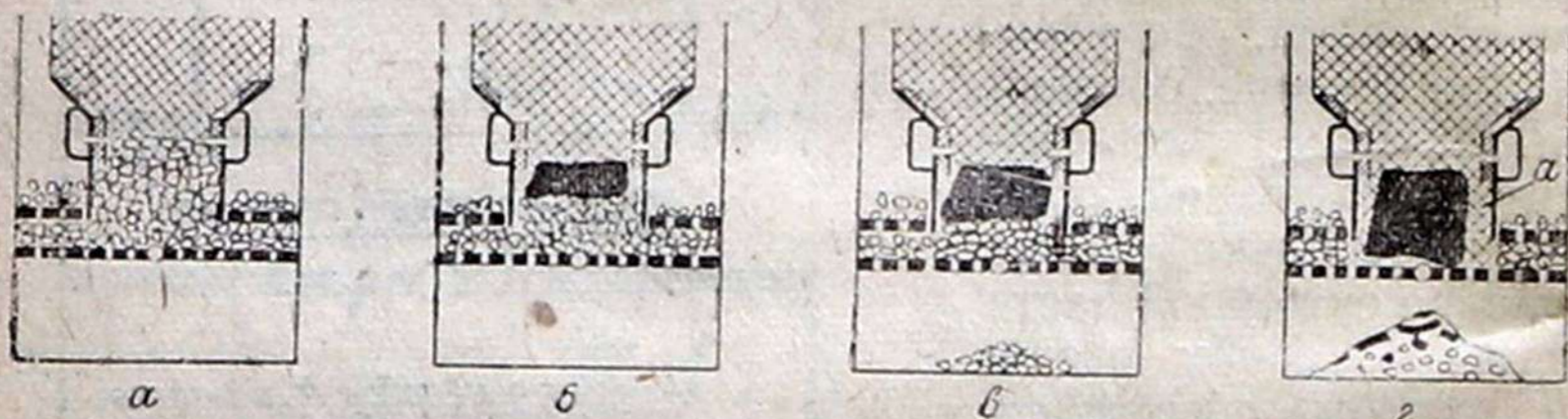


Рис. 6. Процесс накопления и опускания шлака в камере газификации ЗИС-21 (1-й вариант) для многозольного торфа.

через загрузочный люк перемешивает, раздробляет горящий торфяной кокс и нарушает установившееся горение в фурменном поясе. Пылесодержание газа при шуровке, дроблении шлака и его удалении резко возрастает. Все это приводит к выводу, что прибегать к шуровке следует лишь в случаях действительной необходимости.

При длительном сроке работы газогенератора без шлаксудаления слиток шлака заполнит собою почти весь объем нижней цилиндрической части камеры газификации (рис. 6, г). Выработываемый в генераторе газ сможет проходить только по кольцевому зазору *а*, образованному слитком шлака и стенкой камеры.

В некоторых случаях шлаковый слиток смещается в сторону и проход генераторного газа будет односторонним, что ведет к ухудшению его качества. За счет концентрированного одностороннего отбора газа стенка камеры сильно нагревается. Внешне это явление становится заметным по значительному нагреву корпуса газогенератора возле места протекания газа. Качанием колосниковой решетки это явление можно устранить.

Во втором варианте газогенератора, для ЗИС-21, шлаксудаление (рис. 7 а и 7 б) происходит при качании колосниковой решетки, а в случае особенно плотного приставания шлакового слитка к стенкам камеры газификации — путем шуровки через загрузочный люк или вытаскиванием шлака кочергой через зольниковый люк.

Из двух вариантов переделки камер газификации для ЗИС-21 первый, согласно опытов, обеспечивает более длительную работу газогенератора без перезарядки.

Для автомобиля ГАЗ-42 переделка камеры газификации ни по схеме первого варианта, предназначенного для ЗИС-21, ни по схеме второго удовлетворительных результатов не дает. Этот факт объясняется тем обстоятельством, что основные параметры камер ни первого, ни второго вариантов для ГАЗ-42 еще не изучены и наиболее выгодные их размеры не подобраны.

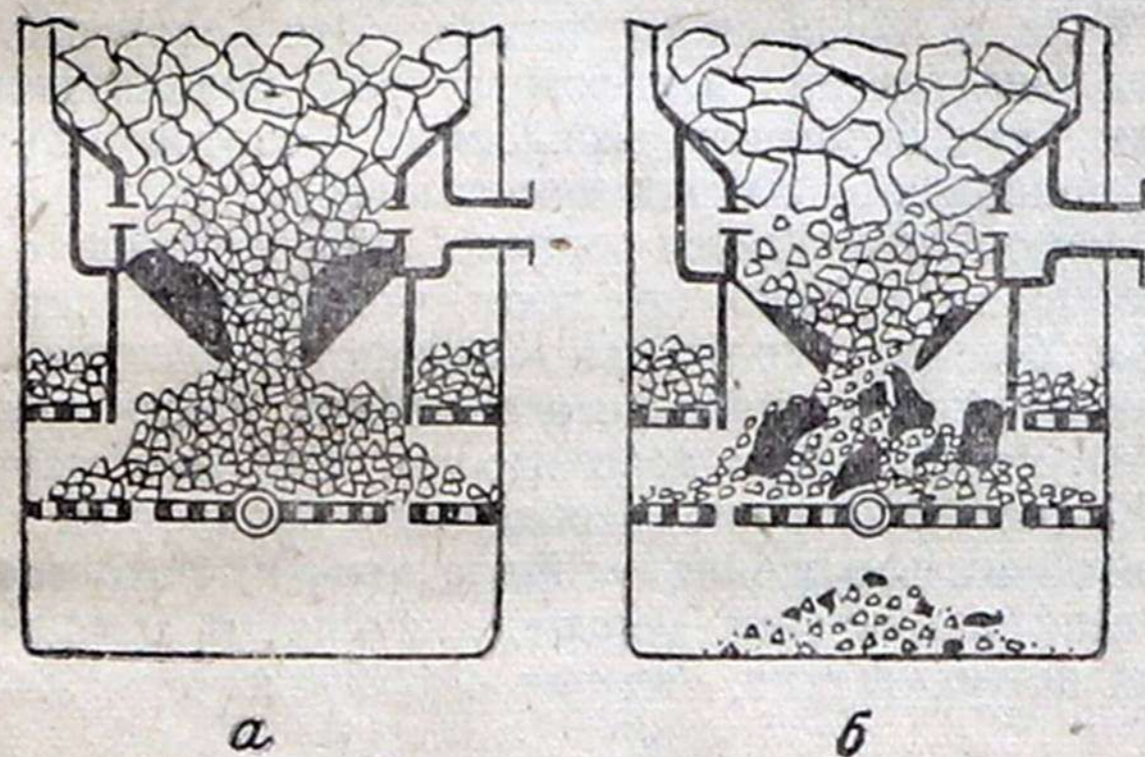


Рис. 7. Схема накопления шлака в камере газификации ЗИС-21 (2-й вариант) для многозольного торфа. Слева — начальное положение накопления шлака; справа — положение шлака после раздробления его качанием решетки.

Следует отметить, что шуровку через загрузочный люк, рекомендуемую авторами переделанных газогенераторов по рис. 3, 4 и 5, несомненно одобрить нельзя. Есть все возможности добавить к качающейся колосниковой решетке приспособление для раздробления шлакового слитка и для шуровки снизу, не прибегая к помощи шуровочного ломика.

Уровни *а—а* и *б—б*, указанные на рис. 3, 4 и 5, имеют в виду: первый — высоту заправочного слоя кокса в камере газификации, второй — высоту слоя кокса, насыпаемого на верхнюю неподвижную колосниковую решетку, для добавочной зоны.

Газогенератор, выполненный по схеме 3, может совершенно свободно работать на древесных чурках, давая результаты работы, практически ничем не отличающиеся от работы стандартных газогенераторов, без колосниковой решетки.

Четвертый способ. При газификации многозольных сортов торфа всегда имеется в очаговых остатках газогенератора зола частично в порошкообразном виде, частично же в виде кусков затвердевшего шлака. Соотношение того и другого компонента зависит в основном от двух причин, а именно:

а) от сорта газифицируемого торфа и температуры плавления его золы и

б) от температуры зоны горения, через которую проходит зола.

Если температура зоны горения высока, то зола в большем количестве расплавится и образует шлак, и наоборот. Так как удаление затвердевшего шлака из зоны газификации представляет наибольшие трудности, то естественно, что каждый конструктор газогенератора заинтересован в том, чтобы в результате газификации оставалось наибольшее количество золы в порошкообразном состоянии (т. е. не претерпело бы процесса плавки) и наименьшее — в виде затвердевшего шлака. Эти соображения ведут к тому, что зона горения для генераторов, предназначенных для газификации многозольных «рядовых» сортов торфа, часто делается с пониженной напряженностью горения.

Этим приемом приходится однако пользоваться с некоторой осторожностью, не забывая при этом, что торф является горючим, содержащим большое количество смолистых летучих, нуждающихся в последующем крекинге и сжигании, а это последнее требует, в свою очередь, зоны довольно высоких температур (порядка $1100-1200^{\circ}$), через которую необходимо пропустить газ. Применение для этой цели сужения «горловины», как это осуществлено в камере газификации типа Берлие, для случая обильного шлакообразования нежелательно, так как оно сильно затрудняет шлакоудаление.

Таким образом, если не обращать особого внимания на количество образующихся шлаков, что возможно при малозольных сортах торфа или же при высоких температурах плавления золы газифицируемого сорта торфа, то способ золо- и шлакоудаления по первому методу не вызывает особых сомнений. В случае же многозольного «рядового» торфа, газогенератор, в особенности же переделанный из древесночурочного, имеющего чаще всего высокую напряженность зоны горения и узкую горловину, может оказаться перед трудно преодолимой задачей непрерывного удаления обильно выделяющегося и бурно образующегося потока шлака. В этом случае водителю придется почти непрерывно отвлекаться от езды для удаления шлака. Конечно, указанная крайность является как бы предельным случаем, однако на эту возможность все же не следует закрывать глаза.

Последний — четвертый — смешанный способ золо- и шлакоудаления является как бы развитием и усовершенствованием предыдущего метода и имеет с ним много общего, однако необходимо подчеркнуть некоторую условность такой формулировки. Дело в том, что одна только напряженность горения, являясь весьма важным фактором в работе камеры газифика-

ции, не остается единственной. Как уже было показано на примере переделки камеры ЗИС-21 (рис. 4), напряженность зоны горения пришлось повысить — и даже значительно, — чтобы получить удовлетворительные результаты очистки газа от паров смол. В этом примере достаточно ярко обнаружилось влияние других факторов на выбор соотношений размеров камеры газификации. Таким образом приходится признать, что вопрос о выборе основных размеров и их соотношений для камеры газификации еще недостаточно изучен, и основные их величины приходится подбирать и проверять опытным путем.

Конструкция, которую мы сейчас рассмотрим в качестве иллюстрации применения четвертого способа, предназначена для автомобиля ГАЗ-42 и имеет в виду использование более многозольных торфов со шлакующей золой. Камера газификации, разработанная для этого случая, изображена на рис. 8. Лабораторные и дорожные испытания показали, что диаметр фурменного пояса, применяющийся для стандартного газогенератора ГАЗ-42 и равный по размеру 200 мм, слишком мал. Даже полное удаление горловины вместе с верхним конусом не дает ожидаемых результатов. Поэтому пришлось расширить фурменный пояс до диаметра в 240 мм и придать всей камере газификации цилиндрическую форму (рис. 8). В результате этих переделок удалось получить конструкцию камеры газификации, вполне удовлетворительно работающую на торфе с зольностью не свыше 12% . Несколько повышенное смолосодержание газа, получающееся в этой камере, компенсируется тем, что торфяная смола, в отличие от смолы, получающейся при газификации дерева, при охлаждении не столь консистентна и поддается более легкому удалению. Совершенно очевидно, что для успешного шлако- и золоудаления генератор с этой камерой снабжается качающейся колосниковой решеткой. Газогенераторы, предназначенные для многозольного торфа, (рис. 4, 5 и 8) могут также работать на древесных чурках, но к этому следует прибегать лишь в крайних случаях, так как смолосодержание вырабатываемого ими газа из древесины будет резко повышенным и применение подобного газа может легко привести к засмолению двигателя и всей системы очистки газа.

Рекомендуемые размеры торфяных кубиков для газогенераторов, выполненных по схеме рис. 8 для автомобиля ГАЗ-42, равны

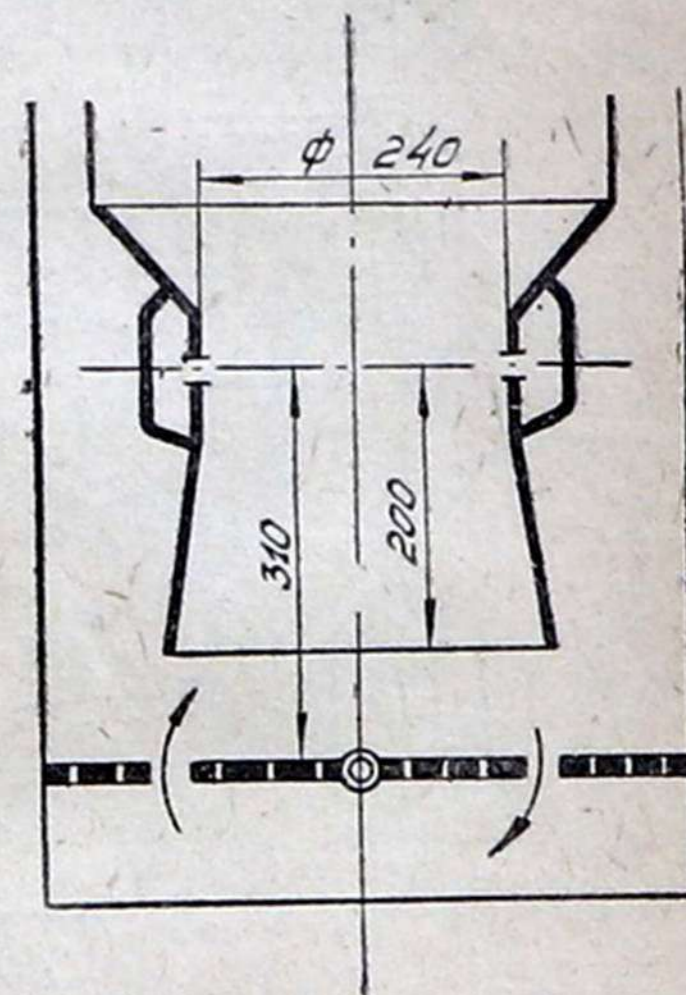


Рис. 8. Схема экспериментальной камеры газификации газогенератора ГАЗ-42 для многозольного торфа.

40 × 40 × 50 мм; для газогенераторов ЗИС-21, предназначенных для многозольных сортов торфа (рис. 4 и 5), — 60 × 60 × 70 мм.

Расход горючего при работе на различных сортах торфа обычно для нормальных условий пути (шоссе) равен

для ГАЗ-42 — 60—70 кг на 100 км пути,

» ЗИС-21 — 85—100 » на 100 » »

В случае работы автомобилей на дорогах с повышенным сопротивлением (преселочные, лесные дороги в дождь и т. п.) или

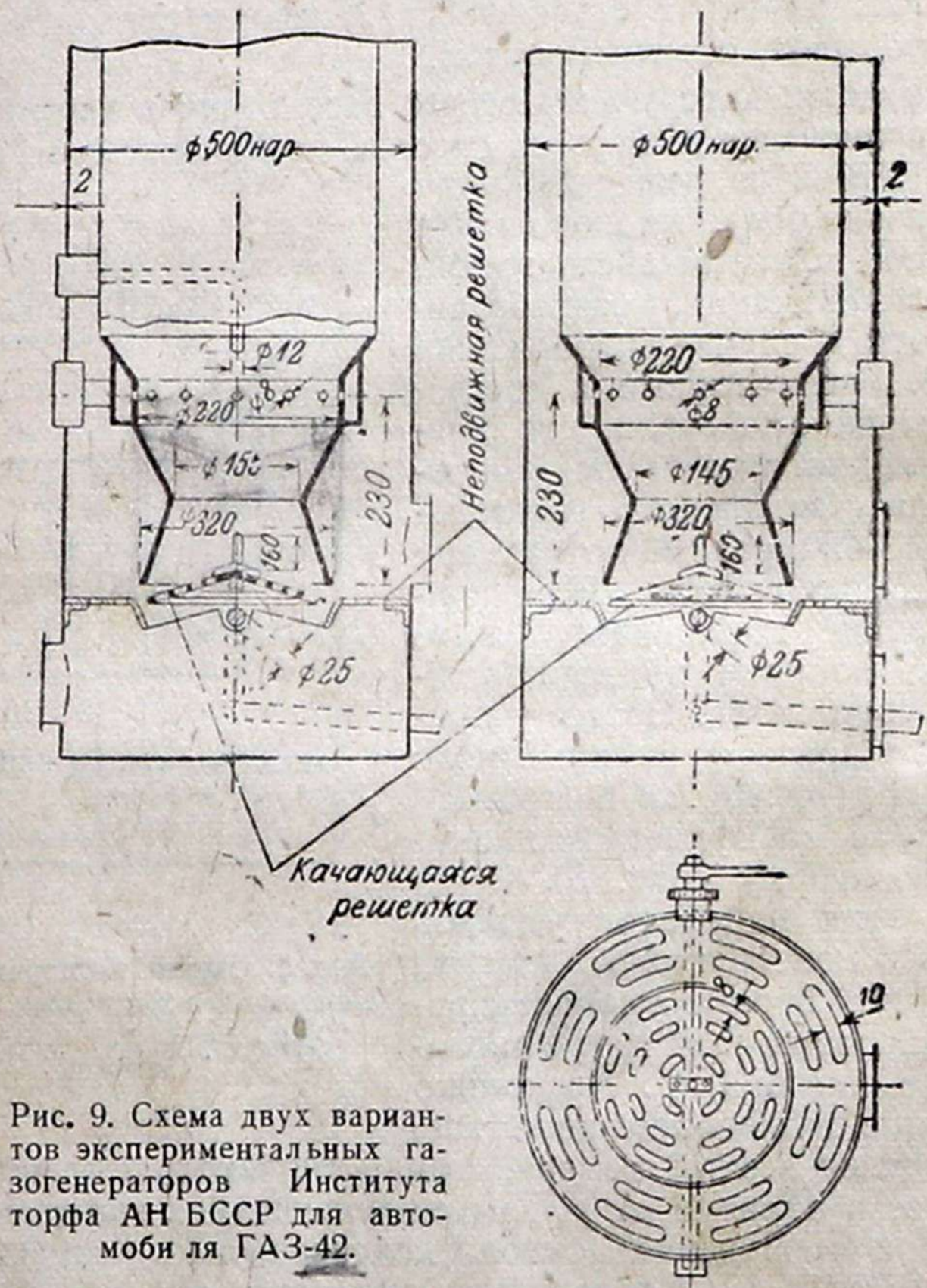


Рис. 9. Схема двух вариантов экспериментальных газогенераторов Института торфа АН БССР для автомобиля ГАЗ-42.

в зимнее время, расход горючего увеличивается приблизительно на 15%. Более влажный торф расходуется в большем количестве, чем менее влажный, однако — в пределах указанных цифр.

Далее рассмотрен ряд характерных конструкций газогенераторов, работающих с золо-и шлакоудалением по четвертому способу.

Прекрасные эксплуатационные результаты (судя по отчету) были получены в 1939—1940 гг. торфяным газогенератором, разработанным Институтом торфа Академии наук БССР для автомо-

билей ГАЗ-42 (рис. 9). В основу этой конструкции была положена обычно применяемая у нас для древесночурочных газогенераторов камера газификации типа Имберт — Берлие с измененными, однако, размерами, что уменьшило напряженность зоны горения и дало более легкое прохождение коксовых масс через горловину. Газогенератор испытывался на различных сортах торфа, отличающихся как по зольности (2—7,3%), степени разложения (20—40%), происхождению (5 различных торфяников), так и по методу добычи (гидроторф, скреперно-элеваторный, резной). Влажность применявшегося торфа колебалась от 19,2 до 34,2% абс.

Газогенератор снабжен качающейся колосниковой решеткой с вертикальным зубом (пальцем-ворошителем, высотой в 160 мм посередине), углубленным своей верхней частью в зону нижнего раструба генератора. Качание решетки разбивает слитные массы шлака, образующиеся в процессе газификации.

Интересно отметить, что параллельному испытанию были подвергнуты две модели газогенератора, одна из которых, кроме периферийного подвода воздуха, имела еще и центральное сопло. Опыты показали, что модель, снабженная центральным соплом, никаких заметных преимуществ в работе не имела. Но наличие сопла затрудняло вертикальное перемещение (осадку) торфа в бункере.

Упомянем некоторые цифровые параметры генератора, не нашедшие своего отражения на рис. 9. Общая высота газогенератора 1600 мм, наружный диаметр 500 мм, объем бункера 0,14 м³, (вместо 0,125 м³ у стандартного древесночурочного газогенератора ГАЗ-42). Объем зольника 0,04 м³; 12 фурм диаметром 8 мм. Загрузки бункера хватало на пробег 60—90 км, в зависимости от качества торфа.

Сварной топливник при испытаниях проработал около 7 000 км. Очистка зольника, в зависимости от зольности применявшегося торфа, требовалась через 250—450 км пройденного пути. Качание решетки было необходимо через каждые 20—40 км при зольности торфа 5—6%. При зольности торфа в 7,2% отдельные куски шлака появлялись на колосниковой решетке через 150—200 км пути.

Очистка грубых очистителей-охладителей производилась через 200—300 км пути. При работе на малоразложившихся сортах торфа или резном торфе засорение очистителей увеличивалось. Промывка тонкого очистителя требовалась через 3 000—4 000 км.

Содержимое зольника состояло из 40—50% золы и 50—60% коксовой мелочи и пыли. Потеря составляла в среднем 6—7% от веса газифицируемого горючего. При зарядке газогенератора (после его полной очистки) в топливник насыпается 10—11 кг древесного угля; если же работа происходит на плотном, прессованном торфе со степенью разложения не ниже 30%, то надобность в перезарядках отпадает. При работе на малоразложившемся или малопрочном резном торфе перезарядку требуется производить через 400—500 км. В последнем случае расход древесного угля составляет около 2 кг на 100 км.

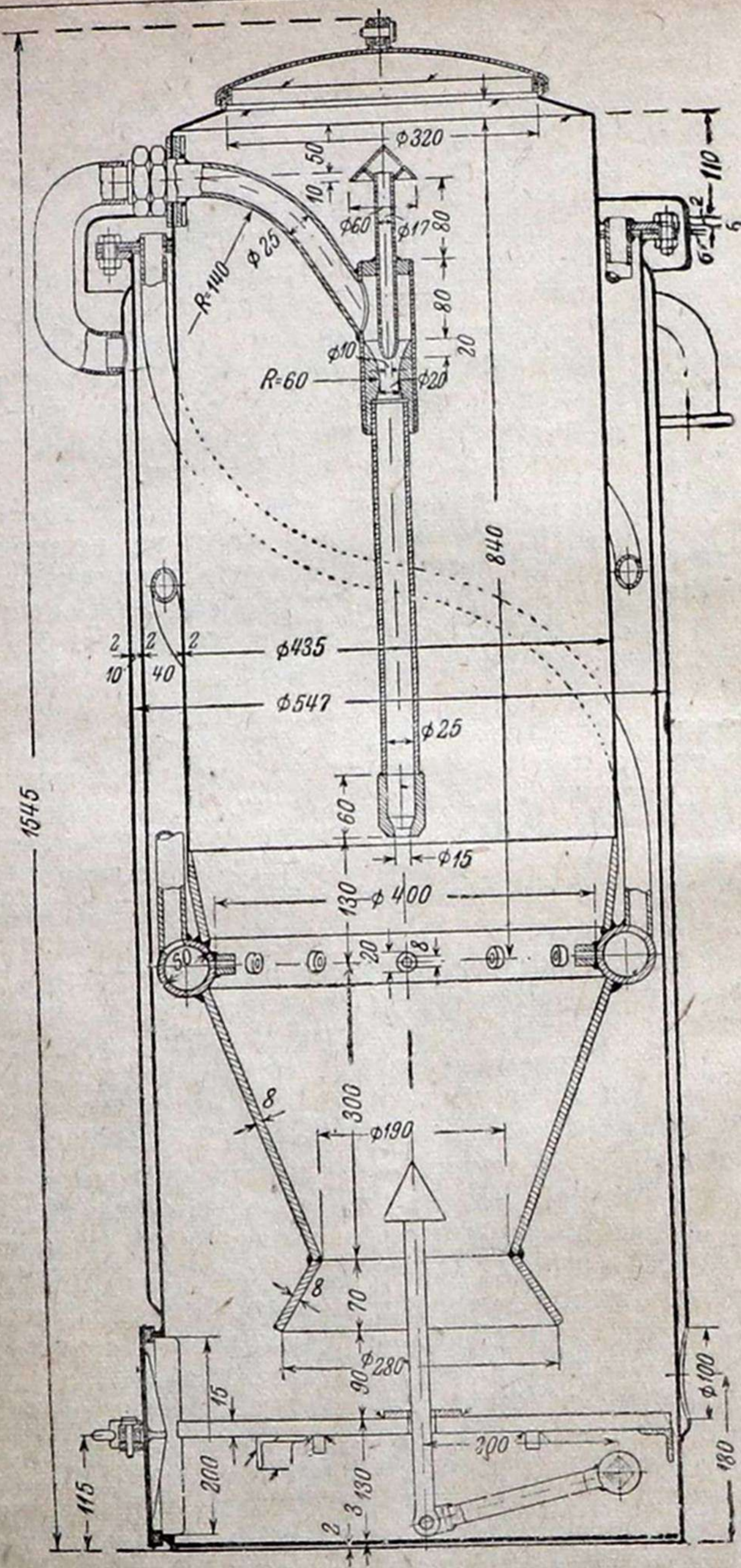


Рис. 10. Газогенератор ВИМТ ТГ-1 для трактора С-ХТЗ — 15/30.

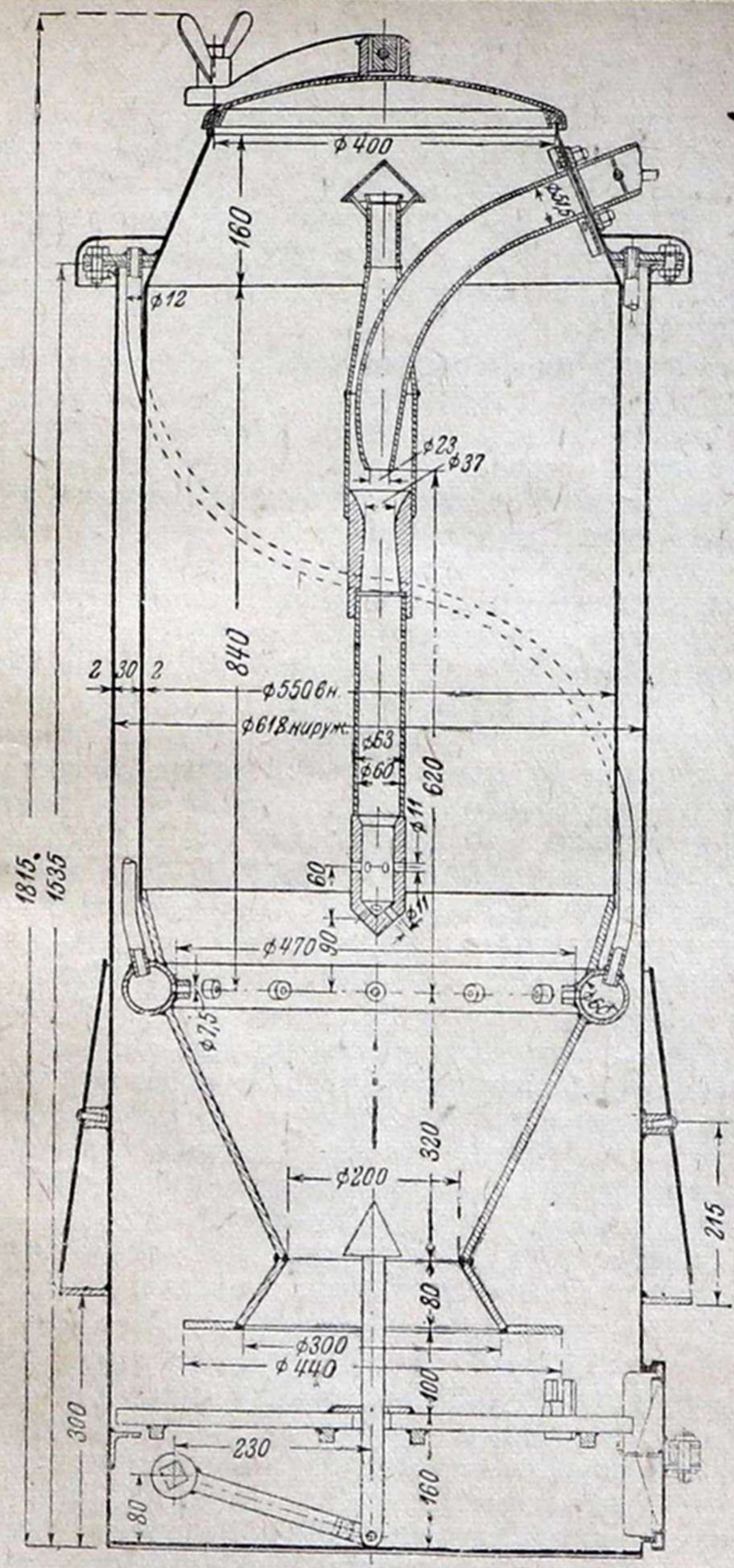


Рис. 11. Газогенератор ВИМТ ТГ-3 для трактора ХТЗ-Т2Г.

Максимальная температура газа при выходе из газогенератора достигала 200° , за тонким очистителем 46° . Разрежение перед смесителем 30—35 мм ртутного столба.

Весьма интересный пример конструкции двух однотипных газогенераторов различной производительности приведен на рис. 10 и 11. Первый из них, имеющий марку ТГ-1, предназначен для колесного трактора СХТЗ 15—30 л. с., второй ТГ-3 для гусеничного трактора СХТЗ-Т2Г-45 л. с. Конструкция этих генераторов разработана ВИМТом¹ для применения в них рядового торфа с зольностью до 12—13%, с влажностью до 35% и со степенью разложения не ниже 20%.

Камера газификации выполнена в этих газогенераторах сварной, из углеродистой стали толщиной 8 мм. Форма камеры принципиально не отличается от таковой же типа Берлие, т. е. фурменный пояс соединен посредством длинного и плавного конусного перехода с горловиной умеренного сужения, откуда далее идет, расширяясь, обратный конус небольшой высоты. Для усиления работы восстановительной зоны нижний конус у газогенератора ТГ-3 снабжен горизонтальным экраном. Общая высота активной зоны топливников равна соответственно 370 и 400 мм. Напряженность зоны горения выбрана в рассматриваемых газогенераторах весьма небольшой (для ТГ-1 — $220 \text{ кг/м}^2\text{час}$ и для ТГ-3 — $260 \text{ кг/м}^2\text{час}$). Соответствующие диаметры фурменного пояса получились значительными, а именно: 400 мм и 470 мм. Подача воздуха осуществлена двумя путями: периферийными фурмами и центральным соплом. Число и размеры фурм равны для ТГ-1 — $12 \times 8 \text{ мм}$ и для ТГ-3 $12 \times 7,5 \text{ мм}$. Центральное сопло для ТГ-1 имеет одно вертикальное отверстие диаметром 15 мм и для ТГ-3 систему отверстий, расположенных в два ряда: в нижнем 4 отверстия, в верхнем 6 отверстий; диаметр всех отверстий выбран по 11 мм.

Двойная подводка воздуха обусловлена тем обстоятельством, что фурменный пояс принятых размеров, будучи заполнен в рабочем состоянии газогенератора торфяной массой, не сможет быть пробит на необходимую глубину струями воздуха, вытекающего из периферийных фурм. Вследствие этого создается опасность образования «непрогорающего» объема горючего в средней части зоны горения. Чтобы предотвратить это влияние, пришлось применить центральный подвод воздуха, обеспечивающий надлежащий режим горения также и в средней части пояса горения.

Труба центрального подвода воздуха использована одновременно и для подсоса паров воды из верхнего пространства бункера в зону горения. Это осуществляется посредством эжектора, помещенного в верхней части трубы. Таким образом влажность газифицируемого горючего понижается и одновременно снижается также и температура зоны горения.

По мнению авторов конструкций ВИМТа газогенератор с двумя системами подвода воздуха работает устойчивее, ровнее, и двига-

¹ Всесоюзным Научно-исследовательским институтом механизации торфяной промышленности — Ленинград.

тель развивает при этом большую мощность. Эжекция паров воды из верхней части газогенератора в зону горения имеет решающее значение для газификации влажных сортов торфа, без какой-либо верхней части торфа в бункере распариваются. Меньшая модель генератора имеет дополнительную воздушную рубашку, назначение которой заключается в подогреве воздуха, подаваемого через центральную трубу в среднюю часть зоны горения.

Опыты, произведенные ВИМТом, показали, что центральное сопло должно быть расположено над уровнем осей фурм периферийного подвода воздуха на высоте 50—140 мм. При более низком положении сопла оно легко обгорает, при более высоком — обнаруживается нарушение правильного течения газификации и падение мощности двигателя. При малой влажности торфа, в пределах до 20%, газогенератор может работать и без центрального подвода воздуха, но диаметр проходных отверстий периферийных фурм должен быть при этом увеличен. Условия горения в центральной части зоны окисления в этом случае несколько ухудшатся, однако не настолько, чтобы можно было признать работу газогенератора в целом неудовлетворительной. Центральный подвод воздуха осуществлен для ТГ-1 на высоте 130 мм над плоскостью фурм, для ТГ-3 на высоте: 1-й ряд 90 мм, второй ряд на высоте 150 мм.

Подвод наружного воздуха к воздушному коллектору периферийного дутья осуществлен посредством серии спиральных цельнотянутых трубок, обвитых вокруг бункера. Этим достигается, с одной стороны, подогрев всасываемого воздуха и, с другой, — охлаждение отводимого из генератора рабочего газа. Внешние концы трубок для предохранения их от засорения торфяной мелочью имеют ограждающий щиток из листовой стали толщиной в 1 мм.

Диаметр бункера малой модели равен 435 мм, большой — 550 мм. Емкость бункеров соответственно: $0,125 \text{ м}^3$ и $0,235 \text{ м}^3$. Расстояния от плоскости фурм до колосниковой решетки: 460 и 500 мм.

Колосниковая решетка неподвижного типа покоится своими цапфами на вилках, приваренных к внутренней стенке корпуса генератора. Центральный стержень-шуровщик проходит через колосниковую решетку в ее центральной части. Шуровщик приводится в действие путем качания рукоятки, насаженной на конце вала, выведенного наружу из корпуса генератора через уплотняющий сальник. При достаточно больших размерах рукоятки рычаг, осуществляющий восходящие и нисходящие движения шуровщика, ударяется в колосниковую решетку, чем создается ее сотрясение, способствующее провалу золы и мелочи в щель.

Лабораторными испытаниями было установлено, что чем выше влажность горючего, тем ниже температура в зоне горения. Так, например, при относительной влажности горючего в 20% максимальная температура в зоне горения достигла 1200° . С увеличением влажности до 35% температура понижается примерно до 1000° . Температура зоны восстановления колебалась за время

опытов от 708 до 840°. Температура зоны сухой перегонки — от 500 до 550°, зона подсушки 200° и понижается до 100—120° при более влажном горючем. Замеренные температуры подтвердили первоначальные предположения, и в газогенераторе при его испытании торфяная зола находилась, в большинстве случаев, в стадии деформации или размягчения и лишь в редких случаях — в жидкоплавком состоянии.

Интересно отметить, что, как при низких влажностях применявшегося горючего, так и при высоких, содержание паров воды в рабочем газе достигало 100—150 г/м³ и оставалось довольно постоянным. Это обстоятельство следует, повидимому, приписать исправной эжекции паров воды через центральную трубу подвода воздуха.

Средний состав газа, характерный для генераторов ВИМТа, следующий:

Таблица 11

| Газогенератор | Средний состав газа, в % | | | | | | | Низшая теплотворная способность, в кал/м ³ |
|---------------|--------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|---|
| | CO | H ₂ | CH ₄ | C _m H _n | CO ₂ | O ₂ | N ₂ | |
| ТГ-1 | 17,7 | 10,6 | 5,4 | — | 11,9 | 0,9 | 53,5 | 1278 |
| ТГ-3 | 20,7 | 10,8 | 2,5 | — | 10,7 | 1,0 | 54,3 | 1120 |

Удельный расход торфа для ТГ-1: 1,0—1,5 кг/л.с. час при нормальной степени сжатия и 1,0—1,2 кг/л.с. час при повышенной; для ТГ-3: 1,0 кг/л.с. час. Для обоих газогенераторов можно с успехом, без каких-либо переделок, применять в качестве горючего древесные чурки. Вес установки: меньшей модели 450 кг; большей — 550 кг.

Продолжая рассмотрение наиболее интересных конструкций газогенераторов, предназначенных специально для газификации кускового торфа повышенной влажности, нельзя обойти молчаливо прекрасную продуманную и тщательно проработанную конструкцию, предложенную Московским Институтом торфа совместно с НАТИ. Газогенератор Инсторф-НАТИ (рис. 12) предназначен для гусеничного трактора СХТЗ-Т2Г.

Камера газификации выполнена так же, как и в предыдущем примере, — из двух, обращенных вершинами друг к другу конусов, образующих в месте своего сопряжения горловину, т. е. в принципе напоминающую камеру Берлие. Верхний конус выполнен однако настолько удлиненной формы, что никакого внешнего сходства с камерой Берлие нет. Нижний конус умеренной высоты. Удлиненная верхняя конусная часть камеры газификации выполнена трехслойной, сварной, из листовой стали толщиной в 5 мм. Выбор столь полого расположенной образующей конуса ~ 20° (1/2 угла при вершине) преследует цель — обеспечить правильную непрерывную осадку газифицируемого торфа и определенный объем восстановительной зоны. Для достижения большей долго-

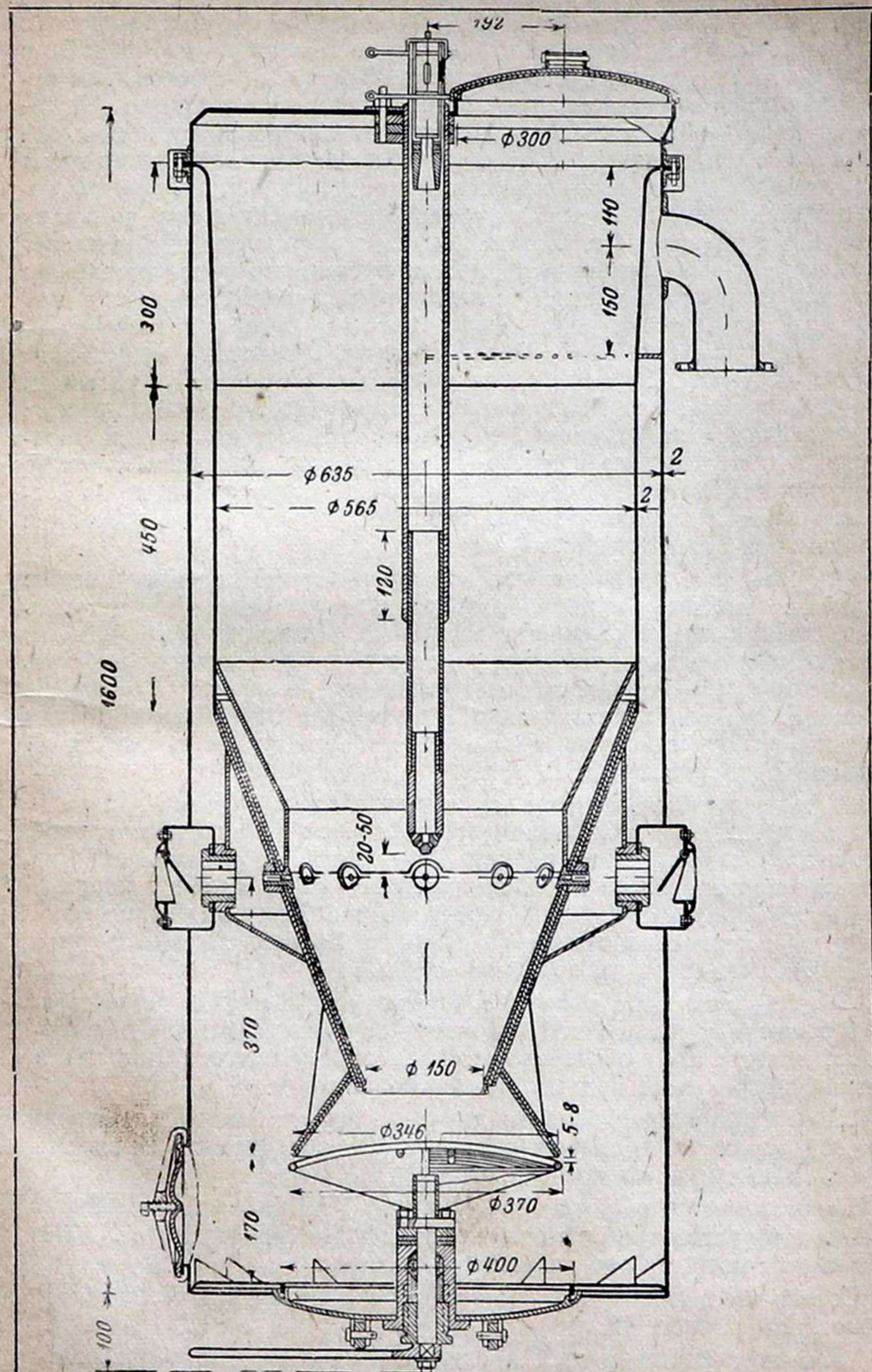


Рис. 12. Газогенератор Инсторф-НАТИ для торфа.

вечности и защиты камеры газификации от прогаров в верхней части камеры предусмотрена конусная, также сварная, защитная стальная вставка толщиной 5 мм. Ниже вставки, на диаметре 380 мм по окружности, расположены 12 фурм диаметром 8 мм периферийного подвода воздуха. Высота активной зоны камеры газификации — 370 мм. Общая высота верхнего конуса камеры — 580 мм. Кроме периферийного подвода воздуха, предусмотрена центральная труба, подающая воздух в среднюю часть камеры горения, обеспечивая тем самым равномерное окисление по всему сечению зоны горения. Нижний конец центральной трубы расположен на 20—50 мм выше плоскости фурменного пояса и снабжен 10 отверстиями диаметром 6 мм, просверленными на конической головке трубы в два ряда. Общая площадь отверстий периферийной подачи воздуха равна 6 см², площадь отверстий центрального дутья — 28 см². Верхний конец центральной трубы укреплен в крышке генератора. Выступающий наружу конец трубы снабжен вращающимся золотником для ручной регулировки подачи воздуха. Внутри воздушной трубы, ниже золотника помещен эжектор, при помощи которого, через специальные отверстия в трубе, отсасываются и подаются в зону горения продукты сухой перегонки горючего и пары испаренной влаги.

Центральное расположение воздушной трубы с выходом ее конца в атмосферу принудило конструкторов генератора сместить загрузочный люк в сторону и несколько уменьшить его диаметр. Это обстоятельство затрудняет загрузку, заставляя прибегать к ручному разравниванию загруженного в бункер горючего. Емкость бункера принята равной 0,22 м³, что обеспечивает непрерывную работу газогенератора при полной нагрузке двигателя в течение примерно 2 час. 10 мин.

Для удаления золы и шлака из камеры газификации под нижней ее кромкой расположена вращающаяся, в горизонтальной плоскости, колосниковая решетка с рукояткой, насаженной на квадрат вертикального вала, выпущенного через сальник наружу. В днище корпуса генератора предусмотрен люк для разгрузки бункера и снятия колосниковой решетки. Зольник очищается через большой люк. Емкость зольника 0,06 м³.

Обращает на себя внимание большое приближение колосниковой решетки к нижней кромке камеры газификации, что, повидимому, имеет в виду облегчение вывода образующегося шлака в расплавленном виде под колосниковую решетку.

Газогенератор предназначен для газификации высококачественных малозольных, верховых сортов торфа зольностью не свыше 7—8% и влажностью до 40% отн.

Газогенераторная установка Инсторф-НАТИ прошла всесторонние лабораторные, безмоторные и полевые испытания в НАТИ, результаты которых сводятся к следующему:

Состав газа, полученного из торфа редкинских верховых болот, представлен в табл. 12.

Торф этот характеризуется следующими данными: относитель-

ная зольность 2—4,5%, влажность 11—40%, степень разложения 40—45%, механическая прочность кусков торфа — высокая.

Таблица 12

| Производительность газогенератора м ³ /час С.Н.Г ¹ | Состав газа (в %) | | | | | | | Низшая теплотворная способность кал/м ³ |
|--|-------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|--|
| | CO | H ₂ | CH ₄ | C _m H _n | CO ₂ | O ₂ | N ₂ | |
| 100—105 | 21,7 | 16,9 | 2,4 | 0,37 | 9,8 | 0,65 | 48,2 | 1325 |
| 85—90 | 21,2 | 14,9 | 2,3 | 0,36 | 8,9 | 0,65 | 51,5 | 1255 |
| 55—60 | 22,6 | 12,6 | 2,3 | 0,33 | 7,5 | 0,55 | 54,0 | 1234 |
| 25 | 16,0 | 11,4 | 2,4 | 0,35 | 12,0 | 0,60 | 57,25 | 1012 |

Цифры табл. 12 указывают на то, что при изменении нагрузки двигателя в пределах от 50 до 100%, вырабатываемый из кускового торфа газ остается довольно стабильным и не только не уступает газу, полученному при газификации чурок в стандартных типах газогенераторов, но даже превосходит его по качеству и калорийности. Снижение нагрузки до 25% дает уже заметное ухудшение качества газа.

Табл. 13 характеризует температурный режим, сопротивление газогенератора, расход горючего, напряженность зоны горения и прочие показатели протекания работы генератора на различных режимах.

Таблица 13

| Производительность в м ³ /час С. Н. Г. | Средняя температура за генератором | Среднее сопротивление в генераторе, в мм вод. ст. | Расход сухого горючего, кг/час | Выход С. Н. Г. в м ³ на 1 кг сухого горючего | Напряженность зоны горения (кг/м ² час) | % недожога по отношению к сухому горючему | Количество шурвок между загрузками для поддержания указанного сопротивления генератора | Количество шлака |
|---|------------------------------------|---|--------------------------------|---|--|---|--|------------------|
| 100 | 275° | 300 | 31 | 3,20 | 280 | 7 | 2 | Незначительно |
| 85—90 | 230° | 200 | 30 | 3,00 | 270 | 6 | 1—2 | |
| 60—65 | 150° | 100 | 19,5 | 3,300 | 177 | 5 | 0 | |
| 25—30 | 115° | 30 | — | — | — | — | 0 | |

Недожог горючего, т. е. провал кусков торфяного кокса под колосниковую решетку, — в зольник, достигает 7—8% от расхода сухого горючего. Количество отходов горючего в зольнике равно 3,7 л/час. Смолосодержание газа при одной только периферийной подаче воздуха в камеру горения достигает 0,8 г/м³. Причиной столь высокого содержания смолы является большое сечение топливника по фурменному поясу, вследствие чего воздух, вытекаю-

¹ С.Н.Г. — сухой нормальный газ, т. е. сухой газ, приведенный к нормальным условиям: температуре 0° и давлению 760 мм ртутного столба.

ший из устьев фурм, не достигает центральной части топливника, и в нем образуется «холодное» негорящее ядро, являющееся одной из причин повышенного смолосодержания газа. При комбинированной подаче воздуха указанный выше дефект устраняется, и содержание смолы становится нормальным, т. е. около $0,2 \text{ г/м}^3$ С.Н.Г.

Влияние влажности торфа на относительную потерю мощности двигателя можно видеть по приведенным ниже цифрам (табл. 14).

Таблица 14

| Применяющееся горючее | $W_{\text{отн}} \%$ | $A \%$ | N_e л. с. | $n^{06}/\text{м}$ | Относительная потеря мощности, в % | Степень сжатия |
|-----------------------|---------------------|--------|-------------|-------------------|------------------------------------|------------------|
| | | | | | | |
| Керосин | — | — | 49,8 | 1256 | 0 | $\epsilon = 4,5$ |
| Торф | 13,6 | 2,8 | 45,8 | 1250 | 8 | $\epsilon = 8,2$ |
| • | 30,0 | 2,7 | 41,9 | 1250 | 16 | $\epsilon = 8,2$ |

На двигателе была поставлена головка с переменной степенью сжатия. Цель применения этой головки заключается в том, что требующаяся для работы на газе высокая степень сжатия $\epsilon = 8,2$ весьма затрудняет проворачивание коленчатого вала двигателя при пуске последнего в ход. Чтобы обойти это затруднение, применяется головка с переменной степенью сжатия. Суть устройства этой головки заключается в следующем. Поворотом особого валика открываются так называемые «пусковые клапаны» уменьшенного диаметра, благодаря чему основная камера сжатия соединяется с особыми дополнительными камерами, уменьшающими степень сжатия с $\epsilon = 8,2$ до $\epsilon = 4,5$. В этих условиях возможен пуск двигателя на бензине и проворачивание вала двигателя без особых трудностей. При переводе на газ пусковые клапаны закрываются и дополнительные камеры таким образом отключаются.

Число часов работы агрегатов между периодическими очистками приведены в табл. 15. Для сравнения даны соответственные ориентировочные сроки для газогенераторной установки ЗИС-21, работающей на древесных чурках.

Таблица 15

| Наименование агрегата | Периодичность очистки (в часах работы) | |
|-----------------------------|--|---------|
| | Инсторф-НАТИ | ЗИС-21 |
| Зольник | 20—25 | 30—40 |
| Циклоны | 20—25 | — |
| Грубые очистители | — | 30—40 |
| Охладитель | 50 | — |
| Фильтр | 50 | — |
| Тонкий очиститель | — | 200—250 |

Смазка в картере двигателя после 52 часов работы трактора с установкой Инсторф-НАТИ оказалась, по данным анализа, засоренной уносами пыли и коксовой мелочи.

Табл. 16 дает характеристику состояния смазки.

Таблица 16

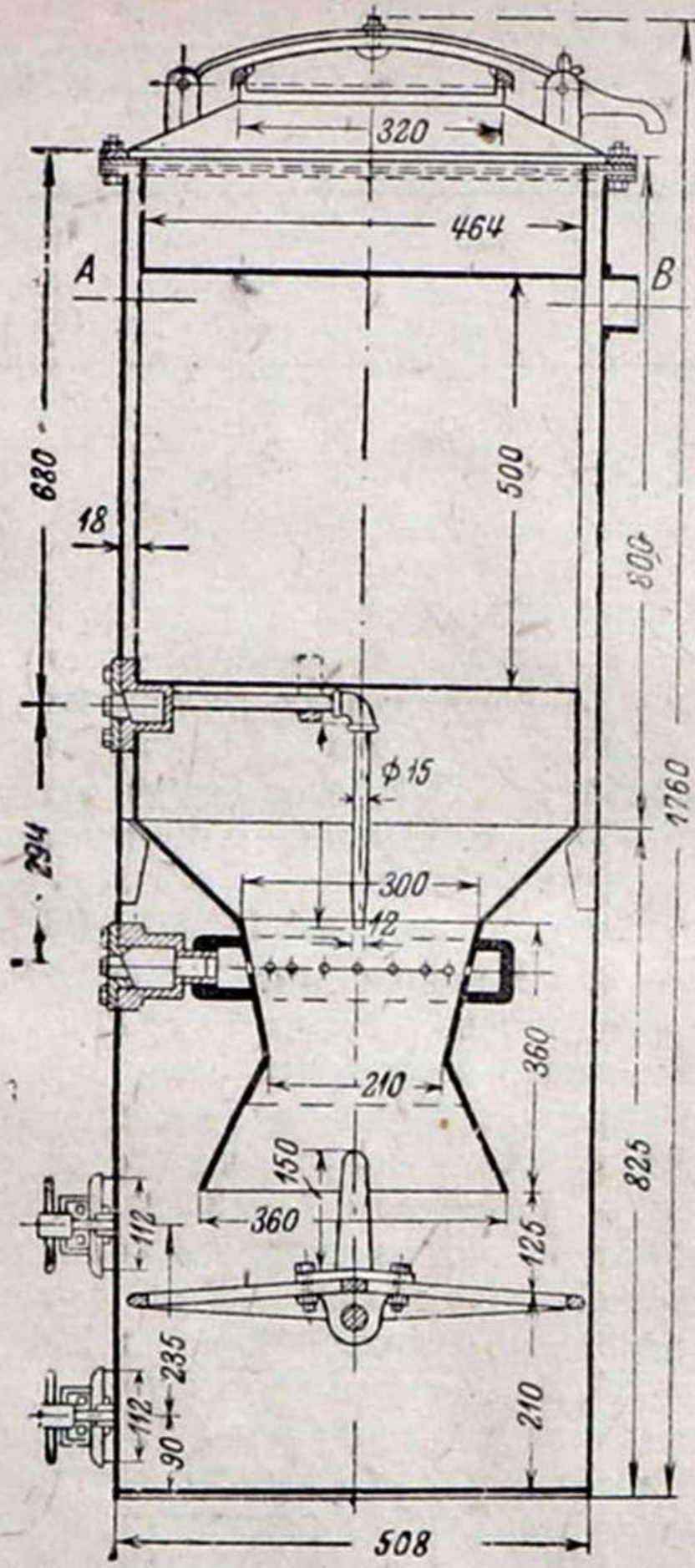
| Проба | Вязкость по Энглеру | | Механические примеси | Кокс по Коврадсону |
|------------------------|---------------------|------|----------------------|--------------------|
| | 50° | 100° | | |
| Свежее масло | 18,25 | 2,48 | 0,079 | 0,96 |
| Инсторф-НАТИ | 12,54 | 2,19 | 0,50 | 1,00 |

Среднее время розжига газогенератора до момента перевода двигателя на питание газом составляло 5—7 минут.

Институтом торфа Академии наук Белорусской ССР была выпущена газогенераторная установка для газификации многозольного торфа под названием ИТ-2, предназначенная для колесного трактора СХТЗ 15—30 л. с. и удовлетворительно работавшая на резном кусковом торфе зольностью до 10%, влажностью до 25—35% и плавкостью золы не ниже 1150—1200°.

Газогенератор этой установки имел оригинальное устройство (рис. 13). Камера газификации сварная, из 8-мм стали состоит из двух конусов, обращенных вершинами один к другому. Место сопряжения конусов образует горловину диаметром 210 мм. Отступя 60 мм от основания верхнего конуса, на его диаметре (275 мм) расположены 16 фурм диаметром 7 и 3 мм, чередующихся через одну. Фурмы получают воздух из сварного коллектора прямоугольного сечения, питаемого через одну 40-мм футорку с обратным клапаном. Кроме основного периферийного дутья, в центре камеры горения, на высоте 50 мм от плоскости фурм, расположено сопло центральной подачи воздуха, диаметром 12 мм. Скорость подачи воздуха в фурмах и сопле равна 35 м/сек при полной производительности газогенератора. Труба центральной подачи выведена в бок и снабжена футоркой и обратным клапаном.

Бункер квадратного сечения с внутренним размером сторон 464 мм, высотой 800 мм и емкостью $0,165 \text{ м}^3$. Эта емкость обеспечивает двухчасовую непрерывную работу двигателя. Бункер и генератор изготовлены из листовой стали толщиной 2,5 мм. Для усиления обогрева бункера теплом вырабатываемого газогенератором газа (кроме обычно применяемого обогрева внешних стенок) бункер снабжен щелевидным пространством в 18 мм в свету, делящим бункер пополам в вертикальной плоскости по высоте 500 мм и соединяющимся с пространством внешнего обогрева. Горячий газ, проникая внутрь щели, увеличивает площадь теплопередачи от газа к горючему и усиливает подсушку влажного торфа. Испаряющаяся влага собирается в виде паров в верхней части бункера, отсасывается эжекционным прибором, действующим за счет энер-



Разрез по АВ

Рис. 13. Газогенератор ИТ-2 с качающейся колосниковой решеткой.

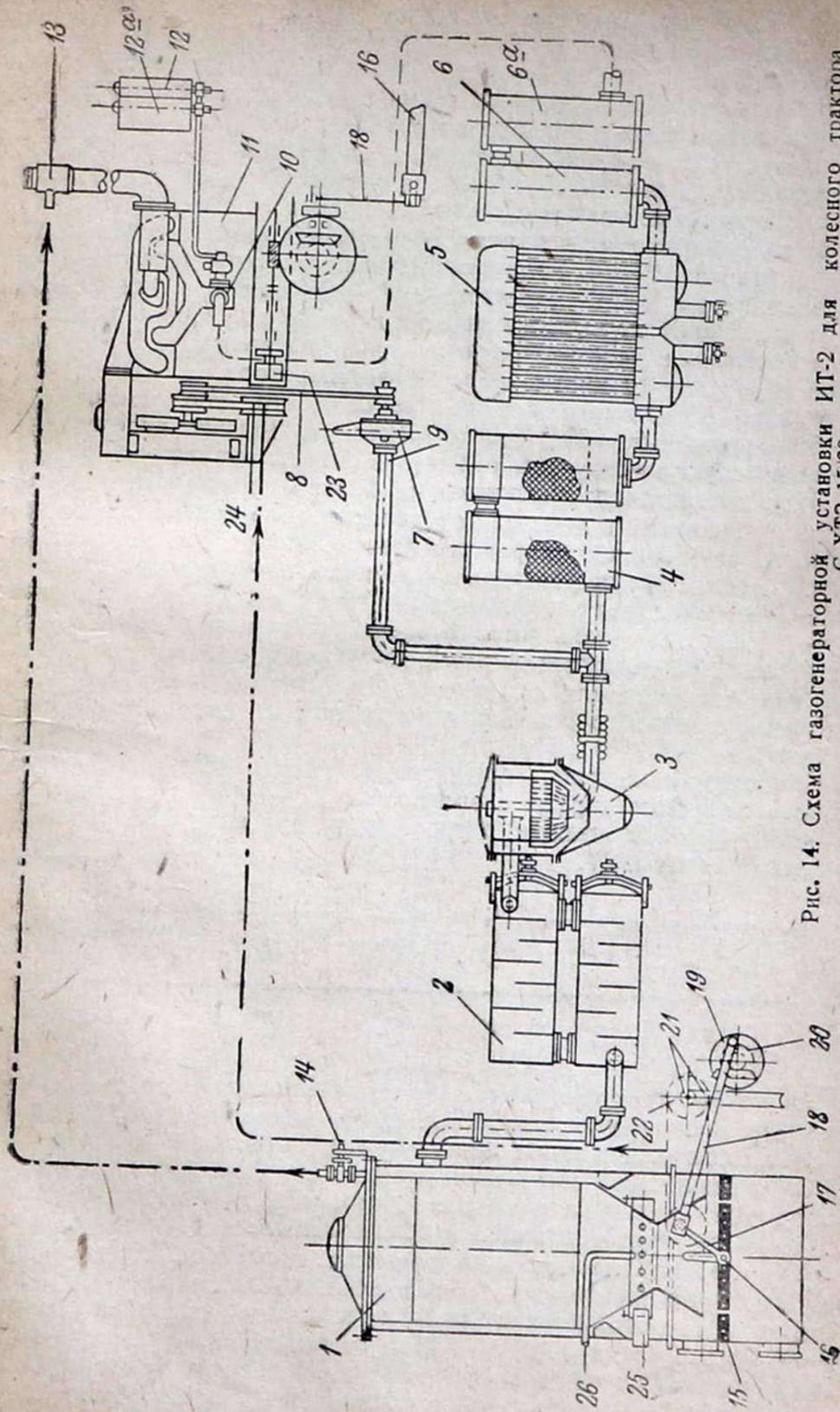


Рис. 14. Схема газогенераторной установки ИТ-2 для колесного трактора С-ХТЗ 15/30.

гии отходящих газов двигателя, и выбрасывается в атмосферу (рис. 14).

Под нижним краем камеры газификации, на расстоянии 120 мм, расположена зольниковая решетка на горизонтальной оси, приводимая в качательное движение от специального привода, действующего за счет энергии двигателя, и включаемая нажатием ноги на специальную педаль. Зольниковая решетка имеет в средней плоскости три выступающих вверх на 150 мм пальца-ворошителя, углубляющихся своими верхними концами в нижнюю часть камеры газификации на 30 мм. Угол качания решетки может изменяться в пределах от 5 до 10° при частоте 20—25 качаний в минуту. Для предотвращения зашлаковывания топливника достаточно периодически включать в действие решетку, давая ей примерно 5—6 колебаний через 30—40 минут работы газогенератора.

Анализ содержимого зольника показал, что оно состоит из 40—50% золы и 50—60% угольной мелочи. Зольник рассчитан на периодическую очистку через 12 часов работы генератора.

Пуск двигателя производится на бензине, после чего включается приводимый в действие от двигателя же вентилятор и одновременно осуществляется розжиг газогенератора при помощи факела. Среднее время розжига до момента перевода двигателя на газ — 8—9 мин.; расход бензина при этом составляет в среднем 800—1000 г. Двигатель имел степень сжатия $\epsilon = 7,5$. Попытки применить степень сжатия $\epsilon = 8$ не удалось вследствие трудностей заводки двигателя на бензине. Двигатель был снабжен безопасной рукояткой с передаточным числом к коленчатому валу 1:2,5.

Средний состав газа, вырабатывавшегося при газификации резного низинного торфа с зольностью 7—11% и влажностью 30—35%, средней степени разложения, приведен в объемных процентах в табл. 17.

Таблица 17

| CO | H ₂ | CH ₄ | C _m H _n | CO ₂ | N ₂ | Калорийность кг/м ³ |
|------|----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------|
| 12,5 | 19,4 | 2,0 | 0,2 | 8,2 | 57,3 | 1110 |

Двигатель трактора развивает на генераторном газе из торфа максимальную мощность в 28,5 л. с., что является снижением мощности против развиваемой двигателем на керосине (34,0 л. с.) на 16,12%. Вследствие этого было решено проэкспериментировать работу двигателя с присадкой к генераторному газу керосиновой рабочей смеси, приготовленной в обыкновенном карбюраторе, включенном в общий всасывающий коллектор двигателя. Оказалось, что это мероприятие повысило максимальную мощность до 36,3 л. с. При этом наимыгоднейший расход керосина оказался равным 90—115 г/л.с. час, т. е. 28,5—33,5% от нормального расхода горючего керосиновым трактором. Расход торфа без присадки керосина составляет 1,1—1,2 кг/л.с. час с присадкой 0,7 кг/л.с. час.

Присадка паров жидкого горючего к генераторному газу едва ли может быть рекомендована в повседневной практике. Дело в том, что этот прием обычно сопровождается повышением засмоленности газа, являющейся следствием уменьшенного расхода генераторного газа, а следовательно, — и понижения температурных режимов в зоне газификации.

В результате многочисленных экспериментов по газификации кускового многозольного торфа (некоторые результаты которых были нами изложены выше) Государственным научно-исследовательским и экспериментальным автотракторным институтом — НАТИ — была разработана конструкция универсального газогенератора Г58У-01,¹ предназначенная для газификации торфа, бурого угля и древесных чурок.

Размеры камеры газификации этого газогенератора предусмотрены для работы колесного трактора СХТЗ 15—30 л. с.; однако часовой расход газа двигателем этого трактора весьма близок к такому же автомобилю ГАЗ-42. Таким образом рассматриваемый газогенератор может быть без всяких изменений применен и на автомобиле ГАЗ-42.

Газогенератор Г58У-01 (рис. 15) имеет бункер диаметром 400 мм и высотой ~ 900 мм, изготовленный из листовой стали толщиной в 2,5 мм. Камера газификации имеет особую форму, а именно: конусный переход 1 от бункера с 400 мм на 250 мм, высотой ~ 125 мм, далее образует цилиндрическую часть 4 диаметром 250 мм и высотой ~ 158 мм. Вся камера газификации сварена из листовой стали толщиной 8 мм. Для усиления цилиндрической части камеры к ней приварены снаружи две обечайки — одна на уровне опорного кольца 3 диафрагмы 2, другая 5, у нижней кромки цилиндра. Подвод воздуха осуществляется воздушной трубой, согнутой из бесшовной трубы диаметром 38 мм и толщиной стенки 4 мм. Фурмы воздушной трубы числом 9 с диаметром отверстия 8 мм расположены на высоте 120 мм от поверхности диафрагмы 2 (диска), лежащей, в свою очередь, на приваренном внутри камеры кольце 5 на высоте ~ 115 мм над нижним обрезом камеры.

Размеры воздушной трубы и диафрагмы (диска) приведены на рабочих чертежах рис. 16 и 17.

Корпус газогенератора имеет внутренний диаметр 450 мм и выполнен из листовой стали толщиной 2 мм. Высота корпуса — 1450 мм.

В нижней части корпуса расположен зольник и качающаяся колосниковая решетка. Ось валика 6 подвижной части решетки расположена на расстоянии 200 мм от нижнего обреза корпуса и приблизительно на 140 мм ниже обреза камеры газификации. Качающаяся колосниковая решетка имеет следующее устройство. Валик решетки 6, к которому приварены колосники, лежит на двух опорах 7, приваренных к корпусу газогенератора. На одном конце

¹ Установка Г58У разработана на базе установки Г58, но с учетом возможности изготовления топливника путем сварки, вследствие чего она получила дополнительный индекс «У» (упрощенная).

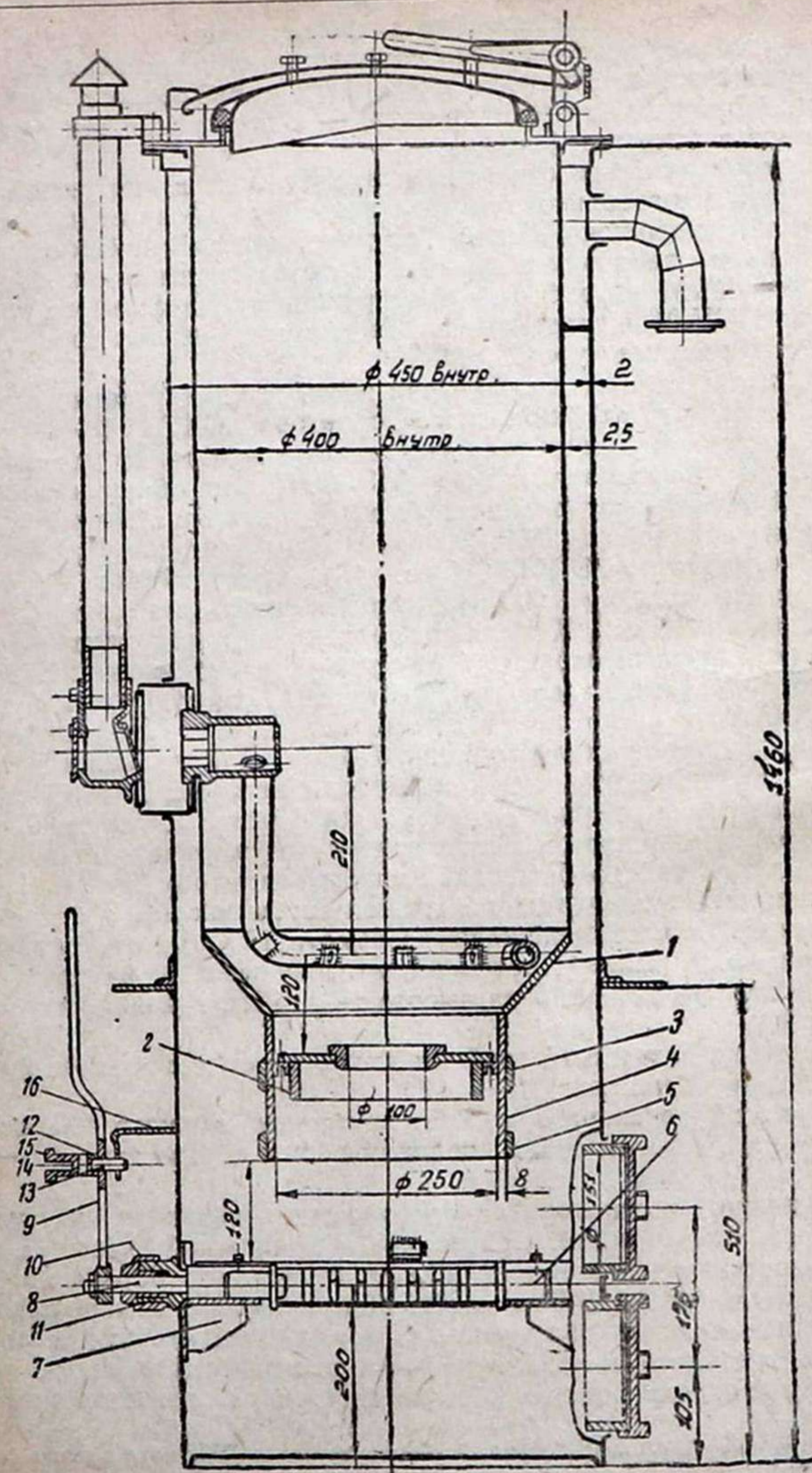
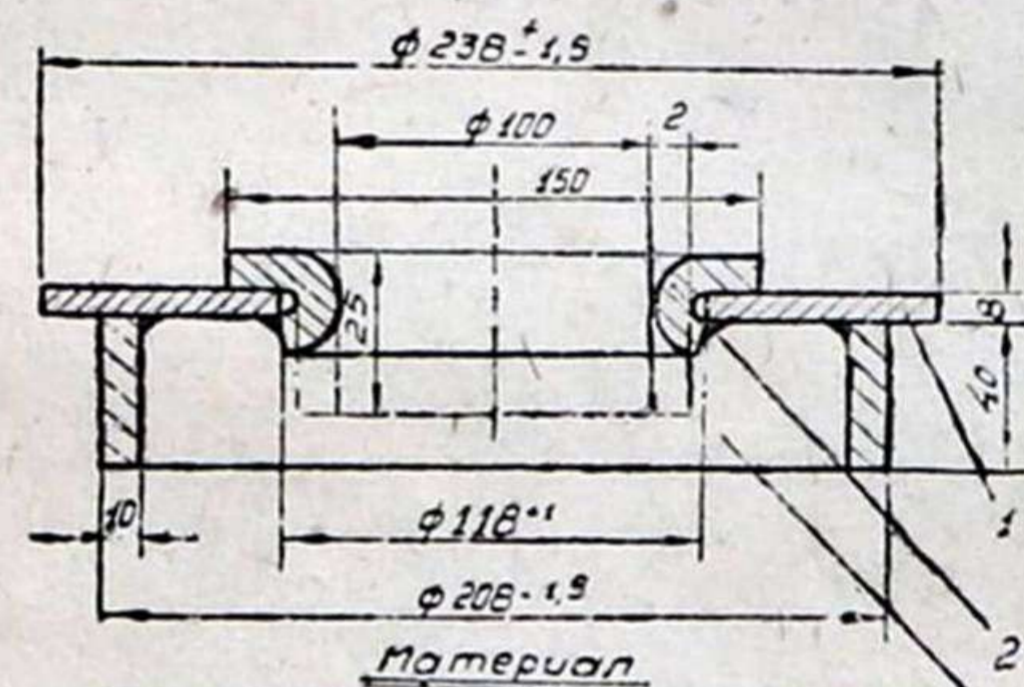


Рис. 15. Разрез газогенератора Г58У-01 для газификации торфа, бурого угля и древесных чурок.

валика профрезерован паз, в который входит конец поворотного валика 8 с укрепленной на нем рукояткой 9, предназначенной для качания решетки. Поворотный валик пропущен через корпус сальника 10, имеющего набивку 11 из асбестового шнура, пропитанного графитной пастой. Сальник подтягивается через каждые 20 часов работы генератора. Набивка сальника меняется через 60—80 часов работы.

Просветы между отдельными колосниками равны 20—22 мм, поэтому мелочь, зола и раздробленный шлак легко проходят через промежутки решетки. При чрезмерно интенсивном качании решетки в зольник проваливаются не только мелкие отходы, но также значительная часть кокса или древесного угля, заполняя собою восстановительную зону. Бывают случаи, что проваливается таким образом даже неподготовленное горючее, что нарушает нормальное течение процесса газификации и приводит к сильному засмо-



| Индет. | Номенклатура материала |
|--------|-------------------------------|
| 1 | Сталь листовая |
| 2 | Труба стальная бесшовная |
| 3 | Сталь полосовая горячекатаная |

Рис. 16. Диск камеры газификации газогенератора Г58У-01, применяемый при работе на древесных чурках.

лению всей установки и двигателя. Чтобы предотвратить сильное качание решетки, на ней имеется стопорный и ограничительный механизм, препятствующий путем ограничения хода рукоятки самопроизвольному опрокидыванию решетки и чрезмерному ее размаху.

Стопорный механизм состоит из корпуса 12, приваренного к рукоятке 9, пальца 13, пружины 14, кнопки 15 и ограничительной планки 16, приваренной к корпусу газогенератора. При оттягивании кнопки и постановке ее на зубец корпуса 12 поворотом вправо или влево конец пальца входит внутрь корпуса стопорного механизма, после чего решетку можно качать в пределах ограничителей на упоре. При полном вытягивании кнопки палец выходит за пределы ограничителей; тогда решетку можно повернуть на угол

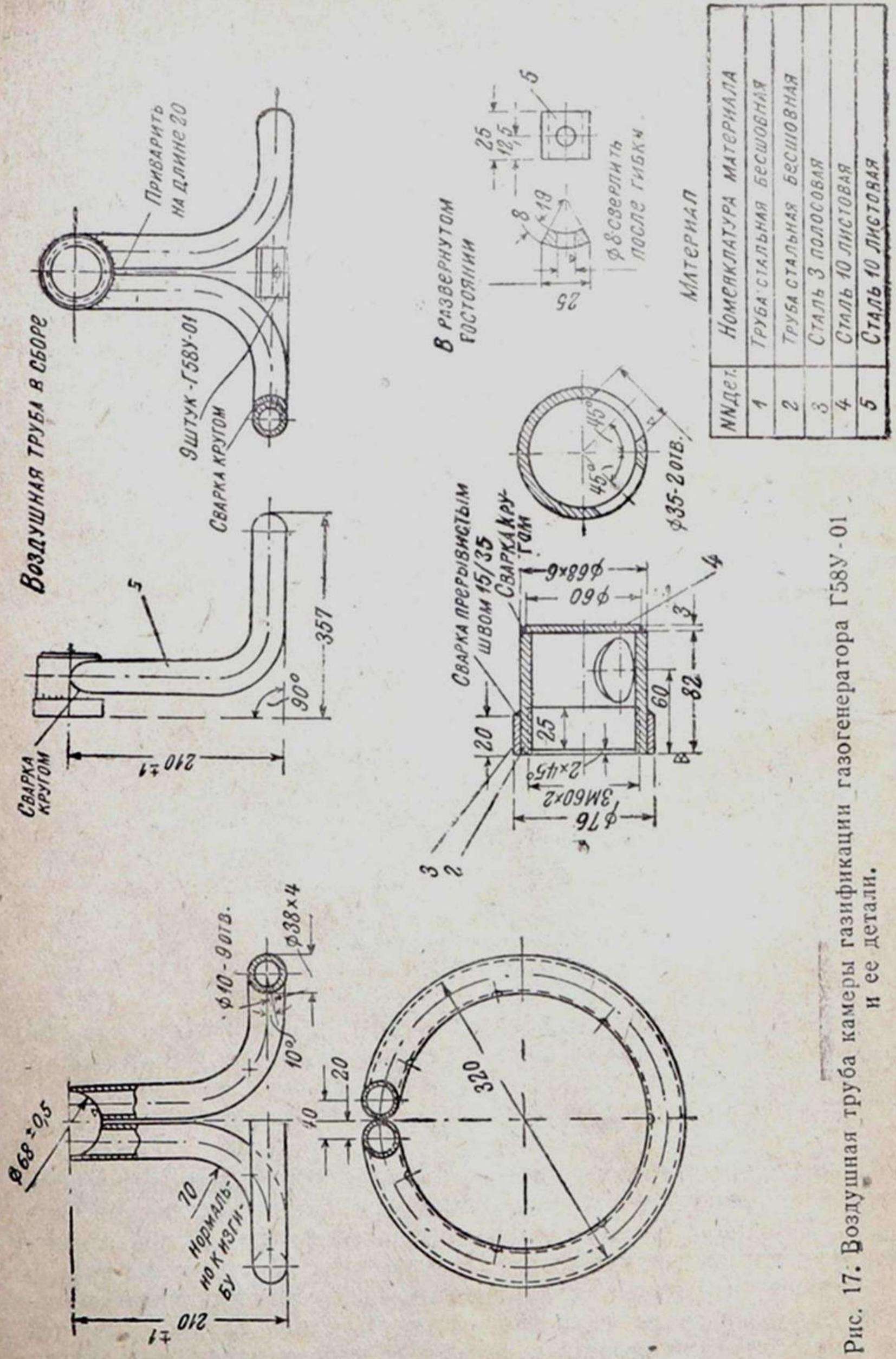


Рис. 17. Воздушная труба камеры газификации газогенератора Г58У-01 и ее детали.

в 90° и полностью выгрузить содержимое газогенератора, что применяется при полной чистке и перезарядке газогенератора.

Интересно устройство колосниковой решетки. Валик, служащий осью вращения, состоит из полого сварного тела прямоугольного сечения, по концам которого сварены точеные цапфы. Колосники представляют собой консольные балочки равного сопротивления, приваренные к двум противоположным граням оси. Таким образом, при качании решетки острые концы колосников энергично врезаются в содержимое топливника и дробят шлак.

Выше уровня колосников решетки и ниже нее в корпус газогенератора сварены два люка диаметром 131 мм для очистки решетки и зольника, а также для заправки дополнительной зоны восстановления углем. Крышки люков крепятся на горловинах посредством нарезки с применением уплотняющей прокладки-шнура.

Высокая зольность кускового торфа и обильное накопление шлака при его газификации вынуждают иметь для торфа камеру газификации большего размера, т. е. без горловины или других суживающихся переходов. Такая конфигурация камеры позволяет надежно удалять шлак, скопляющийся в камере, и удовлетворительно работать без перезарядки газогенератора в течение более или менее продолжительного времени, в зависимости от качества горючего. Поскольку, однако, торф является горючим с большим содержанием смол и летучих, удовлетворительный выбор формы камеры, в отношении шлако- и золоудаления, находится в противоречии с требованиями, вытекающими из битуминозного характера горючего, в силу которых камера газификации должна иметь сужение (горловину) для лучшего разложения смол. Несоблюдение этого требования приводит к повышенному смолосодержанию в газе.

Длительная экспериментальная работа позволила найти удовлетворительное решение в отношении обоих требований. Согласно этому решению камера имеет в основе цилиндрическую форму, причем размеры цилиндра таковы, что смолосодержание в газе хотя и не получается минимально возможным, но остается практически приемлемым при соблюдении правил по уходу за газогенератором.

Для возможности работы этой камеры также и на древесных чурках введена съемная деталь — диафрагма (диск), образующая горловину размером в 100 мм.

В полном сборе, вместе с диском (диафрагмой), газогенератор пригоден только для газификации чурок. При использовании же многозольного торфа и бурого угля диск должен быть удален.

Уход за газогенератором сводится к следующему:

При полной перезарядке очищенного газогенератора прежде всего засыпается просеянный сухой древесный уголь: а) в кольцевое пространство между камерой газификации и корпусом, над колосниковой решеткой на высоту до верхней кромки верхнего бокового люка, б) внутрь камеры газификации на высоту 100—150 мм выше фурменного пояса. Загрузка угля производится

через верхний боковой и загрузочный люки. После засыпки древесного угля верхний боковой люк плотно закрывается крышкой и производится загрузка основного горючего через верхний центральный люк (загрузочный), после чего и верхний люк закрывается.

В случае дозарядки генератора с горючим, оставшимся от предшествовавшей работы, заправка сводится лишь к догрузке основного горючего. Перед догрузкой следует оставшееся в бункере горючее слегка прошуровать шуровочным ломиком через загрузочный люк, чтобы разрушить образовавшиеся сводики. Шуровка должна производиться крайне осторожно, чтобы не повредить части газогенератора (воздушную трубу, колосниковую решетку, и т. п.), не измельчить горючее и не уплотнить древесный уголь. После шуровки необходимо очистить кочергой колосниковую решетку и зольник.

Сроки чистки газогенераторной установки не могут быть заранее точно фиксированы, так как они зависят от условий работы генератора, качества горючего и множества других причин. Так, например, зольник генератора следует чистить при работе на березовых чурках через каждые 8—10 часов, а при работе на сосновых чурках — через каждые 10—12 часов.

При использовании других горючих можно руководствоваться табл. 18, в которой приведены данные периодичности очистки различных элементов газогенераторной установки. Потребность в чистке зольника внешне определяется тем, что, вследствие повысившихся от загрязнения системы сопротивлений, двигатель начинает сбавлять мощность и тянуть хуже.

Образующийся при газификации многозольного шлакующего горючего шлак накапливается в камере газификации и периодически удаляется во избежание вредных последствий:

1) шлак часто собирается с одной стороны цилиндрической части камеры и этим вызывает концентрированный, односторонний отбор газа, что влечет за собой местный перегрев газогенератора, часто ведущий к прогару, трещинам по сварочному шву или короблению не только камеры, но и наружной стенки генератора;

2) вследствие нарушения присутствующими шлаковыми массами правильного течения процесса газификации и повышения сопротивлений прохождению газа, происходит резкое падение мощности двигателя.

Удаление шлака производится качанием колосниковой решетки. Однако, если разбивание и удаление шлака долго не производилось, то скопившийся шлак чаще всего образует в камере газификации монолитную массу (рис. 62), которую приходится разбивать шуровкой через загрузочный люк. Как уже указывалось выше, это делать нежелательно и потому не следует допускать скопления шлака в чрезмерном количестве и не следует забывать своевременно качать решетку.

При длительных стоянках (кольца Рашига подвергаются значительной коррозии вплоть до полного их разрушения. Поэтому при

стоянках свыше 2—3 суток кольца Рашига необходимо выгружать и хранить в отработавшем масле.

Периодичность очистки различных элементов газогенераторной установки Г58У в часах при различных видах горючего приведена в табл. 18.

Таблица 18

| Наименование операций | В и д ы г о р ю ч е г о | | | |
|--|-------------------------|--------------|----------------------------|------------------------------|
| | Чурки | | Многозольный торф (до 12%) | Бурый уголь (карагандинский) |
| | твердых пород | мягких пород | | |
| Очистка зольника | 8—10 | 10—12 | 8—10 | 8—10 |
| " циклона | 10—20 | 10—20 | 8—10 | 8—10 |
| Промывка охладителя | 80—100 | 60—70 | 60—70 | 60—70 |
| " фильтра | 40—50 | 30—35 | 30—35 | 30—40 |
| Чистка и перезарядка газогенератора | 300 | 300 | 30—50 | 60—70 |
| Чистка трубопроводов | 300 | 300 | 200 | 200 |
| " смесителя | 300 | 300 | 100 | 100 |
| Очистка от нагара головки цилиндров, притирка клапанов | 300 | 300 | 200 | 200 |
| Смена масла в картере двигателя | 40—50 | 40—50 | 30—40 | 30—40 |

Эта таблица служит подтверждением резко увеличенной работы по уходу и очистке газогенераторной установки при ее работе на кусковом многозольном торфе.

Следует заметить, что в систему очистки рассматриваемой установки введен жидкостный барботажный очиститель, подобный приведенному на рис. 27.

Рассмотренная газогенераторная установка представляет несомненно крупный интерес, тем более, что ее появлению предшествовала упорная экспериментальная работа.

К сожалению неизвестны результаты ее практического применения. Следует, однако, надеяться, что она представляет достаточно удовлетворительное решение газификации многозольных торфов.

§ 4. Обессмоливание рабочего торфяного газа в газогенераторах

Торф, как уже упоминалось, принадлежит к числу горючих, богатых летучими, смолистыми газами, выделяемыми им при подогреве в газогенераторе. Если не принять соответствующих мер по обессмоливанию газа, то смолосодержащий газ, проникая через газоочистительную систему, дает обильное смолыделение, забивает и засмаливает в первую очередь узкие проходы в газоочистительной системе и двигатель. Засмаливание двигателя, в особенности же после остывания, сопряжено с рядом серьезных неполадок в его работе, а может быть, — даже и серьезной аварией. Во всяком случае каждое более или менее серьезное засма-

ливание требует почти всегда разборки и чистки двигателя. Газогенераторная установка также чувствительна к засмаливанию и для нормальной работы требует непрерывной очистки от смолистых отложений.

Наиболее надежным приемом обессмоливания газа считается в настоящее время опрокинутый процесс ведения газификации и применение высоконапряженной зоны горения. Однако и этих средств часто оказывается недостаточно для хорошего обессмоливания рабочего газа, и приходится дополнительно прибегать к последующему пропусканию его через сужение или так называемую «горловину», т. е. зону повышенных температур и скоростей прохода газа в сечении.

Оригинальная идея обессмоливания газа применена в одном из топливников с цилиндрической прямолинейной камерой газификации, предназначенном специально для многозольного торфа. Пары смол, которые могут «проскочить» через зеркало горения или вследствие малой напряженности горения или вследствие неудачного «спектра» воздушных струй периферического подвода воздуха, не обеспечивающих равномерного распределения высоких температур по всей площади зеркала горения, пропускаются через вторую область повышенных температур. Для этой цели недалеко от нижнего среза цилиндрической части камеры газификации (рис. 2) сделаны два ряда отверстий растянутой формы в стенке топливника. Засмоленные газы, проходя через эти отверстия с большой скоростью, создают область повышенных температур, где они и должны, по мысли автора конструкции, окончательно обессмоливаться.

Устройство надежно действующей камеры газификации в случае применения рядового многозольного торфа, связано, как мы видели выше, с весьма большими трудностями. С одной стороны, желательно иметь простую, прямолинейного очертания, форму всего топливника, чтобы обеспечить свободный выход в зольник золы и, в особенности, затвердевших шлаков. Но такая форма камеры газификации относительно плохо обеспечивает разложение и сжигание продуктов сухой перегонки, имеющихся в достаточном количестве в торфяном газе. С другой стороны, устройство горловины или каких-либо даже плавных сужений хотя и создает в наиболее узком месте зону концентрированной температуры, могущую очищать газ от смолосодержания, но это мероприятие сейчас же вызовет затруднение с удалением шлака.

Устройство второго ряда фурм (на некотором расстоянии ниже первого) создает последующий пояс повышенных температур и благоприятно отражается на очистке газа от смол, но эта мера приводит к значительным усложнениям конструкций топливника, увеличивает его высоту, повышает расход горючего и количество твердых уносов.

Практически идут на различные компромиссные решения: или делают камеру газификации прямолинейного очертания (в виде цилиндра), но дают ей такое сечение и такую высоту, чтобы обеспечить достаточную напряженность горения и чтобы проходящий

через нее газ успел обессмолиться за счет достаточного времени и пути пребывания его в зоне относительно высоких температур (например, рис. 4, 8, 15 — Г58У и др.) или делают горловину с очень крутыми стенками, чтобы шлак не отлагался на их поверхности. Выходной конус делается в этом случае малой высоты, чтобы вывести шлак через зольниковую решетку в расплавленном, жидком виде самым кратчайшим путем до того момента пока он успеет затвердеть (например газогенераторы ВИМТ, Инсторф-НАТИ и др.).

Зольниковые решетки имеют для этой цели сравнительно большие щели, несмотря на то, что через них попадает в зольник много несгоревшей мелочи, кокса и т. п.

Особенно большой провал в зольник содержимого зоны восстановления наблюдается при больших углах размаха зольниковой решетки, при шуровке накопившихся золы и шлака. Для предотвращения этого явления, как уже указывалось ранее, ограничивают угол размаха зольниковой решетки различными упорами, защелками, ограничителями и т. п. (рис. 15). В некоторых случаях как подвижная, так и неподвижная части колосниковой решетки снабжаются по краям особыми козырьками, препятствующими горючему проваливаться под решетку через щель, образуемую при повороте решетки на большой угол (рис. 9). Еще лучшие результаты дает устройство зольниковой решетки, примененное в газогенераторе инженеров Пагануцци и Мезина ПЕЭМ (рис. 18). В этой конструкции колосниковая решетка качается на горизонтальной оси, лежащей в двух подшипниках, расположенных в сферическом поясе, образующем как бы кожух, внутри которого качается решетка. При любых углах поворота решетки, допускаемых конструкцией, содержимое восстановительной зоны удерживается от провала в зольник стенками сферического пояса.

Устройство колосниковых решеток, расположенных в два яруса, одна под другой (причем верхняя из них неподвижная) преследует ту же цель: предотвращать при качании нижней решетки провал в зольник содержимого добавочной зоны восстановления, которое засыпается в виде древесного угля в пространство вокруг камеры газификации. Однако это устройство не обеспечивает хорошей работы добавочной зоны восстановления вследствие того, что слой угля, опирающийся на верхнюю решетку после шуровки, отделяется от нижнего слоя незаполненным пространством.

Чтобы улучшить действие добавочной восстановительной зоны, имеющей пустоты, незаполненные углем или коксом, к нижнему раструбу топливника добавляют экран в виде пластинки (рис. 11), распределяющей выходящий газ по более широким слоям угля, не успевшим пройти в зольник, или добавляют к неподвижному поясу зольниковой решетки (имеется в виду здесь и в дальнейшем одна только нижняя решетка) обратный конус — отражатель (рис. 21), препятствующий провалу угля в зольник.

Несмотря на все перечисленные меры, содержимое зольника

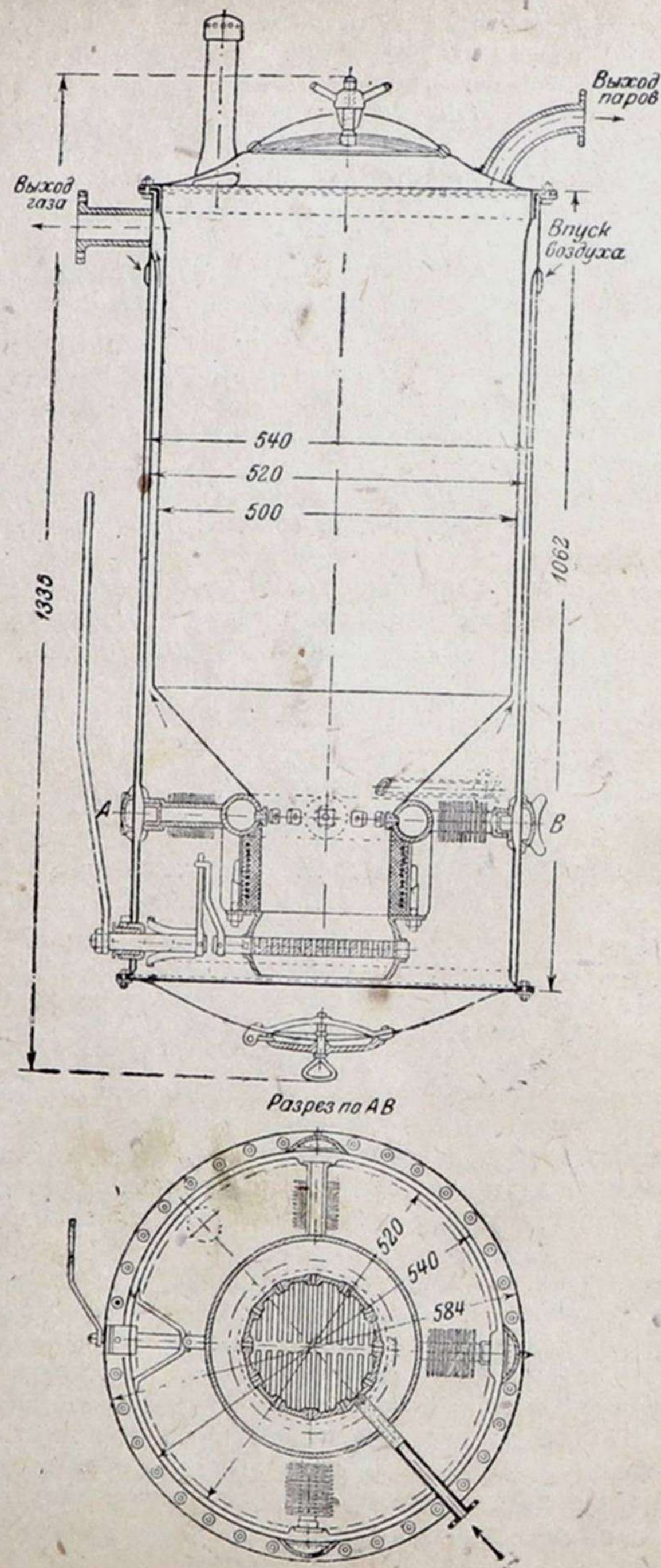


Рис. 18. Газогенератор „ПЭМ“ для трактора Интернационал 22—36.

при торфе в качестве горючего обычно состоит из 50—60% негоревшей части топлива в малоценном, правда, состоянии, — в виде мелочи кокса, пыли и т. п., но все же эти отходы составляют заметный процент неоправданных потерь горючего. С этими потерями обычно мирятся, как с неизбежным злом, необоснованно относя их к неустраняемым свойствам горючего. Следует также отметить, что подвижные колосниковые решетки обладают свойством дробить горючее.

Зольниковые решетки в современных газогенераторах, предназначенных для торфа, обычно выполняются качающимися относительно горизонтальной оси. Вращающиеся в горизонтальной плоскости решетки встречаются в настоящее время относительно редко, повидимому вследствие недостаточно интенсивного воздействия их на образовавшийся и затвердевший в камере газификации шлак, при его удалении. Различные, вертикальные выступы, шипы и др. приспособления для разбивания шлака, укрепленные на поверхности качающейся решетки, также не получили распространения вследствие их быстрого обгорания от постоянного пребывания в зоне высоких температур.

Всякое шлако- и золоудаление, связанное с нарушением режима камеры газификации, ведет, как правило, к резкому повышению засмоленности газа. Методов борьбы с этим явлением еще не предложено.

Изложенное иллюстрирует те противоречия и трудности, которые встают перед конструктором в процессе компоновки им камеры газификации, предназначенной для работы на торфе. Нет поэтому ничего удивительного в том, что увязка этих противоречий между собой абстрактным путем, за чертежным столом, может дать при опытах неожиданные и даже обратные ожидаемым результаты. Следствием сказанного является тот факт, что только проверенные опытом соотношения в размерах камеры газификации дают удовлетворительные результаты.

§ 5. Подсушка торфа в бункере и удаление паров испаренной влаги

Порция влажного торфа, попав в бункер газогенератора, быстро нагревается в зоне подсушки и начинает бурно выделять пары содержащейся в ней влаги. Эти пары, просачиваясь сквозь вышележащие слои торфа, частично конденсируются, нагревают и увлажняют их. Пары, проникшие в верхнюю полость бункера, под загруженным торфом, соприкасаясь с относительно холодным верхним днищем генератора, загрузочным люком и прочими холодными стенками, частично оседает на них, образуя на их поверхности капли, которые затем, отрываясь или стекая, попадают снова на верхние слои торфа, повышая еще больше их влажность. Это положение приводит к тому, что верхние слои загруженной в бункер порции торфа намокают, распариваются, и кусковая их структура легко нарушается, превращаясь в рыхлую сплошную массу, не имеющую промежутков и склонную к «зависанию» в бункере. По данным П. Нерослова подобное состояние торф принимает

в верхней части бункера уже по истечении короткого срока. Так, например, проба торфа, взятая через 30—40 мин. после загрузки, имела влажность в 60—70% при первоначальной влажности загруженного торфа в 24—25%. Если такая монолитная, увлажненная масса торфа опустится вниз и попадет в области более высоких температур, например в зону сухой перегонки, то вместо ожидаемого выделения паров смол и прочих летучих масса горючего начинает выделять водяные пары, температура зоны понижается и горючее неподготовленным переходит в зону горения. В этом случае, вследствие общего понижения температуры зоны газификации, горение будет замедленным, правильная газификация нарушится, выдаваемый генератором газ будет смолистым, богатым водяными парами и низкокалорийным.

Большое количество паров воды в генераторном газе, имеющем относительно высокую температуру, приводит к тому, что очистительно-охлаждающая система газогенераторной установки, не рассчитанная на отвод столь большого количества калорий от проходящего через нее газа (теплота испарения воды) не в состоянии справиться с поставленной перед ней задачей, т. е. охладить и осушить весь подаваемый в нее генератором газ. Вследствие этого, газ, подводимый к двигателю, оказывается: 1) с повышенной температурой, что ухудшает весовое наполнение цилиндров двигателя рабочей смесью, и 2) содержащим много паров воды, что понижает его калорийность. Все эти обстоятельства в той или иной мере снижают мощность двигателя; в предельных же случаях двигатель не может устойчиво работать не только под нагрузкой, но даже и вхолостую. Смолосодержание газа может оказаться столь значительным, что оно быстро приводит к засмолению не только двигателя и всей очистительно-охлаждающей системы, но легко забивает твердыми отложениями смол пространство между бункером и стенками корпуса газогенератора, служащее, с одной стороны, для охлаждения газа и, с другой, — для подопрева и подсушки содержимого бункера.

Влажное горючее всегда имеет меньшую теплотворную способность (кал/кг) по сравнению с сухим, во-первых, за счет затраты некоторой доли тепла, выделяющегося при его сгорании, на испарение содержащейся в нем влаги и, во-вторых, потому, что относительное количество органической массы уменьшается за счет имеющегося количества влаги. Таким образом, чем больше влаги содержит горючее, тем оно менее калорийно.

Менее же калорийное горючее дает и менее калорийный газ, а следовательно, и мощность двигателя также снижается.

Проведенные автором в 1939 г. в тракторной лаборатории Ленинградского Института механизации сельского хозяйства опыты по изучению влияния влажности чурок на режим газогенератора ХТЗ-Т2Г и мощность двигателя дали следующие результаты (рис. 19). Оптимальная влажность чурок, с точки зрения получения максимума мощности двигателя, лежит между 12—18% абс. Приблизительно при 40% влажности двигатель работал неустойчиво.

Изменение содержания CO и H_2 в генераторном газе в зависимости от влажности торфа представлено на рис. 20. Цифры для построения кривых взяты из опытов с газогенератором ИТ-2 Института торфа Академии наук Белорусской ССР.

Повышенная влажность газа замедляет скорость сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя, резко ухудшает пусковые его качества и ухудшает смазку. Запуск двигателя на газе или перевод работы двигателя с бензина на газ очень затруднены.

Снижение мощности двигателя при влажном горючем может исключить возможность движения автомобиля на прямой передаче.

Применяемый обычно в автотракторных газогенераторах так называемый «воздушно-сухой» торф, содержит в лучшем случае 25% абс. влаги, чаще же всего 35—40%. Такая повышенная

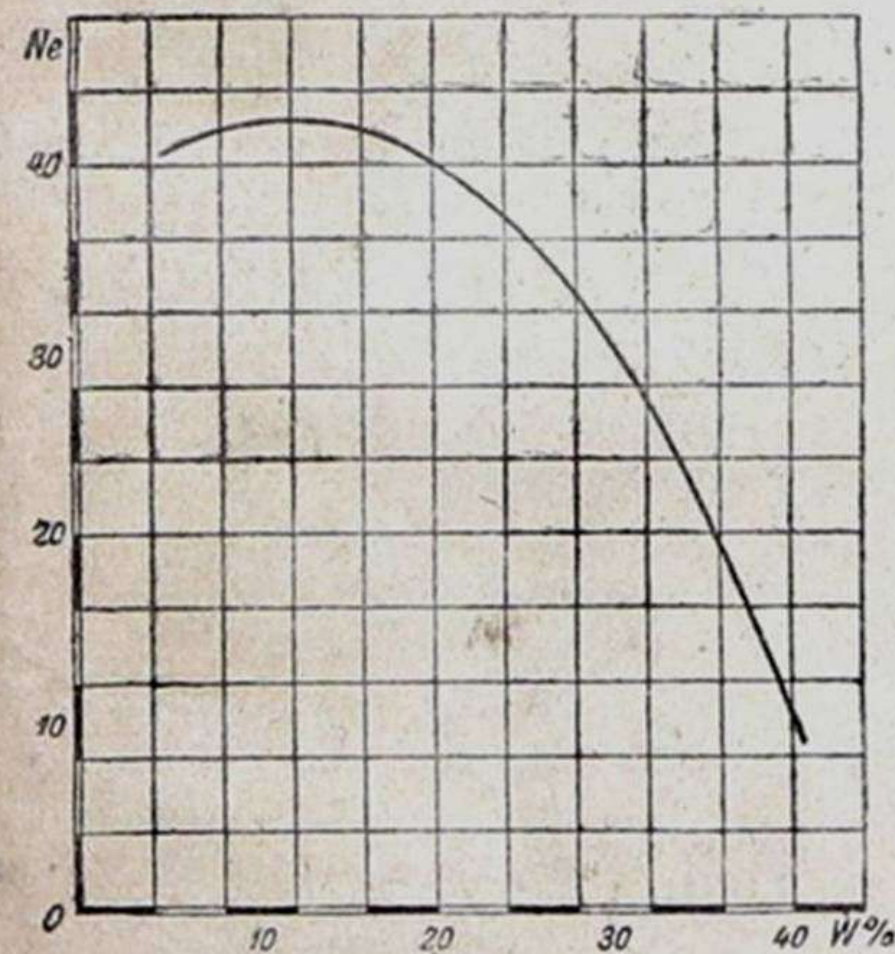


Рис. 19. Эффективная мощность двигателя в зависимости от влажности горючего (чурки).

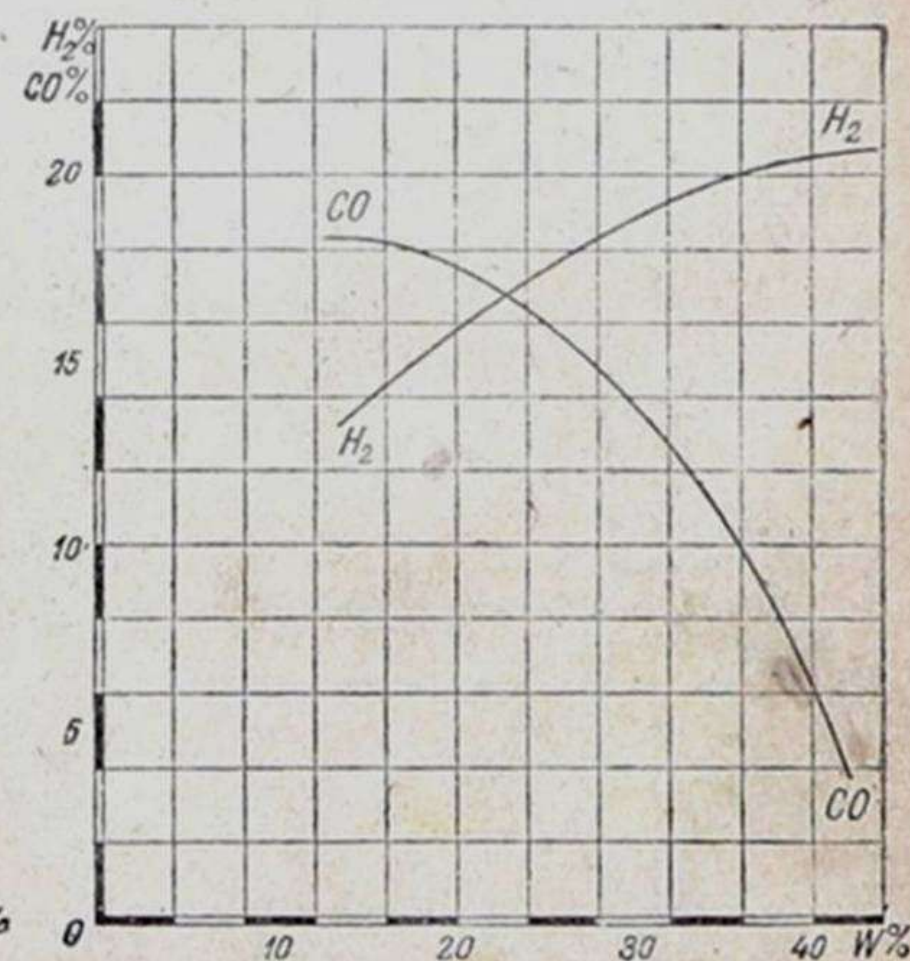


Рис. 20. Изменение содержания H_2 и CO в генераторном газе в зависимости от влажности горючего (торф).

влажность горючего вызывает необходимость предусмотреть в конструкции газогенератора, предназначенного для газификации торфа, специальные устройства, понижающие влажность. Прежде всего требуется энергичный подогрев находящегося в бункере горючего, особенно в зоне его подсушки. Следовательно, оставлять верхнюю часть бункера без обогрева горячим газом, выдаваемым генератором, для торфяных газогенераторов недопустимо. В некоторых случаях для увеличения поверхности подогрева горючего, находящегося в бункере, добавляется образованное двумя вертикальными стенками, поставленными на расстоянии 18 мм друг от друга, щелевидное пространство (рис. 13), соединенное с объемом кольцевого сечения, окружающего бункер. Иногда делают не одно щелевидное устройство, а два, с расстоянием между стенками 35 мм, как, например, в газогенераторе УНИИМТ-2 (для трак-

тора ЧТЗ) (рис. 21). Очевидно, «щели» будут все время содержать в себе горячие газы, нагревающие стенки бункера. Существует конструкция, где направленной циркуляцией газа повышают теплообмен газа со стенками «щелей» и тем самым повышают подсушку торфа, разделенного «щелями» на несколько относительно небольших объемов (рис. 21).

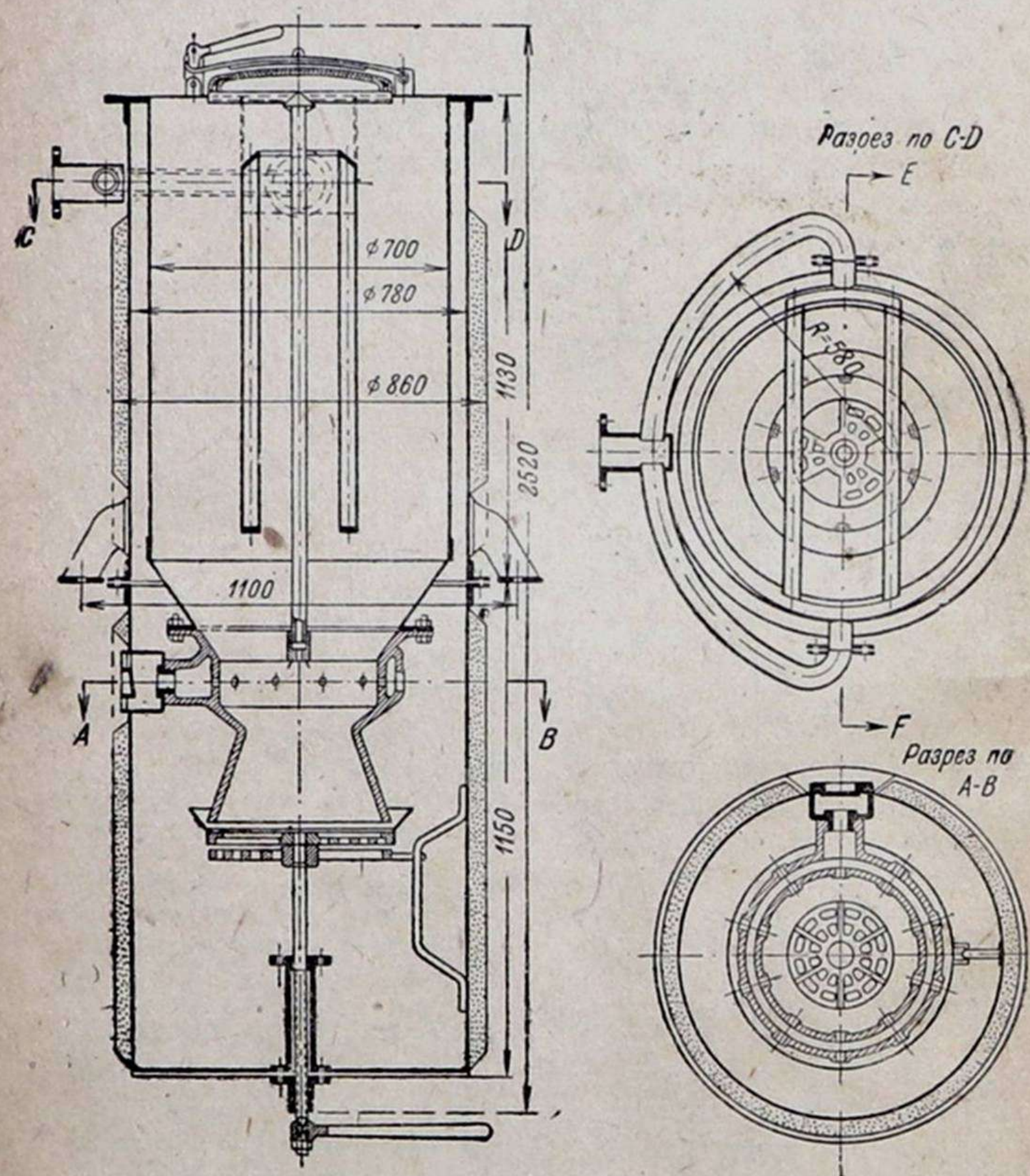


Рис. 21. Газогенератор УНИИМТ-2 для трактора ЧТЗ СГ-65.

Подсушка влажного горючего в бункере газогенератора за счет тепла газифицируемого горючего является экономически весьма выгодной в смысле затраты тепла, если эту подсушку организовать правильно и не в ущерб течению газогенераторного процесса. Приводим элементарный подсчет затрачиваемого тепла на подсушку содержимого одной загрузки бункера.

Пусть емкость рассматриваемого бункера равна $\sim 1/8 \text{ м}^3$. При насыпном весе торфа влажностью в 30% отн., равном 350 кг/м^3 , взятое нами количество торфа будет весить $350 : 8 \approx 43,75 \text{ кг}$. Так как относительная влажность торфа равна 30%, то вес влаги в торфе равен $0,30 \cdot 43,75 \approx 13,13 \text{ кг}$. Тогда вес сухой массы торфа равен $43,75 - 13,13 = 30,62 \text{ кг}$. Если всю влагу, содержащуюся в торфе, обратить в сухой, насыщенный пар, то на нагрев и испарение 1 кг потребуется около 610 кал. Следовательно, для всей имеющейся влаги потребуется $610 \cdot 13,13 \approx 8000 \text{ кал}$. Для нагрева сухой массы торфа до 100° , при его средней теплоемкости $C \approx 0,5 \text{ кал/кг} \cdot 1^\circ$, требуется затратить тепла $30,62 \cdot 0,5 \cdot 100 \approx 1530 \text{ кал}$. А всего потребуется тепла $8000 + 1530 \approx 9530 \text{ кал}$.

Низшая теплотворная способность верхового торфа, состав которого приведен в табл. 6, равна 3110 кал/кг . Следовательно, при сгорании $43,75 \text{ кг}$ горючего выделяется тепла $43,75 \cdot 3110 \approx 136000 \text{ кал}$. Таким образом, потребное для испарения воды количество тепла составляет $\frac{9530}{136000} \cdot 100 \approx 7,00\%$, т. е. около семи процентов от всего тепла, выделяемого торфом при сгорании. Как видим, затрата тепла даже на полную подсушку горючего относительно незначительна.

Приведенный выше подсчет к сожалению не может быть реализован в действительных условиях работы газогенератора. Дело в том, что торф имеет весьма незначительную теплопроводность, а чтобы содержащаяся в нем влага могла начать испаряться, его необходимо прогреть до температуры кипения воды, т. е. не менее как до 100° , а еще лучше до $105-110^\circ$. Подобный прогрев потребует времени гораздо большего, чем то, в течение которого торф находится в зоне подсушки генератора. Таким образом оказывается, что, в лучшем случае, в зоне подсушки торф успевает потерять свою влагу лишь с поверхностных слоев, в то время как внутри кусков его влажность сохраняется почти неизменной. Но и эта подсушка играет крупную роль, так как общая влажность торфа в зоне подсушки заметно понижается, и процесс газификации будет протекать в более нормальных условиях.

Энергичная подсушка горючего вызывает обильное паровыделение, особенно вскоре после загрузки свежей порции влажного горючего. Требуется предусмотреть своевременный отвод и удаление проникающих в верхнюю часть бункера паров влаги и продуктов сухой перегонки; последние появляются преимущественно после выгорания части запруженной порции горючего и опускания его до зоны сухой перегонки. Для удаления паров существует несколько различных конструктивных решений.

1. Пары воды и продукты сухой перегонки попадают из верхней части бункера в какое-либо вспомогательное устройство, имеющее развитую охлаждающую поверхность, где пары воды конденсируются и в виде конденсата выводятся за пределы газогенераторной системы.

2. Пары воды и продукты сухой перегонки эжектируются в атмосферу.

3. Пары воды и продукты сухой перегонки эжектируются в зону горения с целью понижения ее температуры и получения водяного газа.

4. Пары воды конденсируются и в виде жидкости выводятся в атмосферу, а продукты сухой перегонки отводятся в зону горения газогенератора.

Примером первого типа устройства может служить схема, приведенная на рис. 22, изображающая древесно-чурочный газогенератор фирмы Гумбольдт-Дейц для 5-тонного грузовика. Верхняя, необогреваемая часть бункера сделана из красной меди с целью предохранения бункера от коррозии и разъедания уксусной и муравьиной кислотами, содержащимися в продуктах сухой перегонки дерева. Медная стенка имеет многочисленные прорезы с отогнутыми краями, образующими проходы для пара в кольцевое пространство между стенками бункера и корпусом генератора. Медная часть бункера закреплена в нижней своей части во фланце, делящем генератор на две почти равные части по высоте. Верхняя часть бункера заканчивается не доходя до крышки генератора и образует щель также в кольцевое пространство.

Образующиеся в процессе работы газогенератора водяные пары проходят через многочисленные отверстия в кольцевое пространство между стенкой бункера и корпусом генератора. Водяные пары, соприкасаясь с холодной наружной стенкой корпуса генератора, конденсируются и стекают в виде жидкости в нижнюю часть кольцевого пространства, откуда через трубку с водяным затвором (на схеме не изображенных) конденсат отводится наружу.

Разновидность влагоотводящей системы, построенная на только что рассмотренном принципе, предложена в Ленинграде в дни блокады инж. Давидович С. М. Схема ее представлена на рис. 23.

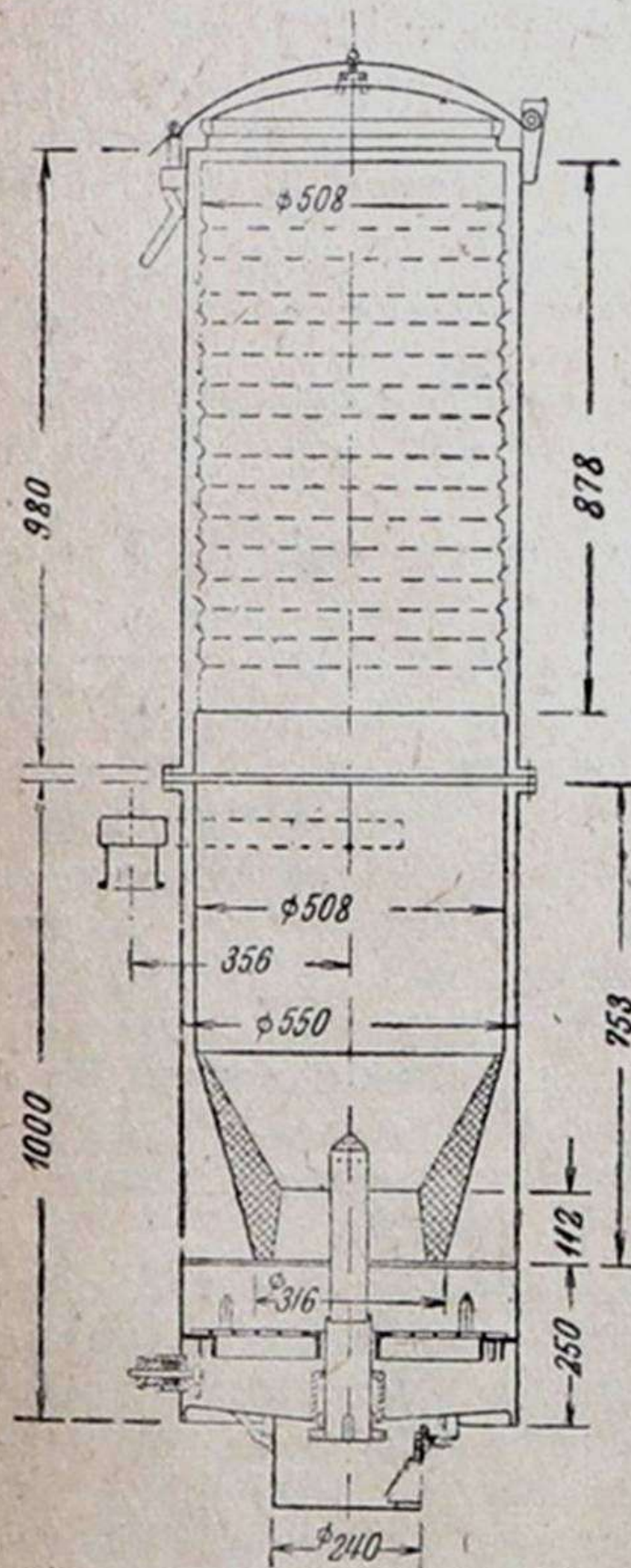


Рис. 22. Схема газогенератора "Гумбольдт-Дейц" с конденсирующей рубашкой.

Конденсационный бак,¹ устанавливаемый на крыше кабины грузового автомобиля, соединен двумя трубками с верхней частью бункера газогенератора. Бак выполнен из листового железа, сварной, имеет внутри три перегородки, назначение которых заключается в придании жесткости относительно большим теплоотдающим плоскостям. Перегородки имеют ряд отверстий, соединяющих между собой отдельные полости бака. Конденсат, собирающийся

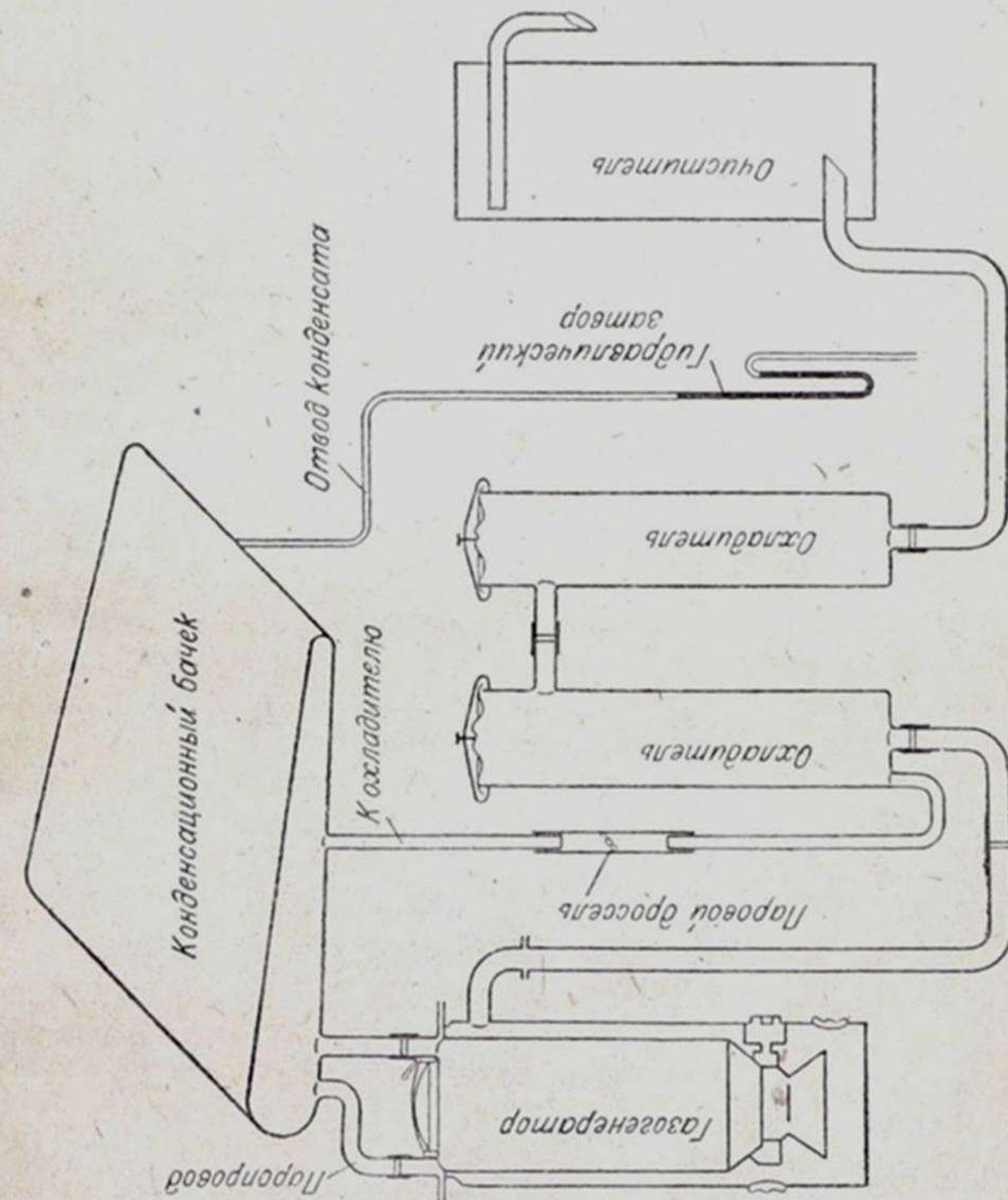


Рис. 23. Конденсирующее устройство инж. С. М. Давидовича.

в более узкой части, отводится по трубке, имеющей гидравлический затвор в атмосферу. Назначение гидравлического затвора заключается в том, чтобы изолировать внутреннюю полость конденсационного бака от сообщения с атмосферой и обеспечивать поддержание в нем разрежения, способствующего поступлению в бачок паров воды из полости бункера. С целью увеличить пере-

¹ Размеры конденсационного бака для ГАЗ-42: В плане трапеция, большая сторона которой 1240 мм, меньшая 1040 мм, высота 820 мм. В сечении две полуокружности радиусов: $R = 60$ мм и $r = 20$ мм, с центрами на расстоянии 740 мм, соединенные прямыми. Толщина железа 1—1,5 мм.

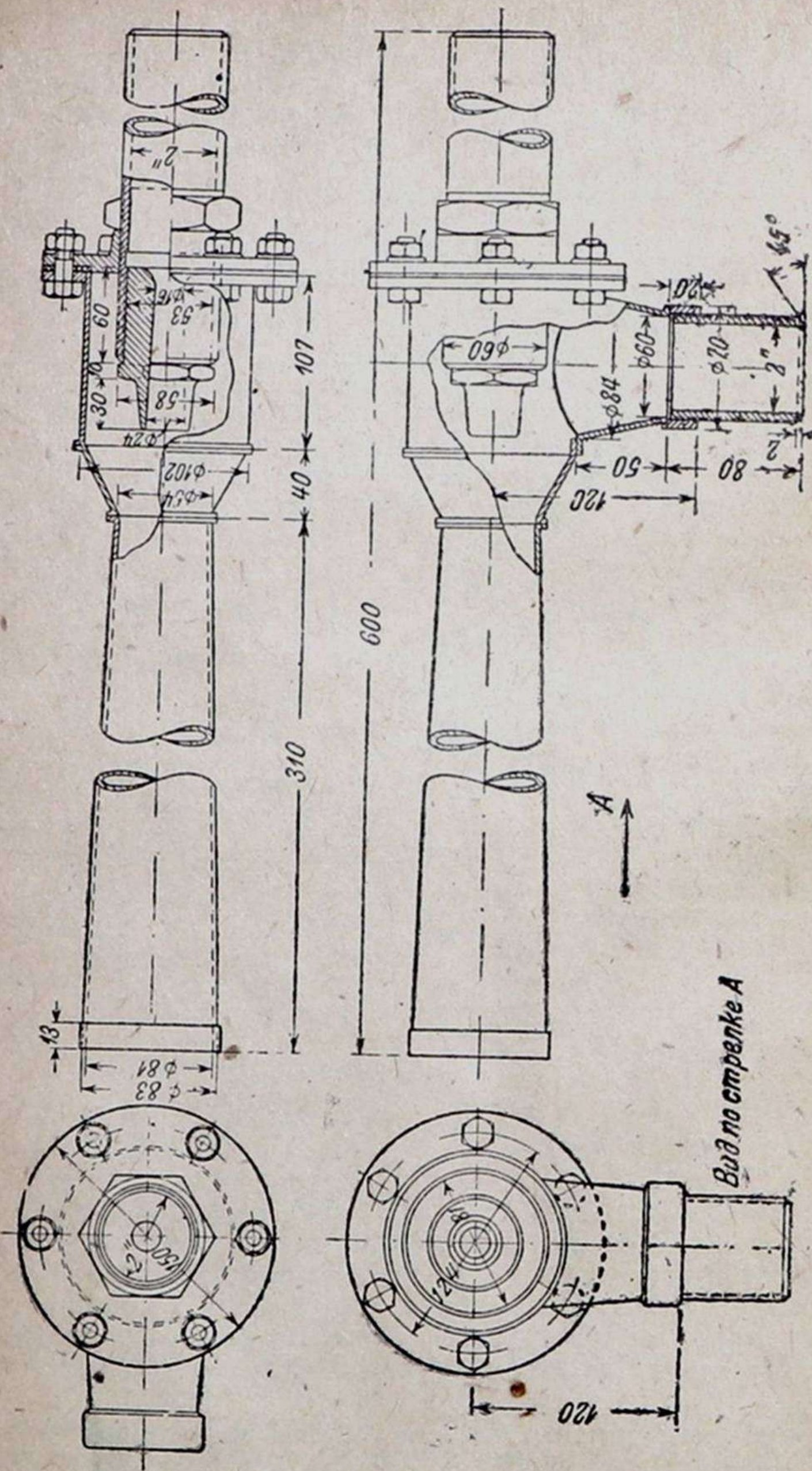


Рис. 24. Эжектор В-3, действующий отработавшими газами.

пад давлений между внутренней полостью конденсационного бачка и полостью бункера и увеличить тем самым интенсивность отсоса паров влаги из бункера в конденсационный бачок (что требуется при повышенной влажности горючего) бачок соединен трубкой диаметром 16 мм в свету с первой секцией трубого очистителя-охладителя. Для возможности регулировки величины перепада давлений предусмотрена в соединительной трубке «паровая» дроссельная заслонка, управление которой подведено в кабину водителя.

Опыты с конденсационной установкой инж. Давидович дали обнадеживающие результаты, несмотря на некоторую ее громоздкость и нарушение привычного вида автомобиля «неестественной» надстройкой конденсационного бачка на крыше кабины водителя.

Представителем устройства второго типа может служить влагоотводящее устройство газогенераторной установки ИТ-2 (рис. 14). Здесь верхнее пространство бункера соединено трубкой и эжектором, показанным на выхлопной трубе двигателя. С целью дать возможность регулировать интенсивность отсоса, на крышке газогенератора поставлен кран типа дроссель.

Эжектор типа Р-3 изображен на рис. 24. Действие его происходит, как известно, следующим образом: отработавшие газы двигателя, проходя через диффузор, за счет потери части своего давления увеличивают скорость. Струя газа, проходя с большой скоростью через камеру, соединенную трубкой с бункером, увлекает с собой часть содержимого наружной камеры эжектора. На место ушедшего из камеры содержимого по трубке поступают новые и новые массы паров из бункера. Выходной патрубок эжектора сделан расширяющимся. Диффузор эжектора сделан легко сменяемым, чтобы можно было опытным путем подобрать его наиболее выгодное сечение и форму.

Следующий тип влагоотводящего устройства применяется в рассмотренных уже нами торфяных газогенераторах ВИМТ и Инсдорф-НАТИ. Как мы уже видели, эжекционные устройства этих генераторов отличаются между собою лишь некоторыми деталями, но действуют по одному принципу. За счет перепада давлений между внешним пространством и зоной горения наружный воздух устремляется по трубе, имеющей суженный конец, направленный в диффузор. При протекании струи воздуха с повышенной скоростью создается разрежение, подсасывающее пары из верхней части бункера в трубу центральной подачи воздуха. В малой модели генератора ВИМТ расположение трубок выбрано обратное, а именно: внешний воздух, подаваемый трубой из подогревательной рубашки, охватывающей цилиндрическую часть корпуса генератора, устремляется по кольцевому пространству в диффузор, обтекает суженную на конце трубку, соединенную с верхней частью бункера. Разрежение, возникающее от сужения струи и увеличения ее скорости подсасывает пар и направляет его в трубу центральной подачи воздуха.

И, наконец, последний вариант системы отвода паров был предложен еще в 1931 г. инженерами НАТИ Пагануцци и Ме-

з и н ы м для газогенераторной установки «ПЕЭМ» (рис. 25). Основная идея этой системы заключается в следующем: Между верхней частью бункера и зоной горения, правильное, — в месте, через которое поступает воздух, имеется разрежение от 25 до 40 мм вод. ст. Если обе эти области генератора соединить трубкой, то под влиянием разности в давлениях между ними по этой трубке будет протекать пар из бункера в зону горения. Поставив на пути прохождения паров трубчатый радиатор, можно сконденсировать почти все пары воды, испаренные же смолы и другие продукты

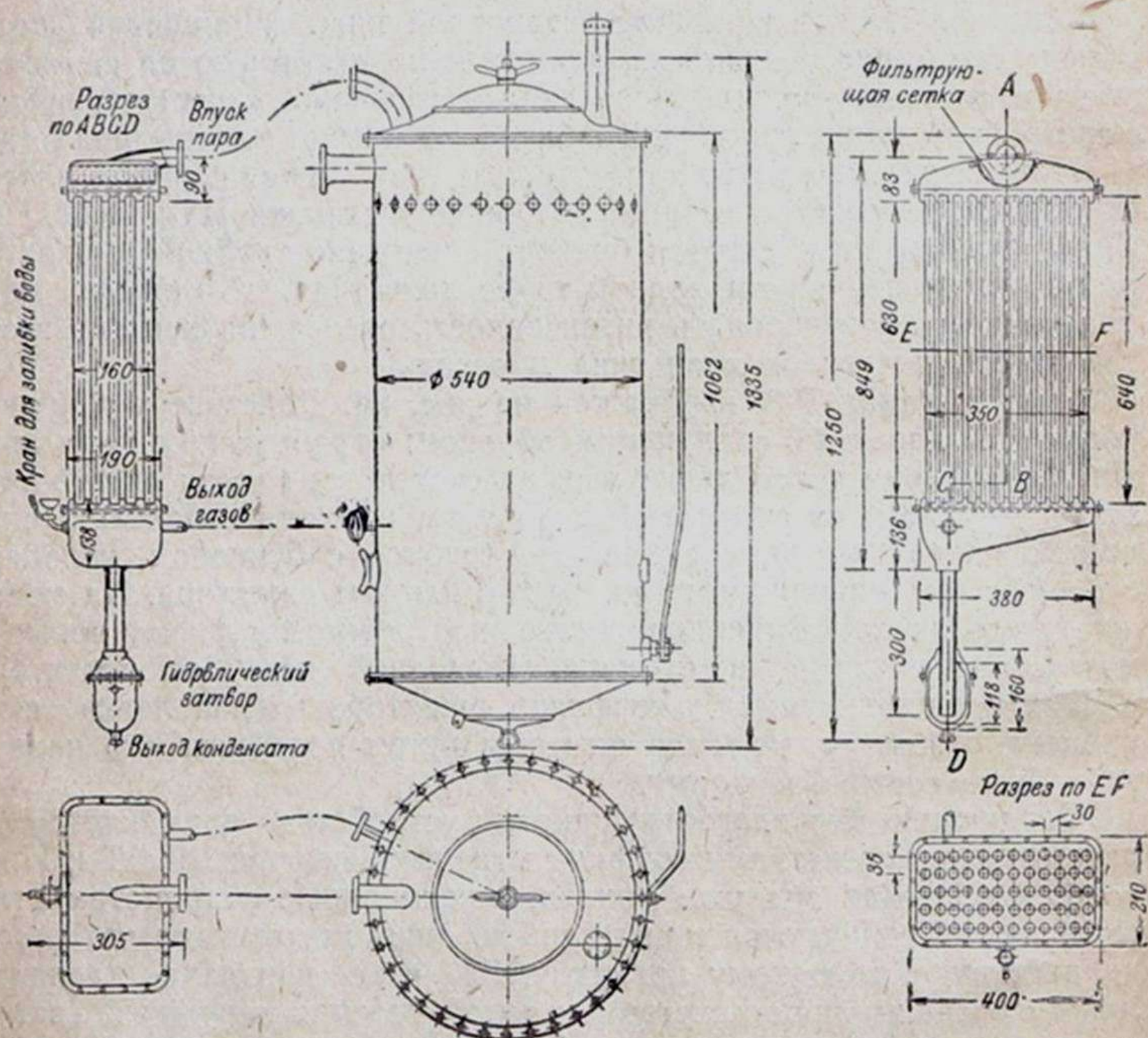


Рис. 25. Конденсирующее устройство газогенератора «ПЕЭМ.»

сухой перегонки в значительной части пройдут через радиатор в зону горения и там сгорят или крекируются.

Конструктивные особенности установки, которые заслуживают быть отмеченными, следующие: радиатор трубчатого типа состоит из пяти рядов трубок красной меди, с наружным диаметром 20 мм, общей площадью охлаждения 2,38 м² (всего 60 трубок). Трубки соединяют между собою два литых, чугунных резервуара — верхний и нижний, — образующих вход и выход из группы трубок сердцевины радиатора. Гидравлический затвор состоит из двух сосудов, вставленных один в другой. Сточная трубка из нижнего резервуара радиатора подает конденсат во внутренний сосуд, кото-

рый, наполнившись, через верхний свой край сбрасывает конденсат в кольцевое пространство, образованное стенками обоих сосудов. В нижней части внешнего сосуда сделано сливное отверстие, через которое конденсат стекает наружу. Такое устройство обеспечивает постоянное по величине попружение сточной трубки в жидкость.

§ 6. Борьба с зависанием торфа в бункере и камере газификации

«Зависание» влажного торфа в бункерах является характерным для работы генератора на торфе. Оно зависит от целого ряда причин и в том числе от размера кусков. Инж. И. Р. Карачан утверждает, что опытным путем установлен наибольший размер чурок, при котором не происходит зависания их в бункере. Этот размер не должен превышать четверти диаметра пояса горения генератора. В отношении торфа подобные опыты неизвестны, однако предельная величина куска этого горючего будет находиться, повидимому, недалеко от указанного значения.

Вероятность зависания горючего в бункере в условиях движения и неизбежных при этом сотрясений, конечно уменьшается, однако и в этих случаях зависание все же наблюдается.

Борьба с явлением зависания ведется в направлении облегчения прохождения горючей массы внутри бункера. Так, например, всякие выступы на стенках бункера, труба центрального подвода воздуха, пропущенная через боковую стенку, резкий переход к суживающейся части камеры горения, могут быть серьезными препятствиями для свободного движения торфяной массы вдоль бункера и вызывать явление «зависания».

С этой целью стенки бункера иногда делаются конусными, расширяющимися книзу (рис. 26). Эти же цели преследовались в конструкции генератора Инсторф-НАТИ и ряда других приданием наклона стенкам топливника, измеряемого половиной угла при вершине конуса примерно в 20° (рис. 12).

Щелевидные пространства, проходящие для лучшей подсушки торфа через стенки бункера и делящие объем загруженного в бункер торфа на три отдельные части (рис. 21), по наблюдениям УНИИМТ¹ способствуют лучшему продвижению торфа по бункеру. Следует так же отметить, что подсушивание торфа сопровождается усадкой, т. е. некоторым сокращением его объема, способствующим опусканию в бункере. Переход от цилиндрической части бун-

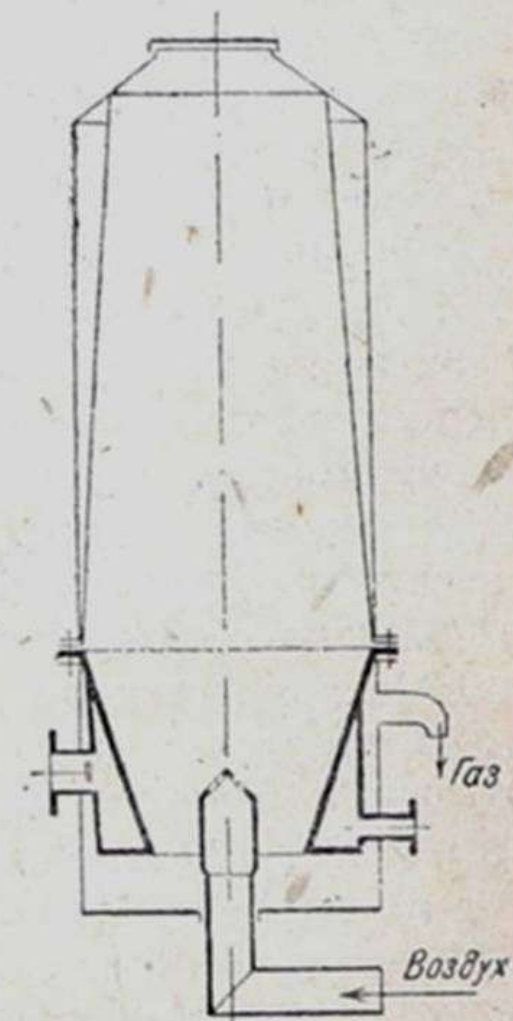


Рис. 26. Схема газогенератора с расширяющимся бункером.

¹ Украинский Научно-исследовательский институт местных топлив. Киев.

кера к сужению, образующему зону горения, необходимо делать плавным. Рекомендуемый угол, который составляет образующая конусного перехода к цилиндрической стенке бункера, следует выбирать не более 30°. Наибольшие углы следует брать и для прочих переходных стенок топливника, образующих различные сужения и т. д.

§ 7. Система очистки газа для торфяных газогенераторов

Газ, выходящий из газогенератора, непригоден для непосредственного использования в двигателе вследствие его значительной «загрязненности». Под загрязненностью газа обычно понимают большее или меньшее содержание в нем посторонних включений, твердых и газообразных, вредно действующих на работающий двигатель, а потому и недопустимых. К твердым посторонним примесям в газе следует отнести различные «уносы», состоящие из мелких частиц золы, коксовой пыли и мелочи. К газообразным включениям относятся пары воды, смол и других летучих продуктов сухой перегонки торфа. Следует также учесть, что газ имеет высокую температуру, недопустимую для непосредственного использования его в двигателе вследствие резкого ухудшения наполнения цилиндров, ведущего к падению мощности, и без того уже сниженной применением генераторного газа.

Загрязненность генераторного газа зависит: 1) от продолжительности работы генератора после очередной чистки, 2) от количества выдаваемого генератором газа, т. е. от производительности газогенератора; 3) от количества мелочи в горючем и 4) от правильной и целесообразной конструкции самого газогенератора, который должен давать газ минимальной загрязненности.

Конструктивные приемы, обеспечивающие выход газа из генератора с наименьшей загрязненностью, сводятся к следующему: скорость газа на всем протяжении от выхода его из камеры газификации до оставления им подогревающей бункер рубашки должна быть возможно меньшей — не выше 0,5 м/сек. В этом случае, благодаря своему медленному и спокойному протеканию, он не будет увлекать с собой твердые частицы, которые, даже если они и были в нем во взвешенном состоянии, выпадут и отсеятся, в особенности при прохождении газа по кольцевому пространству вокруг бункера при восходящем потоке. Следует отметить, что малая скорость газа не должна способствовать тому, чтобы газ оставался длительное время при высокой температуре, каковую он имеет при выходе из топливника, т. е. порядка 800—900°, так как в этом случае возможны течения реакций в обратном, нежелательном для нас, направлении, с выпадением углерода в виде сажи (напр. $2CO = CO_2 + C + 39720 \text{ кал}$ или $CO + H_2 = H_2O + C + 2933 \text{ кал}$ и т. п.). Отсюда можно сделать вывод о необходимости быстрого охлаждения газа до температуры 400—450°, при которой газы прекращают реагировать в нежелательную для нас сторону: такое быстрое охлаждение называется «закалкой» газа. Практически стремятся делать объемы пространства, куда газ попадает при выходе из камеры газификации и где могут быть

температуры порядка до 600° возможно меньшими. Это требование находится в противоречии с необходимостью иметь малые скорости течения газов для очистки их от уносов в самом газогенераторе. Но в этом то и заключается искусство конструктора, чтобы суметь эти и подобные им противоречия примирить в должной степени.

Источником, из которого уносы попадают в газ, принято считать восстановительную зону. Действительно, вскоре после очистки генератора, когда промежутки между кусочками кокса или угля в зоне восстановления не забиты еще золой, и газ проходит через них свободно и с небольшими скоростями, уносов в газе наблюдается относительно мало. По мере забивания свободных проходов золой и пылью скорости протекающего через них газа сильно возрастают и уносов становится много больше. Те же результаты наблюдаются и при проходе газа через зольниковую решетку и зольниковое пространство, если скорость газа велика.

Засмоленность газа, как уже указывалось выше, зависит от пропускания газа, смешанного с продуктами сухой перегонки вышележащих слоев горючего, через одно или даже два сечения с высокой температурой. Однако для торфа, вследствие необходимости надежно выводить золу и шлаки из зоны газификации, приходится ограничиваться всего лишь однократным пропусканием газа через теплонапряженную зону горения, что неизбежно приводит к несколько завышенной засмоленности газа.

Относительно высокая влажность «воздушно-сухого» торфа может заметно влиять на влагосодержание газа, поэтому необходимо иметь влагоудаляющую систему в зоне подсушки.

Однако, следует отметить, что при благоприятных обстоятельствах выходящий из газогенератора газ содержит не менее 5—7 г твердых уносов на 1 м³ С.Н.Г. и до 120—140 г водяных паров на 1 м³ С.Н.Г. Температура газа, выходящего из газогенератора, колеблется обычно от 350 до 450° и выше, доходя при плохом охлаждении его в газогенераторе даже до 550°. Такой газ не годится для питания двигателя и потому его приходится пропускать через очистительную и охлаждающую систему.

Обычно для газогенераторов, работающих на торфе, применяют газоочистительную систему древесночурочных газогенераторов. Однако торфяной газ, как известно, содержит больше твердых уносов, хуже очищается в газогенераторе от засмоленности и богат влагосодержанием. Все эти обстоятельства, в особенности, при большой производительности газогенератора, могут создать условия, при которых его охлаждающе-очистительная система не справляется со своей задачей, и газ, подаваемый в двигатель, может оказаться чрезмерно загрязненным.

Во всех рассмотренных нами выше случаях применения кускового торфа в качестве горючего для газогенераторов, вырабатываемый газ содержит много уносов кокса, пыли, паров воды и смол. В особенности такая загрязненность усиливается при применении многозольных сортов торфа. В конечном итоге очистительная система быстро загрязняется и требует более тщательной

очистки. Смолосодержание газа нередко достигает такой величины, что засмаливается двигатель и, в первую очередь, стержни всасывающих клапанов, которые, прилипая к направляющим, как говорят «зависают» и прекращают нормальную работу двигателя. Чтобы облегчить запуск засмолившегося двигателя, следует залить под каждую свечу по 1—2 чайных ложки ацетона или «растворителя» для нитрокрасок, после чего провернуть несколько раз вал двигателя до появления компрессии. После того как двигатель заведется, рекомендуется дать ему некоторое время поработать на бензине, до полного его прогрева.

Повышенное пыле- и смолосодержание газа свойственно работе торфяных газогенераторов. Объясняется это тем, что частицы золы гораздо мельче (менее 0,57 μ) таких же в древесночурочных газогенераторах и легче уносятся газовым потоком в очистительную систему.

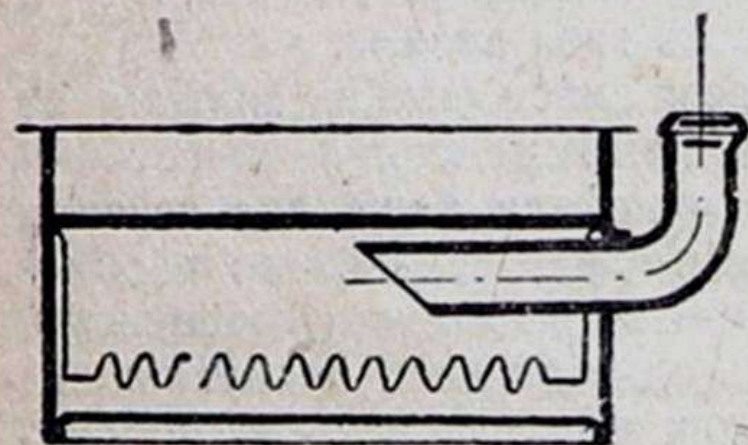


Рис. 27. Схема барботажного устройства, расположенного в нижней части тонкого очистителя, для улучшения очистки газа при работе на многозольном торфе.

Кроме того, торфяной кокс легко дает пылевидную мелочь, также уносимую в общую систему очистки, чего почти совсем не наблюдается в древесночурочных газогенераторах, уголь в которых дает незначительное количество пыли.

По опытам НАТИ удовлетворительные результаты получены с добавочным барботажным устройством очистки газа, введенным в тонкий очиститель (рис. 27). Принципиальное действие этого

устройства заключается в том, что над трубой подвода газа в тонкий очиститель поставлен согнутый в виде жолоба щит, опруженный до нижнего уровня трубы в воду. Нижние кромки щита выполнены зубчатыми, чтобы газ, огибая основание щита с двух сторон, разбивался на мелкие струйки.

Подобное очистительное устройство, введенное в нижнюю камеру тонкого очистителя, несколько уменьшает пылесодержание газа и понижает содержание смол, частично оседающих в воде.

Вода, через которую фильтруется газ вышеописанного устройства, все время пополняется конденсатом и лишь первоначально, после полной очистки тонкого очистителя, пространство нижней камеры заливается чистой водой до определенного уровня. В целях повышения интенсивности очистки газа рекомендуется иногда вместо верхнего слоя колец Рашига в тонком очистителе, заполнить их объем древесной стружкой, обладающей шероховатой поверхностью и хорошо очищающей газ от мелкой пыли. В комбинации обычного тонкого очистителя с жидкостным очистителем качество работы установки повышается без значительных переделок системы.

Во всяком случае, независимо от типа охладительно-очистительной системы, необходимо, чтобы газ, поступающий в смеситель, имел твердых уносов на 1 м³ С.Н.Г. не свыше 0,18—0,20 г,

засмоленность не свыше 0,2—0,3 г, смолистых веществ на 1 м³ С.Н.Г., влажность не свыше 0,1—0,11 г, паров воды на 1 м³ С.Н.Г. и температуру не свыше 40°.

§ 8. Выводы

1. В стандартных древесночурочных газогенераторах, имеющих камеру газификации типа Берлие, можно применять только высококачественные виды торфа строго определенных кондиций, а именно: влажность должна быть не свыше 25% абс., зольность не свыше 5—6%, при температуре плавления золы 1200—1300° или влажность не свыше 25% абс., зольность не свыше 2—3% и температура плавления золы произвольная. Добавление к стандартному газогенератору колосниковой решетки облегчает применение указанных высококачественных сортов торфа.

2. Многозольные «рядовые» сорта торфа требуют применения специальных конструкций камер газификации, обеспечивающих правильный вывод золы и шлаков, бессмольный и сухой газ.

3. Повышенная влажность «воздушно-сухого» торфа требует применения специальных устройств, обеспечивающих удовлетворительный отвод выделяющихся в зоне подсушки водяных паров.

4. Многозольные сорта торфа не могут быть ни при каких обстоятельствах использованы в стандартных древесночурочных газогенераторах.

5. Необходимо требовать от любой конструкции газогенератора, предназначенного для использования торфа, удовлетворительной работы на древесных чурках. Допустимы при этом лишь самые простые изменения камеры газификации сменой или добавлением деталей, осуществить которые может шофер имеющимся у него на машине инструментом в самое короткое время.

6. Необходимо тщательной проработкой конструкции газогенераторов, работающих на торфе, добиться: а) удовлетворительной работы двигателя при малых оборотах на холостом ходу; б) безотказной заводки двигателя стартером на газе; в) общей продолжительности запуска двигателя с переходом на газ не более 12 мин; г) периодичности чистки зольника и грубых очистителей не чаще одного раза в смену; д) периодичности чистки и промывки элементов тонкой очистки не чаще как через 5000 км пробега.

Глава III

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФОБРИКЕТОВ В КАЧЕСТВЕ ГОРЮЧЕГО ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Торфобрикеты являются улучшенным — «облагороженным» видом торфяного горючего, имеющим цель устранить основной недостаток кускового торфа — его способность легко крошиться. В соответствии с процессом получения торфобрикетов, они приобретают ряд свойств, отсутствующих у торфа. С целью уяснения

причин появления этих свойств, рассмотрим технологию изготовления торфобрикетов.

§ 1. Технологический процесс брикетирования торфа¹

Брикетирование твердых топлив может производиться как с добавкой связующих материалов, так и без таковой. Брикетирование с добавкой связующих в основном применяется при производстве топливных брикетов из антрацитов. Бурый же уголь и торф позволяют получать из них высокоценные брикеты без добавки каких-либо связующих материалов. Чтобы правильно понять технологию производства брикетов из торфа, необходимо уяснить внутренние процессы, происходящие в материале в момент образования брикета под прессом. Силы, которые связывают между собой разрозненные мелкие кусочки торфа, проявляются именно в тот момент, когда на массу этих кусочков, заключенных в замкнутом со всех сторон матричном канале, оказано значительное усилие сжатия. При этом проявлению связующих сил предшествует некоторое перемещение частиц материала, происходящее под действием пуансона (штемпеля).

Следующее за этим явление в процессе сжатия характеризуется насильственным уплотнением материала с разрушением начальной формы частиц его и предельным сближением их между собой. В этот именно момент и происходит проявление связующих сил, основные из которых следующие: 1) силы заклинивания выступов одного кусочка во впадинах других; 2) силы взаимного притяжения, возникающие в соответствии с величиной массы кусочков при предельном сближении частиц материала, 3) силы поверхностного натяжения капиллярной влаги, выступающей на поверхности частиц материала под действием сжатия. Совокупность действия этих трех сил и дает образование прочного брикета. Но для проявления важнейшей из этих сил — силы поверхностного натяжения — требуются вполне определенные оптимальные условия. Для этих условий необходимо сохранение определенного диапазона во влажности материала, которая должна колебаться в пределах 13—16%. При наличии в брикетируемом торфе большего или меньшего, чем указано выше, количества влаги происходит отклонение от необходимого оптимума, что ведет к резкому ухудшению качества брикетов, а при значительных отклонениях образования брикетов вообще не происходит.

Менее значимой, чем влажность, является дисперсность (размельченность) материала. Влияние дисперсности материала прежде всего проявляется на интенсификации процесса сушки: чем равномернее дробление материала, тем лучше протекает сушка; чем мельче частицы материала, тем эффективнее работа сушильной машины. Оптимальными для сушки являются размеры части 3—5 мм в поперечнике. Эта дисперсность может быть признана оптималь-

¹ По материалам Главного управления торфяной промышленности (Главторф). Москва.

ной для процесса прессования, как имеющая равномерно распределенную по материалу влажность и достаточную плотность, характеризующуюся объемным весом материала.

Важным фактором при брикетировании является наличие в массе торфа посторонних включений: слабо разложившейся древесины, состоящей из остатков пней и стволов, попавших в торфяник при его росте. Наряду с древесиной имеют место посторонние включения в виде различных металлических частей, попавших в торф при разработке массива. Несмотря на случайный характер

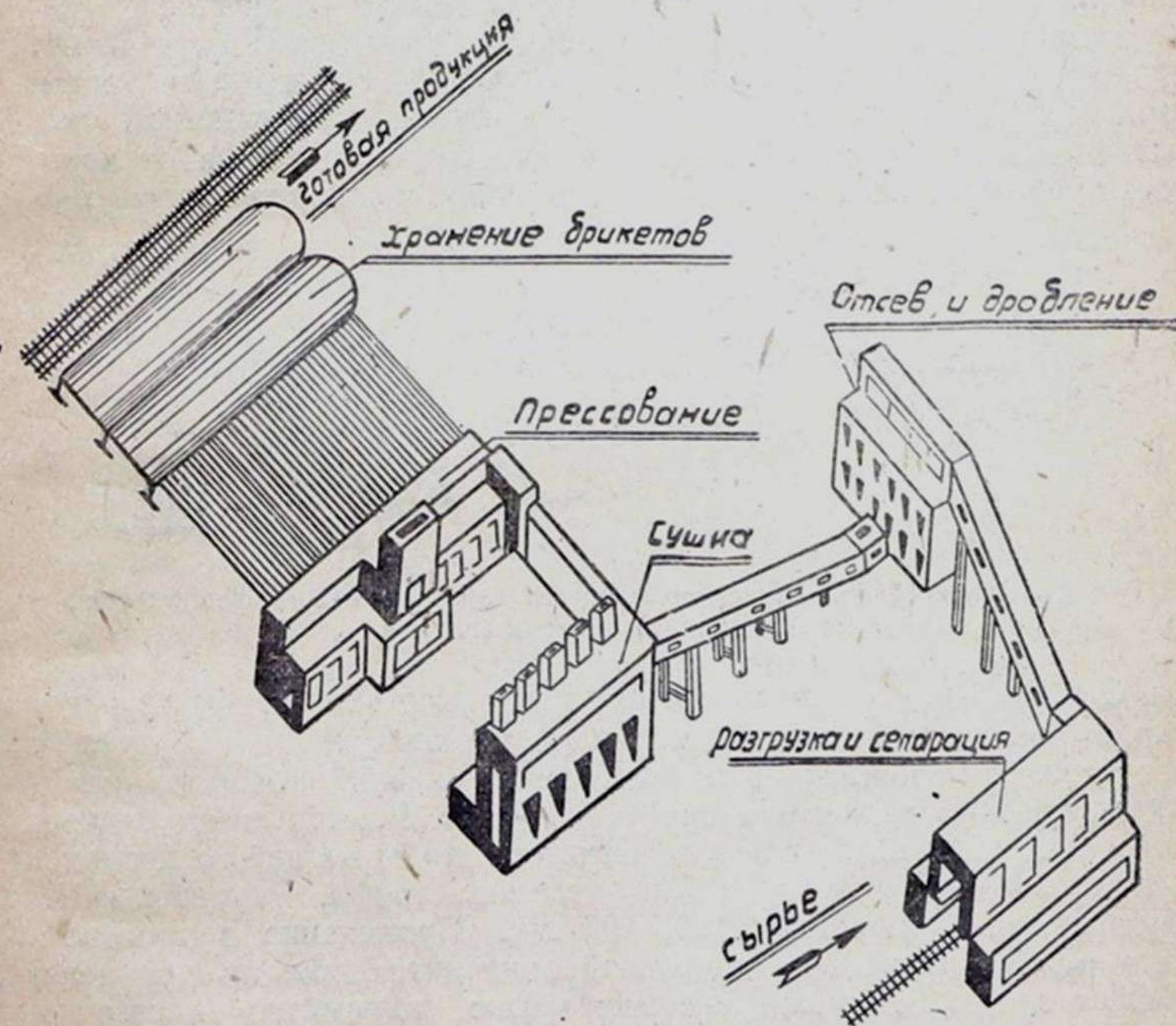


Рис. 28. Схема последовательного прохождения торфа по различным производственным операциям на торфобрикетном заводе.

этих включений, они являются элементом, могущим вызвать серьезные аварии оборудования брикетных заводов; поэтому освобождение от них торфа является первостепенной и крайне необходимой операцией.

Способность к брикетированию имеют все без исключения виды торфа, независимо от характера растений — торфообразователей, а также степени разложения и гумификации. Лучшими из торфов для целей брикетирования следует признать лесные торфы, а затем осоково-топяные и камышовые. Чем выше степень разло-

жения торфа, тем лучше, так как при повышенной степени разложения несколько интенсивнее происходит процесс искусственной сушки, и материал имеет большой объемный вес, что выгодно отражается на производительности всего брикетного оборудования. Повышенная зольность торфа имеет отрицательное влияние на работу оборудования торфобрикетного хозяйства. Как правило, это явление вызывает ускоренный износ прессовых матриц и ухудшает качество продукции.

Технологический процесс торфобрикетного производства строится соответственно общим требованиям дела и особенностям самого материала. В связи с этим деление процесса по отдельным операциям осуществляется в следующей последовательности (рис. 28). Первой технологической операцией, производимой над материалом — фрезторфом, — является сепарация торфа от крупных древесных включений и комьев слабо разложившегося тор-

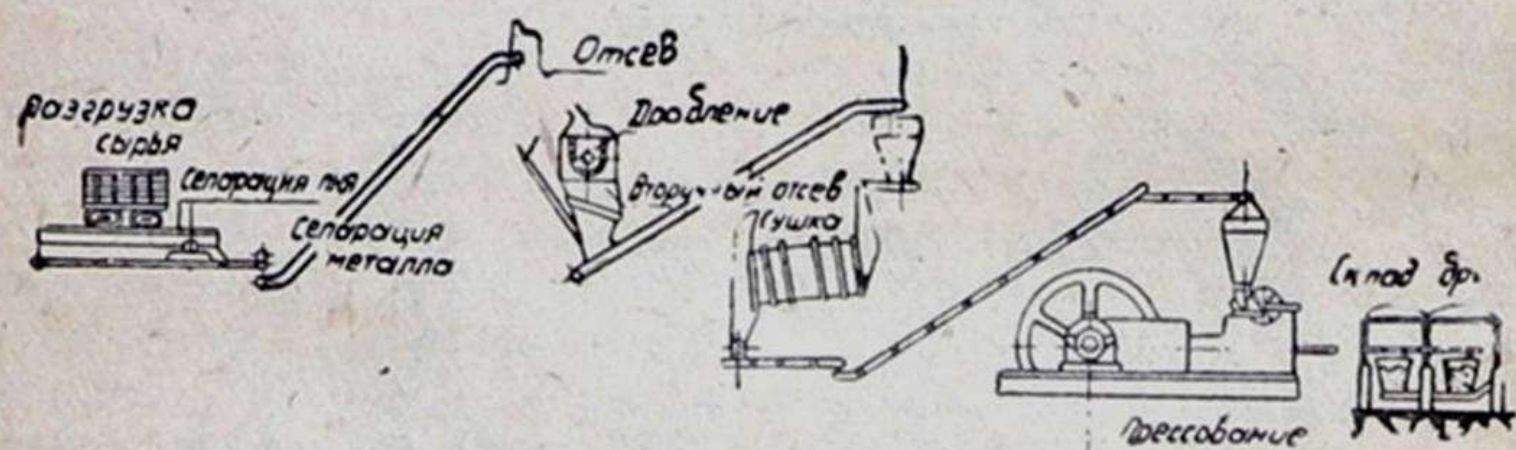


Рис. 29. Схема технологического процесса изготовления торфобрикетов по последовательным операциям.

фа. Эта операция осуществляется при выгрузке торфа из вагонов в бункеры завода. Для этого перекрытие над бункером оборудуется специальными сетками, сквозь которые крупные древесные включения пройти не могут. Размер ячеек бункерной сетки выбирается с таким расчетом, чтобы на ней не произошло завесаний и заторов выгружаемого торфа. Размеры ячеек выбираются в пределах 100—200 мм. Проникание в производство мелких древесных включений приходится принять как неизбежное зло; к тому же незначительное количество древесины в торфе (до 0,2—0,3%) не производят заметного ухудшения качества брикетов при тщательном и равномерном ее дроблении. Раздробленные частицы древесины не должны иметь более 6—7 мм в поперечнике. В особенности следует избегать волокнистого дробления, т. е. явления, когда в результате дробления получаются волокна длиной 50—60 мм. Включение их в брикуемый материал всегда влечет за собой распад брикетов.

Второй технологической операцией является сепарация материала от механических включений (рис. 29). Эта операция обычно осуществляется с помощью электромагнитов, монтируемых в комбинации с ленточными транспортерами. Для вполне эффективной работы такого электромагнита толщина слоя торфа на ленте не должна превышать 8—10 см. Собственно подготовка торфа к сушке и брикетированию заключается в отсевах и дроблении

материала; при этом отсев в данном случае имеет исключительно экономическое значение. Этой операцией, предшествующей дроблению, осуществляется разделение материала на две фракции: на фракцию, которая по своей дисперсности не нуждается в дополнительном дроблении, и на фракцию, подлежащую дроблению. Значение такого разделения заключается, прежде всего, в сокращении довольно больших расходов по дроблению, а затем — в уменьшении количества тонкой пыли, сильно возрастающей при пропуске через дробилки всего материала.

Для лучшего использования грохотов и дробилок работа их должна происходить комплексно, т. е. эти машины должны представлять собой взаимосвязанную систему, через которую материал проходит со следующей последовательностью: с транспортера на сетку грохотов, где материал делится на два потока, из которых первый (с частицами размерами меньше размеров ячеек сетки) идет непосредственно в производство для дальнейшего использования его, а второй — по поверхности сетки в дробилку, откуда после измельчения направляется для дальнейшего использования, соединяясь с первым потоком уже на транспортном приспособлении, подающем подготовленный к сушке материал. Однако, для торфа подготовки на грохоте-дробилке недостаточно, так как в материале, отходящем от дробилки, обычно имеется много древесных волокон, которые требуется отделить от подготовленного материала. Для этой цели под дробилкой устанавливается второй грохот, с помощью которого и происходит отделение недостаточно раздробленных древесных включений. Для отсева торфа применяются вибрационные грохоты с проволочной сеткой.

Одной из важнейших технологических операций в торфобрикетном производстве, следующей за дроблением и отсевом, является тепловая обработка, т. е. сушка торфа. Как уже было указано, для целей брикетирования годится лишь торф совершенно определенной влажности (с содержанием влаги 13—16%). Для достижения такой влажности материала, при переработке в брикеты фрезерного торфа в заводском масштабе, требуются довольно мощные сушильные установки. Достаточно сказать, что на Первом торфобрикетном заводе при выпуске 600 т брикетов в сутки, за это время должно испаряться из торфа 210 т влаги. При этом процесс сушки, как правило, должен вестись непрерывно.

Требуемая при сушке торфа (из-за крайне непостоянной влажности его и степени разложения) регулировка теплового режима сушки легко осуществляется у паровых трубчатых сушилок, которыми оборудован торфобрикетный завод. В качестве теплоносителя в этих сушилках применяется сухой насыщенный пар с давлением до 4 атм.

Наиболее экономично пользоваться паром, отбираемым из турбин, по возможности избегая редуцирования и добавочного увлажнения. Поэтому паровое хозяйство брикетных заводов должно использоваться комбинированно, — для выработки электроэнергии с последующим отбором пара для сушилок.

Загрузка сушилки торфом осуществляется с помощью загрузочного приспособления, состоящего из вертикальной шахты, в нижней части которой имеется ряд полок, прилегающих к трубной решетке сушилки. Движение материала по сушильным трубам производится посредством вращения барабана, который устанавливается с наклоном в 8—12°, в зависимости от необходимой скорости прохождения материала через сушилку. Скорость вращения барабана зависит от необходимости досушки материала до требуемой влажности и может колебаться в пределах от 6 до 12 об/мин. Время прохождения торфа через восьмиметровый сушильный барабан, при влажности материала около 45%, составляет около 30 минут; за это время происходит понижение влажности до 14—15%. Испаряемая из торфа влага вместе с воздухом и тонкой пылью уходит в вентиляционную систему, где сушильные газы подвергаются очистке, а затем выбрасываются вентилятором в атмосферу.

Высушенный материал транспортируется от сушилок к прессам закрытыми цепными транспортерами, оборудованными охлаждающими устройствами. Прежде всего используется вентиляция цепных транспортеров, причем в этом случае вместе с воздухом и тонкой пылью происходит отсасывание в довольно большом количестве водяных паров, выделяющихся при охлаждении горячего материала.

Так называемая «сушонка», т. е. продукт, полученный в результате сушки, отходит от паровых трубчатых сушилок, с температурой около 80° и, охлаждаясь в цепных транспортерах до 50—55°, отдает дополнительно, в процессе транспортировки, около 2% содержащейся в ней влаги (т. е. происходит дополнительное подсушивание материала, которое может быть обеспечено лишь достаточной вентиляцией транспортеров). Для более эффективного охлаждения кожухи цепных транспортеров оборудуются водяными рубашками, по которым пропускается холодная вода. Окончательное охлаждение «сушонка» получает в бункерах над прессами, причем бункеры, как правило, должны также вентилироваться.

Остывший материал, пройдя дозирующее устройство, из бункеров направляется самотеком в загрузочную камеру прессового блока, в котором и происходит процесс образования брикетов.

Для промышленного брикетирования фрезторфа применяются брикетно-ленточные прессы давления 1500 атм. (рис. 30). Материал, попавший в загрузочную камеру прессового блока, под действием штемпеля перемещается в рабочую часть матричного канала, который выполнен по профилю брикета; в процессе работы на большей части своей длины этот канал заполнен образованными ранее брикетами, которые и замыкают рабочую часть канала, называемую камерой прессования. При образовании нового брикета, как бы приложенного к имеющимся ранее и образующего вместе с ними сплошную брикетную ленту, происходит перемещение этой ленты на расстояние, равное толщине вновь образованного брикета. При движении запрессованных в канале брикетов развиваются чрезвычайно большие силы трения, равные

100—150 т, которые и являются сопротивлением, оказываемым при прессовании новой порции материала в брикет. Поэтому значительная часть работы штемпеля в результате этих сил трения превращается в тепло, нагревающее матрицы до 350—400°. Столь высокая температура матричного канала для процесса брикетирования совершенно не нужна и может дать лишь отрицательные явления в виде подгорания брикетов и излишнего газообразования в канале. Поэтому в процессе работы матричный канал искусственно охлаждают пропуском воды через рубашки прессблока и матричные обоймы, не допуская их нагрева сверх 320—350°. Ве-

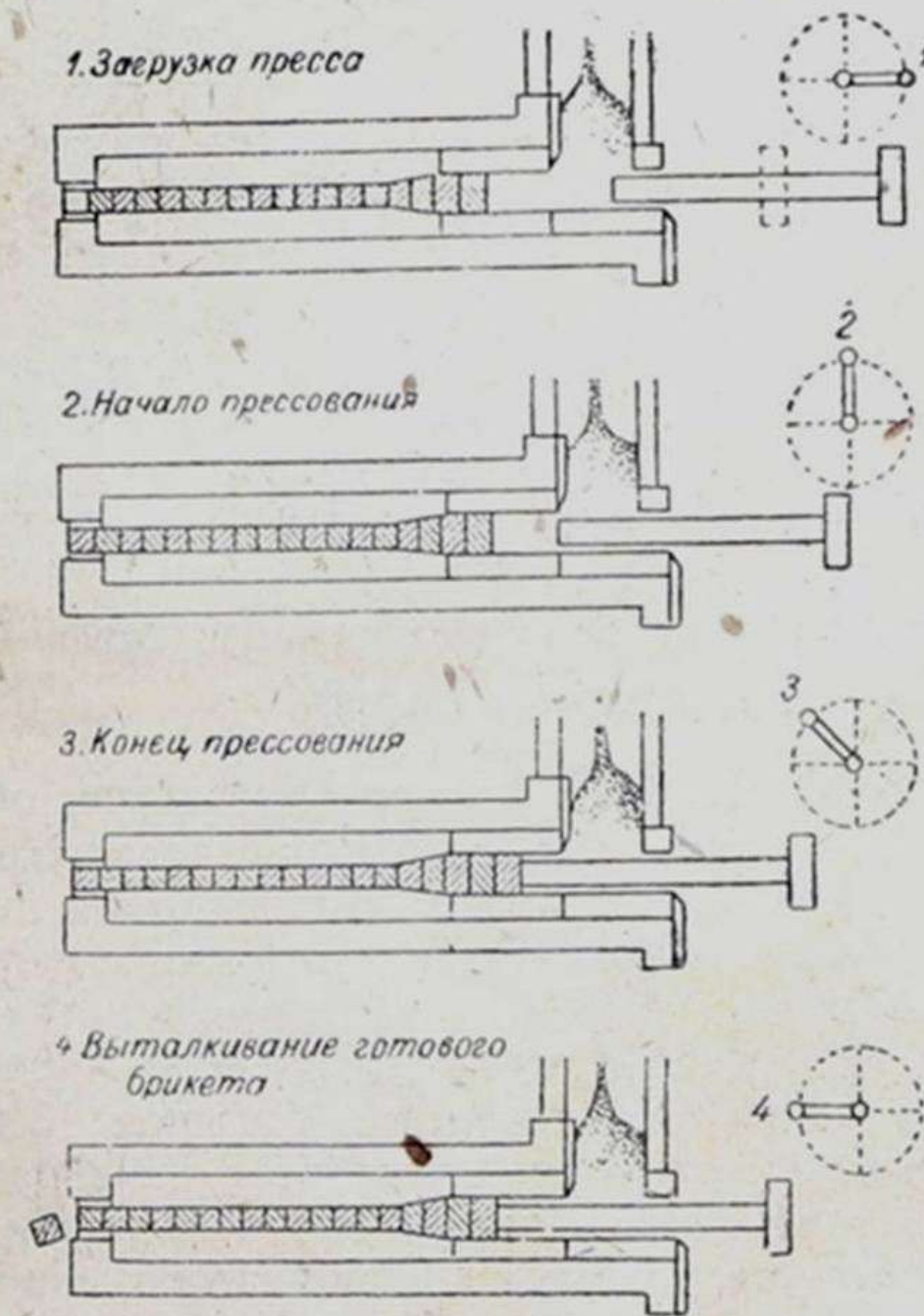


Рис. 30. Схема работы торфобрикетного прессы.

личина сопротивления движению брикетов по матричному каналу в значительной степени зависит от конусности матриц или так называемого буккеля, т. е. некоторого сужения канала позади камеры прессования. Наивыгоднейшие размеры буккеля при брикетировании торфа средней степени разложения и нормальной крупности составляют 5—6 мм, на длине матрицы 100—120 мм. Из матричного канала брикетная лента поступает в охлаждающие лотки, которые одновременно являются и транспортным приспособлением, достигая длины 80—100 м.

Необходимость охлаждения брикетной ленты до разделения ее на отдельные брикеты объясняется следующим: горячие брикеты, вышедшие из прессы и тут же отделенные друг от друга, начи-

нают интенсивно отдавать свое тепло в окружающую среду и в результате температурных деформаций расслаиваются. Это явление можно устранить лишь в том случае, если брикетная лента будет медленно остывать в сжатом состоянии. Таковую задачу хорошо выполняют охлаждающие лотки достаточной длины. Выдержанные в них брикеты получают необходимые по прочности качества.

Разделение брикетной ленты на отдельные брикеты осуществляется лотковым ломателем, принцип действия которого заключается в том, что дно охлаждающего лотка на некоторой длине (500—600 мм) делается шарнирным с возможностью наклона разъема, на котором брикеты под действием собственного веса и направляющего ролика легко отделяются друг от друга.

При хранении брикетов на складе, как правило, должны соблюдаться следующие условия: 1) во избежание увлажнения и распада брикетов хранение должно производиться в закрытых помещениях; 2) нельзя допускать навалки брикетов в кучи высотой более 3 м; 3) не допускаются излишние перевалки брикетов при погрузочных и разгрузочных операциях. При соблюдении этих условий потребитель получит торфяные брикеты с минимальным количеством мелочи, и они явятся полноценным видом горючего.

§ 2. Сопоставление основных свойств торфо-брикетов и кускового торфа

Кусковый торф, как было уже сказано выше, обладает незначительной механической прочностью и при перевозках или же при грубом и небрежном обращении с ним во время перевалок легко крошится, в результате чего образуется много мелочи, крошки и пыли, непригодных в качестве горючего для газогенераторов тракторного типа. Поэтому, при обнаружении в рабочем топливе мелочи, крошек и пыли в количестве, большем 15% по весу, его приходится пропускать через грохот с ячейками не более 30 × 30 мм для отсева негодных по своим размерам компонентов.

Экспериментальные образцы торфобрикетов, спрессованные при давлении в 325 кг/см², имеют сопротивление раздавливанию в 50 кг/см². Эти цифры указывают на значительную прочность торфобрикетов, не боящихся «неосторожного обращения».

В зонах подсушки и сухой перегонки влажный кусковый торф (воздушной сушки) дает много водяных паров, которые, поднимаясь вверх, сильно увлажняют вышележащие слои торфяных кусков, избыток же паров, собираясь в верхнем пространстве бункера, над загруженным горючим, конденсируется и в виде капельной жидкости дополнительно увлажняет горючее. В конечном итоге сильно увлажненный торф, попадая в нижележащие области бункера, получает в зонах подсушки и сухой перегонки соответствующий напрев. куски торфа набухают и становятся рыхлыми, что приводит к нарушению целостности кусков и обращению их в довольно слитную, консистентную массу, склонную к образованию сводиков и зависанию в бункере. Это ведет к нарушению правильного те-

чения газификации коль скоро рыхлая и бесформенная масса торфа, опускаясь, достигает зоны сухой перегонки. Отсюда вытекает следствие: стремиться применять более сухие сорта кускового торфа и одновременно иметь в верхней части бункера конденсационное устройство, способствующее отводу паров воды из бункера.

Чтобы избавиться от зависания, если таковое случилось, приходится прибегать к помощи шуровки через загрузочный люк. Шуровка бункера, заполненного полноценным кусковым торфом, легко его крошит, мелочь опускается вниз и забивает проходы между кусками торфа, нарушая тем самым еще в большей степени правильное течение процесса газификации. Таким образом, наряду с пользой, шуровка приносит и значительный вред, поэтому к шуровке через загрузочный люк следует прибегать лишь в случаях крайней необходимости.

Торфобрикеты имеют ряд существенных преимуществ перед кусковым торфом.

1. Влажность торфобрикетов более постоянна и почти вдвое меньше (12—15%), чем для кускового торфа естественной сушки (25—35%).

2. Влаго- и теплостойкость торфобрикетов, вообще говоря, значительно выше кускового торфа. Если же процесс брикетирования вести со связующими присадками, в частности, — с торфяным пеком, то 10% такового, по весу, уже достаточно, чтобы сделать торфобрикеты практически совершенно влаго- и жаростойкими. Механическая прочность их на раздавливание повышается до 73 кг/см² (вместо 50 кг/см²), теплотворная способность увеличивается с 5698 кал/кг до 5949 кг/см², зольность падает с 4,25% до 3,69%.

Опыты НАТИ показали, что обыкновенные торфобрикеты, при газификации их в стандартном древесночурочном газогенераторе ЗИС-13 на протяжении 2/3 бункера по высоте, считая от загрузочного люка, бывают довольно сильно увлажненными и набухшими. Несмотря на это, камера газификации содержит крупный и мелкий торфяной кокс. Это обстоятельство указывает, что торфобрикеты, изготовленные из размельченного фрезторфа, даже без связующих присадок, в условиях действия на них сначала водяных паров, а затем высокой температуры активной зоны, все же не разрушаются и дают в зоне восстановления торфяной кокс нормальной крупности.

«Насыпной вес» горючего нередко кладется в основу оценки длины пути пробега машин на возимом с собою запасе горючего. Однако одной величины «насыпного веса» явно недостаточно для такой оценки, необходимо одновременно учитывать также и величину калорийности данного топлива. Действительно, одно горючее может оказаться легче, но калорийнее другого, и перевозимый с собою запас этого горючего может дать большую длину пробега, чем более тяжелое горючее, но и менее калорийное. Поэтому оценку горючего по длине пробега на одной и той же величине объемного запаса следует считать по количеству перевозимых

с собою калорий или, отвлекаясь от действительного объема, это сравнение удобнее всего производить по количеству калорий, содержащихся в 1 м^3 перевозимого в какой-либо таре горючего, а отнюдь не по количеству килограммов. Оценка по килограммам была бы справедлива лишь при том условии, когда калорийность 1 кг сравниваемых горючих была бы одинаковой.

Таблица 19

| Вид горючего | Насыпной вес, $\text{кг}/\text{м}^3$ | Теплотворная способность низшая, в $\text{кал}/\text{кг}$. | Калорийность 1 м^3 насыпного горючего, в $\text{кал}/\text{м}^3$ | Средняя оценка, в % |
|--|--------------------------------------|---|--|---------------------|
| Древесные чурки . . . | 250—350 | 3 400—3 800 | 85.10^4 — 133.10^4 | 100 |
| Торф кусковый естественной сушки . . . | 330—450 | 3 300—3 500 | 99.10^4 — $157.5.10^4$ | 117 |
| Торфбрикеты . . . | 550—600 | 4 000—4 500 | 220.10^4 — 270.10^4 | 225 |

Рассматривая последний столбец табл. 19, мы приходим к неожиданному, на первый взгляд, результату. Оказывается, что самым невыгодным, с рассматриваемой точки зрения, горючим являются древесные чурки, уступающие больше чем в два раза торфяным брикетам. Кусковый торф немного лучше дерева, но также уступает торфяным брикетам.

Реакционная способность торфобрикетов, т. е. их способность к соединению с кислородом воздуха, достаточно высока. Они загораются от открытого пламени значительно легче, чем, например, древесные чурки, поэтому при первоначальном розжиге газогенератора можно обойтись без предварительной засыпки древесного угля в камеру газификации. Необходимо при этом, во избежание засмоления, заводить двигатель после приблизительно 15-минутной работы вентилятора.

В заключение приводим табл. 20, дающую элементарный состав одной из партий торфобрикетов Первого завода, выпущенных в 1938—1939 гг. Параллельно, для сопоставления, приводятся элементарные составы дерева и торфа.

Таблица 20

| Вид горючего | Состав горючего, в % | | | | | | | Низшая теплотворная способность рабочей массы в $\text{кал}/\text{кг}$ |
|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|------|-----|------|--|
| | C | H ₂ | O ₂ | N ₂ | S | A | W | |
| Торфбрикеты | 46,1 | 4,7 | 25,1 | 1,3 | 0,5 | 8,4 | 14,0 | 4 200 |
| Торф низинный | 37,2 | 3,8 | 23,0 | 1,9 | 0,15 | 9,0 | 25,0 | 3 260 |
| Дерево | 40,0 | 4,8 | 34,5 | 0,2 | — | 0,5 | 20,0 | 3 400 |

Размеры выпускаемых заводом торфобрикетов различаются между собою незначительно; так, например: $185 \times 65 \times (20-30) \text{ мм}$ или $170 \times 60 \times 45 \text{ мм}$ и т. п. и тот и другой размер торфобрикетов не приспособлены для работы в автотракторных газогенераторах без деления на 2-3 части.

Итак, средняя характеристика торфобрикетов производства Первого завода следующая:

| | |
|--|---|
| Средняя влажность | 12—14% |
| зольность | 6—9% |
| Удельный вес | 1,0—1,2' |
| Насыпной вес | 550—600 $\text{кг}/\text{м}^3$ |
| Рабочая теплотворная способность | 4 000—4 500 $\text{кал}/\text{кг}$ |
| Размеры торфобрикетов | $185 \times 65 \times (20-30) \text{ мм}$. |

§ 3. Специфика работы автотракторных газогенераторов на торфобрикетах

Основная причина, затрудняющая применение торфобрикетов в стандартных автотракторных газогенераторах, заключается в той же плавящейся торфяной золе, а следовательно, и в шлаках, забивающих камеру газификации. В сущности, в смысле горения, торф остается торфом, кусковый ли он, или спрессован в отдельные твердые кирпичики-брикеты. Точно так же зольность и температура плавления торфяной золы здесь играют ту же роль, как и при сжигании кускового торфа. Однако, между кусковым торфом и торфобрикетами есть существенная разница, а именно: при спорании кускового торфа в камере газификации образуются в горючей массе относительно мелкие и малопрочные кусочки кокса и большое количество коксовой мелочи, пыли и золы, легко забивающих все небольшие проходы между кусочками кокса. Если к тому же зола легкоплавкая и зольность выбранного вида торфа велика, то ясно, что выход из камеры газификации будет сравнительно скоро попросту забит, и газогенератор прекратит свою работу.

Другое дело торфобрикеты. После сгорания они дают прочные и крупные куски кокса. Мелочь, пыль и зола, имеющиеся в этом случае в меньшем количестве, относительно легко проходят сквозь слои торфяного кокса и собираются в зольнике. Если зола торфа из которого сделаны торфобрикеты, легкоплавкая, то и она сможет в некотором количестве проникнуть через слои крупного кокса в зольник. Для обеспечения ей более короткого пути, требуется иметь тонкий слой кокса, чтобы она не успела, потеряв свою текучесть и застыть по пути. Уменьшая высоту камеры газификации и обеспечивая большую скорость для выходящего газа, мы тем самым сможем обеспечить «выдувание» мелкой пыли из горловины камеры газификации и создать условия, исключаящие накопление таковой в выходной части камеры газификации.

Уменьшать восстановительный слой кокса можно только в разумных пределах, в противном случае газ будет несколько беднее окисью углерода (CO) и будет содержать смолы, не

успевающие сгореть и разложиться в восстановительной зоне. Опыты, проведенные в НАТИ по этому вопросу, показали, что при работе на древесных чурках оптимальная высота активного слоя в камере газификации составляет приблизительно 150 мм.¹

При работе на торфобрикетах высота этого слоя может быть еще меньше (35—60 мм), так как получающийся в камере газификации торфобрикетный кокс имеет пористую мелкозернистую структуру, обеспечивающую достаточную реакционную поверхность, успевающую прореагировать в восстановительной зоне с CO_2 и восстановить его в CO .²

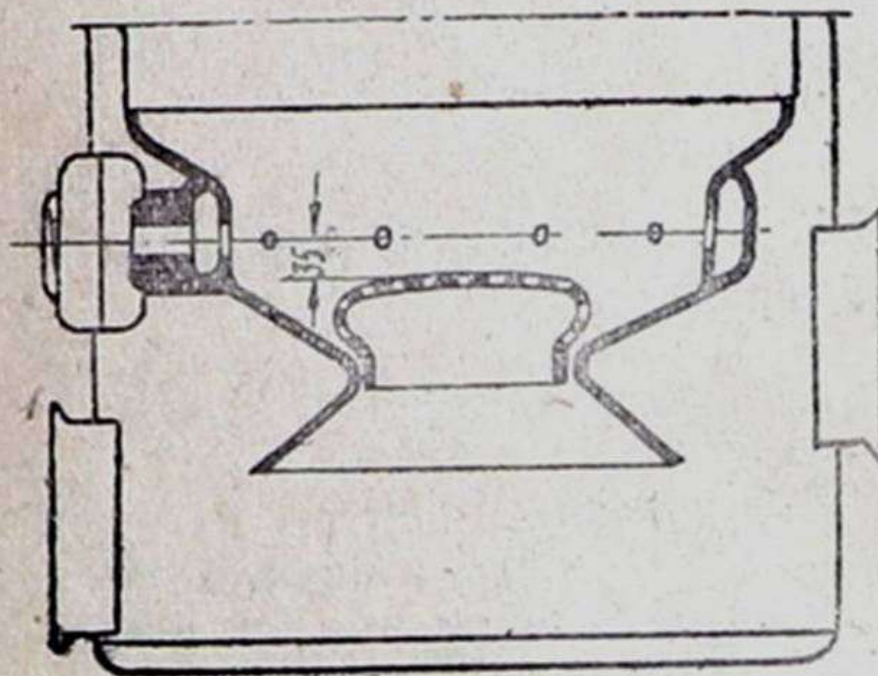


Рис. 31. Схема камеры газификации газогенератора ЗИС-21 для торфобрикетов, снабженной решеткой т. Ротмистрова, для удаления шлака в расплавленном состоянии (новый вариант).

легкоплавкой. При тугоплавкой золе шлакоотводящая решетка не смогла дать удовлетворительных результатов, так как зола через имеющиеся в решетке отверстия не получала облегченного отвода и даже, наоборот, решетка заволакивалась шлаком, почему ее необходимо было часто вынимать для прочистки.

¹ В древесночурочных газогенераторах высота этого слоя равна: для автомобиля ЗИС-21 — 200 мм, для автомобиля ГАЗ-42 — 174 мм. Следует здесь же отметить, что малая высота восстановительного слоя ведет к меньшей устойчивости процесса газификации, в особенности же при переменных режимах работы двигателя.

² Сталкиваясь с вопросами протекания процесса газификации, на протяжении всей настоящей работы, все необходимые положения обосновывались базируясь на редуционной теории, как более простой и не противоречащей устройствам, рассмотренным выше.

В данном конкретном случае необходимо отметить, что наши стандартные древесночурочные газогенераторы, как установлено, работают на большинстве режимов, по скоростному принципу газификации, при котором восстановительная зона теряет свой смысл. Тем более она теоретически не нужна для торфа, обладающего более высокой реакционной способностью. Однако практически восстановительную зону всегда предусматривают и в торфяных газогенераторах, так как она способствует большей устойчивости в работе газогенератора.

Впрочем, для торфобрикетов применима и камера газификации тов. Ротмистрова — пионера в области разработки приспособлений по применению стандартного газогенератора для работы на шлакующем торфе. Новейшая модель его камеры газификации со шлакоотводящей решеткой представлена на рис. 31. Опыты применения решетки тов. Ротмистрова для жидкого шлакоудаления показали положительные результаты во всех случаях, когда зола торфобрикетов была

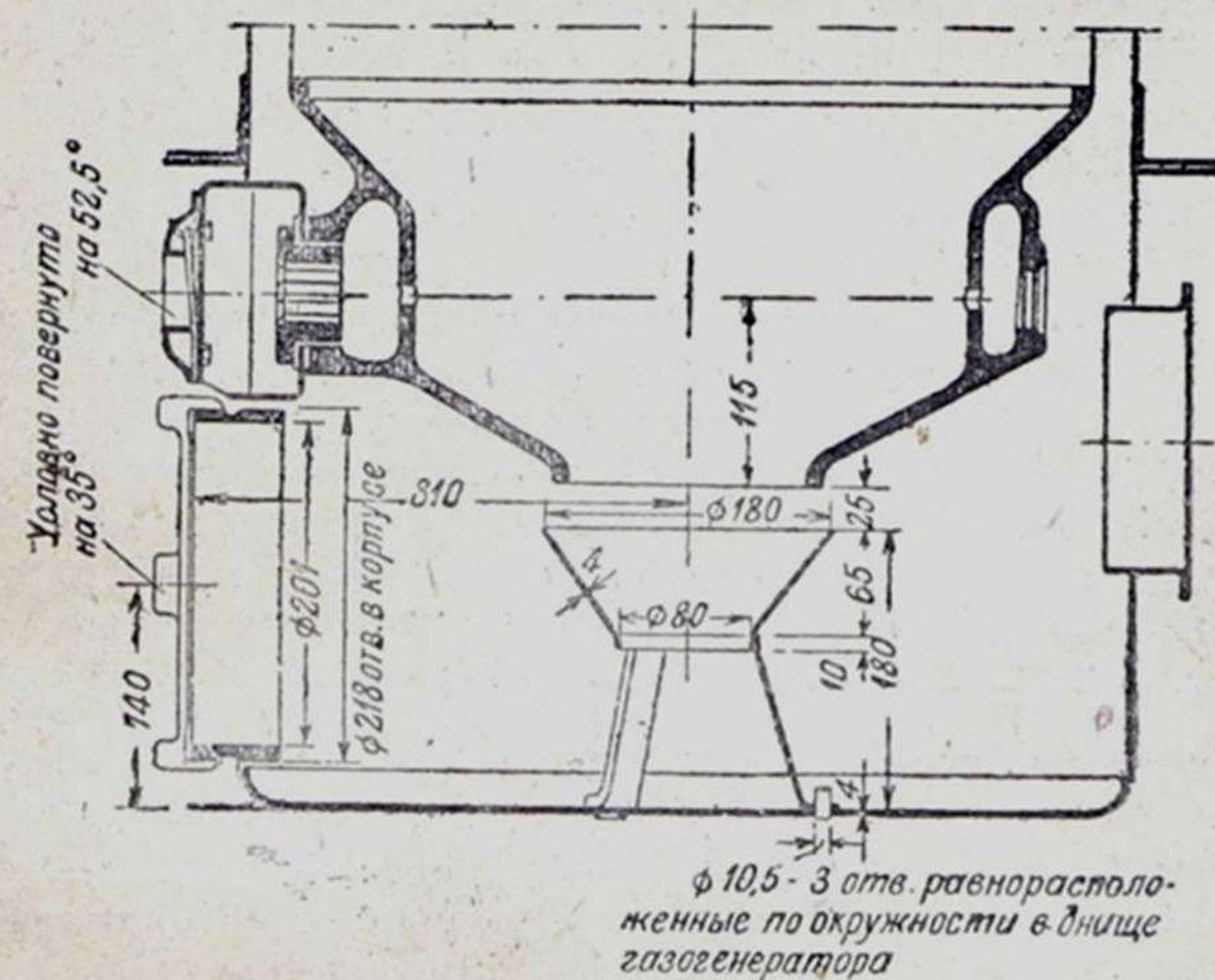


Рис. 32-а. Схема экспериментальной камеры газификации газогенератора ЗИС-21 с „подпором“, предназначенной для торфобрикетов.

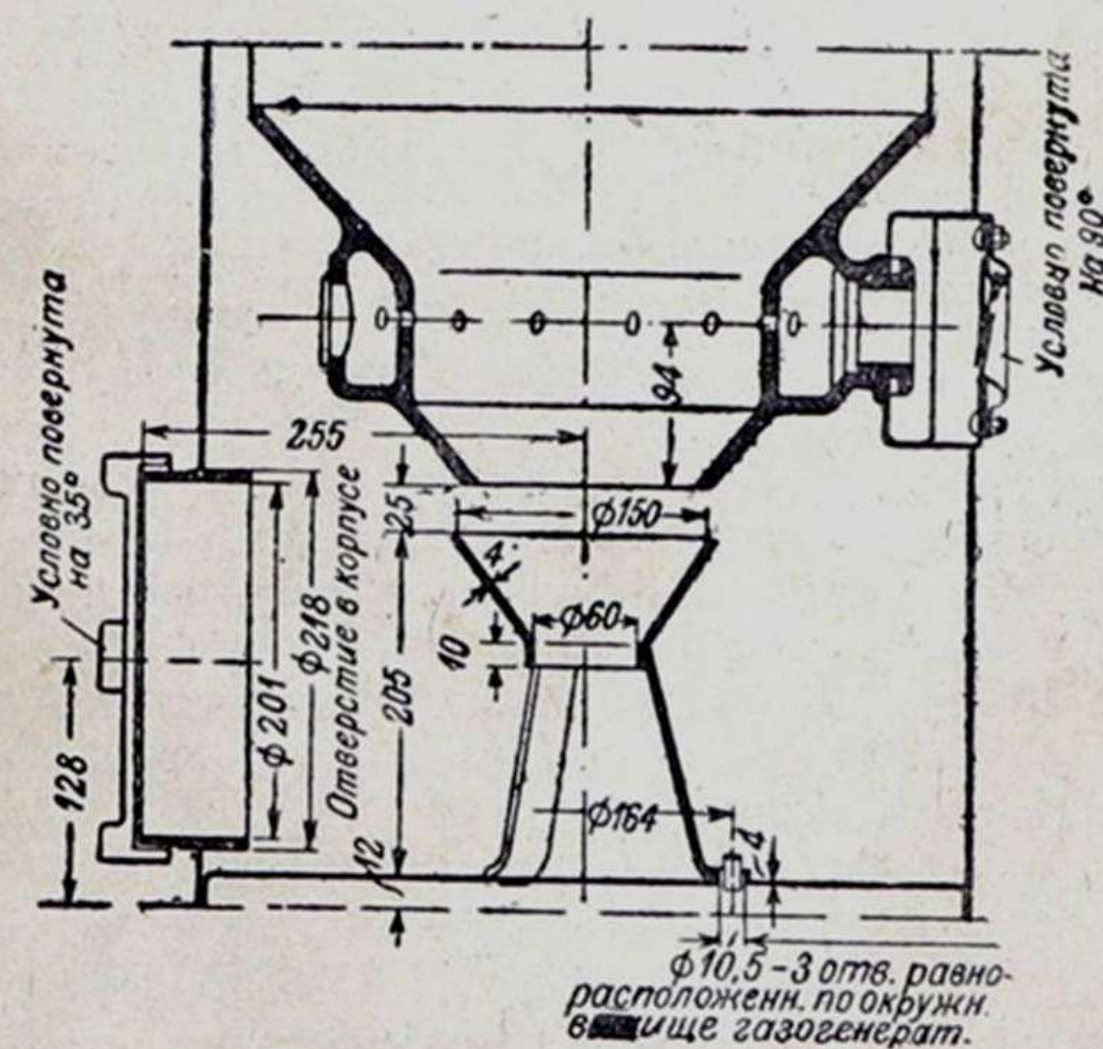


Рис. 32-б. Схема экспериментальной камеры газификации газогенератора ГАЗ-42 с „подпором“, предназначенной для торфобрикетов.

Ниже приводим цифровые результаты дорожных испытаний газогенераторной установки ЗИС-21 со шлакоотводящей решеткой тов. Ротмистрова (старый вариант, рис. 2):

Полезная нагрузка автомобиля — 3 т,
Горючее — торфобрикеты Первого торфобрикетного завода:

| | |
|--|--------------|
| Расход торфобрикетов на 100 км пути | 75—80 кг |
| Радиус действия при одной заправке бункера | 220—230 км |
| Средняя техническая скорость | 35—38 км/час |
| Максимальная скорость по шоссе | 50 км/час |

В процессе экспериментирования над шлакоотводящей решеткой тов. Ротмистрова сотрудники НАТИ инж. А. Балобанов и инж. А. Соколов разработали новый тип камеры, специально предназначенной для торфобрикетов, названной ими камерой газификации «с подпором». В этой конструкции, представленной на рис. 32, нижняя часть камеры газификации стандартного древесночурочного газогенератора отрезана по самой суженной части

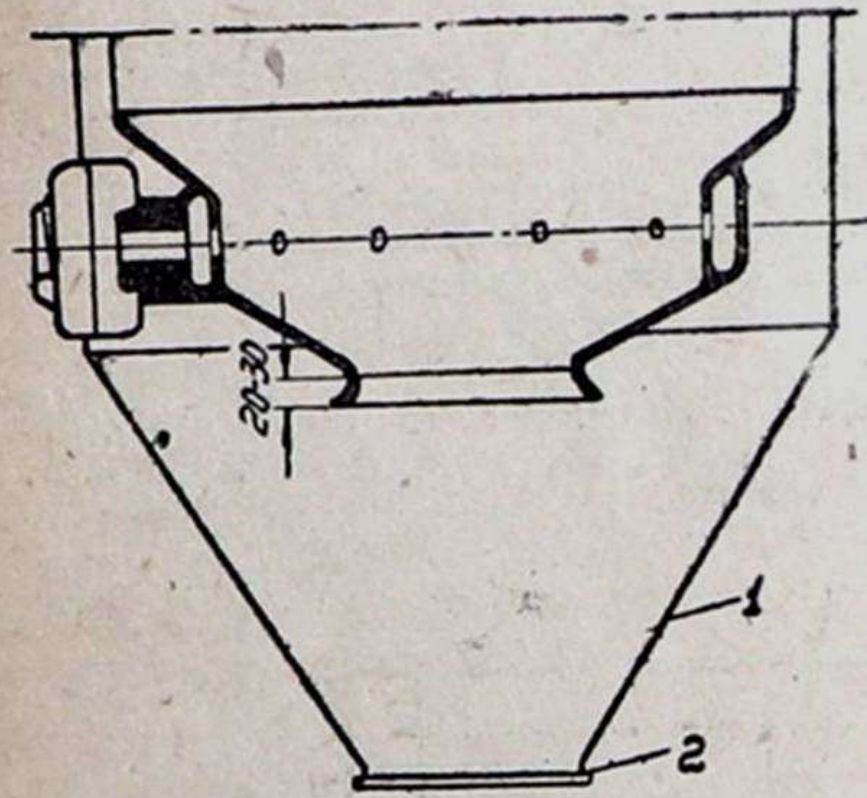


Рис. 33. Схема экспериментальной камеры газификации газогенератора ЗИС-21 с конусным зольником, предназначенной для работы на торфобрикетах.

горловины. Под горловиной, на расстоянии 25 мм, поставлен «подпор» 1, удерживающий содержимое камеры газификации от высыпания в зольник. Подпор представляет собой железную, укрепленную на трех ножках, воронку размеров, приведенных на рис. 32-а — для автомобиля ЗИС-21 и на рис. 32-б — для автомобиля ГАЗ-42. Для удобства очистки зольниковой камеры предусмотрен один люк достаточного диаметра, чтобы через него можно было вынуть «подпор».

Крышка люка навинчивается на патрубок, приваренный к корпусу газогенератора. Сужение горловины и узкая щель, образуемая «подпором», обеспечивают большие скорости газового потока, уносящего с собою пыль и мелкие частицы золы и кокса. Второй тип камеры газификации, предназначенный для применения торфобрикетов, разработан силами Первого торфобрикетного завода. В этой конструкции (рис. 33) у стандартного топливника отрезается нижняя, расширяющаяся часть на 20—30 мм ниже места максимального сужения горловины. Нижняя часть корпуса газогенератора заменяется конусом 1, в котором предусмотрен люк 2 для очистки зольниковой камеры. Конический зольник уменьшает объем горючего, находящегося вне камеры газификации и за счет имеющегося в зольнике кокса, золы и шлаков выполняет функцию «подпора». Коническая форма зольника уменьшает кольцевую площадь, образуемую стенкой зольника и нижним

срезом камеры газификации, что уменьшает накопление мелких частиц в месте выхода газа из камеры. Условия для уноса мелочи из камеры в этом случае менее благоприятны, чем в камере с «подпором».

§ 4. Результаты испытания работы газогенераторов на торфобрикетах

Испытания описанных в предыдущем параграфе двух конструкций экспериментальных камер газификации для торфобрикетов, происшедшие в начале 1943 г., показали почти равноценные качества обеих систем. Автомобили ЗИС-21, переоборудованные для сжигания торфобрикетов указанным выше способом, работали на этом горючем, имеющем влажность 14,1% абс. и зольность 9,3%. Обе машины работали в совершенно идентичных условиях, а именно: курсировали по одним и тем же участкам шоссе и перевозили один и тот же груз. Было установлено, что время розжига газогенератора на торфобрикетах и перевода двигателя на газ занимает для обеих систем около 10 минут. Не обнаружено также заметных различий в тяге и скорости.

Единственные существенные различия оказались в величине расхода горючего на 100 км пути и периодичности очистки зольника. Газогенератор с коническим зольником дал

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| расход торфобрикетов | 110 кг на 100 км, |
| газогенератор с «подпором» | 155 100 |

Газогенераторы с подпором в конце 1942 г. испытывались в производственных условиях. Ногинской АТК по чертежам НАТИ было переоборудовано 23 автомобиля марок ЗИС-21 и ГАЗ-42 камерами газификации с «подпором». По наблюдениям расход горючего оказался:

| | |
|--|-----------------------------|
| для автомобилей ЗИС-21 в среднем | 190 кг на 100 км пути |
| „ „ „ „ „ „ ГАЗ-42 | 109 100 |

Сопоставляя данные, полученные в 1942 и 1943 гг., невольно напрашивается вопрос о причинах столь значительных колебаний в расходе горючего для автомобилей ЗИС-21 с камерами, оборудованными «подпором». Не располагая достаточными материалами по этому вопросу, можно предположить две причины этого явления: а) отступление изготовленных камер газификации с «подпором» от чертежей НАТИ, б) недостаточное знакомство водителей с обращением и уходом за новыми для них устройствами.

Периодичность чистки зольника во время сравнительных испытаний 1943 г. и эксплуатационных наблюдений 1942 г. еще больше отличаются друг от друга для камер с «подпором» и камер с коническим зольником. Чистка зольника для автомобиля с коническим зольником требовалась через 200 км пути, а для газогенератора с «подпором» через 100—120 км.

В эксплуатационных условиях чистка зольника для газогенераторов с подпором требовалась чаще, а именно:

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| для автомобиля марки ЗИС-21 | через 50—70 км пути, |
| „ „ „ „ „ „ ГАЗ-42 | 35—50 |

Время, затрачиваемое для чистки газогенератора с коническим зольником, равнялось 3—4 минутам, для камеры с подпором 10—15 минутам.

Эта разница, повидимому, зависит всецело от конструкции люков. У конического зольника люк расположен внизу. Достаточно его открыть и слегка постучать по стенкам конического зольника, как все его содержимое высыпается наружу. В конструкции с «подпором» для очистки зольника необходимо вскрыть два люка, очистку зольника производить скребком и при закрывании люков добиться герметичности, что при существующей конструкции люков отнимает много времени.

Интересно сопоставить приведенные выше цифры с результатами опытов, проводившихся в НАТИ в 1939 г. по газификации торфобрикетов в стандартных газогенераторах ЗИС-13 и ГАЗ-14 без всяких их переделок и добавлений.

Следует отметить, что газогенераторные установки ЗИС-13 и ГАЗ-14 лишь в мелочах отличаются от ЗИС-21 и ГАЗ-42, и результаты опытов, полученные с ними, можно целиком перенести на эти последние.

Розжиг холодного генератора, при загрузке бункера торфобрикетами, а восстановительной зоны — древесным углем, занимал 6—9 минут. То же для древесных чурок 7—8 минут. Периодичность очистки зольника зависит, как выяснено этими опытами, от зольности торфобрикетов (табл. 21).

Таблица 21

| Зольность торфобрикетов, в % | Периодичность чистки зольника, в км | |
|------------------------------|-------------------------------------|--------|
| | ЗИС-21 | ГАЗ-42 |
| 6,35 | 214 | — |
| 8,75 | 86—184 | 67—129 |
| 9,97 | 63—128 | — |
| 11,87 | 30—80 | — |

Количество шлака, образующегося в зольнике газогенератора при зольности торфобрикетов в 6—10% и легкоплавкой золе, колеблется от 0,47 кг до 6,95 кг на 100 км пути или примерно от 0,5 до 6% от расхода горючего. При содержании золы свыше 10% пробеговая скорость автомобиля значительно снижается, приходится прибегать к частым шуровкам через 30—40 км и удалению шлака через 30—80 км пути.

Необходимо отметить, что торфобрикеты дают шлак, не пристающий к стенкам камеры газификации и при чистке легко удаляющийся, без каких-либо повреждений стенок.

Расход торфобрикетов на 100 км пробега при полезной нагрузке для автомобиля ЗИС-13 в 2,5 т равен в среднем 94,5 км,

при зольности торфобрикетов 9,97—11,87% и влажности — 12,94—13,24% абс.

Автомобиль ГАЗ-14 при нагрузке 1,2 т в среднем израсходовал горючего 56 кг при зольности торфобрикетов 8,75 и влажности 18,05% абс.

Табл. 22 иллюстрирует качество работы газогенератора ЗИС-13 на торфобрикетах, при различных режимах его эксплуатации.

Таблица

| Скорость движения автомобиля в км/час | Состав газа, в объемных % | | | | | | | Низшая теплотворная способность, в кал/м ³ |
|---------------------------------------|---------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|----------------|---|
| | CO | H ₂ | CH ₄ | C _m H _n | O ₂ | CO ₂ | N ₂ | |
| 40 | 20,78 | 15,62 | 2,52 | 0,17 | 0,4 | 10,65 | 49,86 | 1266 |
| 30 | 19,75 | 14,75 | 8,38 | 0,14 | 0,4 | 11,33 | 51,25 | 1205 |
| 20 | 20,00 | 14,65 | 1,88 | 0,10 | 0,4 | 11,9 | 51,67 | 1146 |

Сопоставляя данные этой таблицы с результатами, полученными при работе на кусковом торфе (табл. 12), убеждаемся в большом сходстве газа, полученного из обоих видов горючего.

Конический зольник имеет еще и тот существенный недостаток, что расстояние от земли до низшей точки газогенератора, хотя и приподнятого при помощи подкладок на 50 мм, составляет 220 мм, что недостаточно при работе на проселках и лесных дорогах.

В случае работы на торфобрикетах при измененных камерах газификации получается газ с повышенным содержанием смол и значительным количеством уносов. Засмоленность газа проявляет себя в виде значительных отложений (слой 1—1,5 мм толщины) на стенках смесителя, а иногда наблюдается и зависание клапанов двигателя, особенно на автомобиле ГАЗ-42.

Газогенератор с коническим зольником дает более засмоленный газ, чем газогенератор с «подпором», однако большее пылесодержание газа и большее количество уносов наблюдается у последнего газогенератора. Следует при этом подчеркнуть, что засмоленность газа получается сразу же после чистки зольника, когда нарушается правильная работа зоны восстановления. Такой период засмаливания газа длится после чистки зольника в течение 30—40 минут.

Грубые очистители требовали в эксплуатационных условиях для газогенератора с подпором очистки через 1000 км пробега, тонкие — через 2000 км.

При работе стандартного газогенератора ЗИС-13 на торфобрикетах унос пыли составлял от 11 до 26 г/км пройденного пути, т. е. около 2,75—6,5 г/м³ газа, или примерно от 1,1 до 2,6% от расхода горючего, что по сравнению с древесночурочным газогенератором дает показатели в 13—32 раза большие.

Следует отметить, что отложения пыли в грубых очистителях при зольности торфа до 10% не имеют признаков смолы. При

большой зольности (например 11,78%) нормальное протекание процесса газификации нарушается, и первые пластины четвертой секции значительно забиваются смолистой массой.

В тонком очистителе, после 1500 км пробега автомобиля на торфобрикетах с зольностью 8,75% нижний слой колец Рашига был загрязнен пылью, а верхний — оставался почти чистым. После дополнительного пробега в 1500 км на торфобрикетах с зольностью в 11,78% кольца Рашига оказались сильно загрязненными отложениями пыли и смолы.

Результаты анализов картерного масла показали, что рост компонентов, загрязняющих масло, весьма интенсивен. Так, например, после пробега в 910 км механических примесей в картерном масле было 1,46%, и оно к дальнейшей работе оказалось непригодным. Причиной этого явления следует считать сильное загрязнение рабочего газа пылью, мелкими частичками кокса и смолами.

Сопоставляя приведенные выше данные испытаний и эксплуатационных наблюдений, сведенных для большей наглядности в табл. 23, убеждаемся, что переделки газогенераторов для использования торфобрикетов не дали положительных результатов, наоборот, — они показали завышенный расход горючего, в особенности же у газогенераторов с «подпором».

Таблица 23

| Газогенератор | Горючее | Расход горючего в кг на 100 км пробега | | | | Примечание |
|--------------------------------|-----------------|--|-----|--------|-----|---|
| | | ЗИС-21 | % | ГАЗ-42 | % | |
| Стандартный | Древесные чурки | 90—100 | 100 | 50—60 | 100 | Испытания велись с газогенераторами ЗИС-13 и ГАЗ-14 |
| С конусным зольником | Торфобрикет | 110 | 115 | — | — | |
| С подпором | „ | 155—190 | 181 | 100 | 182 | |
| Стандартный | „ | 94,5 | 95 | 56 | 101 | |

Как видно из таблицы 23, расход торфобрикетов у газогенераторов с «подпором» на 80% по весу больше нормального расхода древесных чурок у стандартного газогенератора. Прежние опыты с автомобилями ЗИС-13 и ГАЗ-14 дали расход торфобрикетов, почти тождественный, по весу, расходу древесных чурок.

Рассмотренные переделки камер газификации преследовали улучшение отвода шлаков и золы из камеры газификации в зольник. Естественно было ожидать при торфобрикетах некоторого уменьшения периодических сроков очистки зольника, но никак нельзя было предполагать результатов худших, чем это возможно получить в стандартных камерах газификации. Между тем из табл. 24 видно, что и по этим показателям газогенераторы с коническим зольником и с подпором дали худшие результаты.

| Газогенератор | Горючее | Средняя периодичность очистки зольника, в километрах пробега | | | |
|---------------------------------------|-----------------|--|------|--------|------|
| | | ЗИС-21 | % | ГАЗ-42 | % |
| Стандартный | Древесные чурки | 800 | 100 | 800 | 100 |
| С конусным зольником | Торфобрикет | 200 | 25 | — | — |
| С подпором (на испытании) | „ | 100—120 | 13,7 | — | — |
| С подпором (в эксплуатации) | „ | 50—70 | 7,5 | 35—50 | 5,3 |
| Стандартный | „ | 86—184 | 16,9 | 67—129 | 12,2 |

Таким образом, нет никаких оснований считать проблему применения торфобрикетов в какой-либо мере разрешенной теми переделками, которые нами были рассмотрены выше. Можно, видимо, получить в стандартном газогенераторе без всяких переделок результаты лучшие, чем с рассмотренными переделками. Недостатки работы на торфобрикетах будут заключаться лишь в том, что периодичность очистки зольника участится по сравнению с древесными чурками примерно в 7—8 раз. Тонкие очистители потребуют очистки в 2,5 раза чаще, чем в древесночурочном газогенераторе. Смолосодержание газа и количество уносов будут также значительно выше. В смысле расхода торфобрикетов, запуска двигателя, скорости и тяги, результаты почти не будут отличаться от древесночурочного газогенератора.

Итак, чтобы получить работоспособную газогенераторную установку для применения в ней в качестве горючего торфобрикетов, необходимо стандартный газогенератор: 1) снабдить качающейся колосниковой решеткой, 2) в верхней части бункера сделать пароконденсационную рубашку, 3) усилить очистительную систему введением дополнительных улавливателей для пыли и смол, 4) применять исключительно малозольные брикеты.

§ 5. Выводы

1. Малозольные торфобрикеты можно применять в стандартном древесночурочном газогенераторе без всяких переделок камеры газификации, но с колосниковой решеткой и усиленной очисткой газа.
2. Расход торфобрикетов на 100 км пути, время розжига газогенератора, запуск двигателя, скорость и тяга автомобиля практически не будут отличаться от работы газогенератора на чурках.
3. Периодичность очистки зольника при работе на малозольных брикетах (5—6% золы) потребует в 4 раза чаще по сравнению с древесными чурками, а при многозольных брикетах (9—12% золы) число очисток зольника потребует в 7—8 раз большее.
4. Засмоленность газа и количество уносов будут при работе на торфобрикетах значительно большими, чем на чурках.

5. С повышением зольности торфобрикетов нормальное протекание процесса газификации скоро нарушается, увеличивается сопротивление проходу газа вследствие быстрого накопления шлака и золы, требуется более частая чистка зольника и шуровка бункера.

6. При повышенном золосодержании торфобрикетов (9—10% и выше) в очистительной системе, кроме пыли и других уносов, появляется смола.

7. Смену масла в картере двигателя при работе на многозольных торфобрикетах приходится производить в 5—7 раз чаще по сравнению с древесными чурками.

8. Экспериментальные образцы камер газификации, предназначенные специально для применения торфобрикетов, рассмотренные нами в главе III, потребуют основательной доработки.

9. Очистительно-охлаждающая система стандартных древесно-чурочных газогенераторов при работе на торфобрикетах недостаточно справляется со своей задачей и требует усиления.

Глава IV

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФОКОКСА В КАЧЕСТВЕ ГОРЮЧЕГО ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Коксом называется искусственное горючее, лишенное летучих компонентов и обогащенное за счет этого углеродом. Кокс получается обычно из естественных видов топлива путем нагревания их до высокой температуры в закрытом сосуде, без доступа воздуха.

Торф как исходный материал для получения кокса обладает рядом специфических качеств, вследствие чего и торфококсы отличаются от других видов кокса, полученных из иных сортов горючего. Прежде всего торф при коксовании не спекается, как это, например, имеет место при коксовании каменных углей, поэтому вся мелочь и пыль, образующиеся при загрузке торфа в коксовальную печь и вследствие опускания его в самой печи, проходят через нее не слипаясь. Это обстоятельство обуславливает наличие в торфококсе высокого процента коксовой мелочи. Выход кокса равен приблизительно около 30%, по весу, от исходного материала; таким образом, зольность торфококса соответственно повышается, так как в процессе коксования торф, выделяя летучие вещества, сохраняет целиком всю содержащуюся в нем золу. Это ведет к тому, что содержание золы в коксе увеличивается больше, чем в три раза. Поэтому для коксования пригодны лишь мало-зольные сорта торфа.

§ 1. Технические качества торфококса как горючего

В соответствии с данным в определении понятия термина «кокс» указанием на обогащение исходного продукта углеродом, процесс коксования сводится, в основном, к следующему. Исход-

ный продукт для получения торфяного кокса — кусковый торф путем медленного его нагревания, без доступа реагирующих с ним газов, постепенно выделяет различные газообразные и парообразные продукты; и за счет этого относительное количество углерода в нем увеличивается. Характер выделяющихся летучих веществ по мере роста температуры постепенно изменяется точно так же, как изменяется и основной коксуемый материал, постепенно приобретая новые свойства и преобразуясь в конечном итоге из торфа в торфяной кокс.

Последовательность изменения выделяемых торфом летучих, по мере роста температуры, можно представить приближенно в следующем виде:

При повышении температуры, вначале начинает выделяться водяной пар, образующийся из влаги, заключенной в торфе. Выделение его заканчивается приблизительно при 150—160°. При нагревании до этой температуры постепенно начинает меняться и само вещество торфа по своему химическому составу, а именно: начинает выделяться углекислота, крахмал, в незначительных еще количествах.

Начиная с 160° выделяется метиловый спирт; количество углекислоты постепенно увеличивается. Одновременно с этим выделяются пары воды разложения, образующиеся в результате разрушения торфа.

При 190—200° появляются следы смол, начинается выделение уксусной кислоты; выделение количества паров воды разложения увеличивается.

После 225° выделение углекислоты значительно увеличивается, и в газах начинают появляться незначительные количества горючих составных частей.

В интервале 250—300° основная масса торфа постепенно чернеет, отдельные торфяные волокна становятся хрупкими, выделение смол резко возрастает, количество горючих составных частей в газе увеличивается, появляется аммиак, продолжается выделение паров воды разложения.

После 300° выделение метилового спирта прекращается, количество смол и углекислоты уменьшается.

До 350° смола содержит максимальное количество кислотных составных частей.

После 350° выделяемый газ настолько насыщен горючими составными частями, что от соприкосновения с открытым пламенем легко воспламеняется и горит спокойным голубым пламенем.

После 400° количество выделяемой уксусной кислоты уменьшается, падает и содержание в газе углекислоты. Выделение аммиака постепенно возрастает.

До 500° заканчивается выделение смол, количество паров воды разложения значительно уменьшается, выделение аммиака увеличивается.

При 525° торф уже полностью обращается в кокс, и выше этой температуры выделение летучих значительно сокращается, продолжают выделяться почти исключительно газы.

После 550° выделение уксусной кислоты прекращается.

До 600° содержание окиси углерода и метана растет; при более высоких температурах количество их уменьшается.

После 600° выделения паров воды разложения не происходит, но выделение аммиака растет.

Дальнейшее нагревание снижает содержание в газе углекислоты, в то время как количество водорода продолжает возрастать.

До 700° выделение аммиака возрастает. Таким образом процесс коксования торфа ведется обычно в интервале температур 500—700°, так как при этом обеспечивается достаточно полный выход летучих.

Количественное содержание продуктов сухой перегонки для верхового торфа средней степени разложения приведено в табл. 25.

Таблица 25

| Из 100 г абсолютно сухой массы торфа получается | При нагревании до: | | | |
|---|--------------------|-------|-------|-------|
| | 350° | 400° | 450° | 520° |
| Газа (в л) | 1,36 | 5,23 | 7,09 | 10,60 |
| Смолы (в г) | 6,82 | 17,45 | 20,80 | 21,10 |
| Воды разложения (в г) | 8,07 | 14,00 | 15,86 | 17,00 |
| Твердого остатка (в г) | 76,30 | 54,00 | 46,35 | 41,30 |

Состав твердого остатка в процентах от веса того же торфа приведен в табл. 26.

Таблица 26

| Составные части | Состав исходной массы торфа | При нагревании до: | | | |
|-------------------|-----------------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| | | 350° | 400° | 450° | 520° |
| Зола | 2,05 | 2,69 | 3,80 | 4,44 | 4,96 |
| Углерод | 57,64 | 68,30 | 78,05 | 81,40 | 85,80 |
| Водород | 6,07 | 5,61 | 4,79 | 4,01 | 3,49 |

Состав выделяющегося газа можно проследить по цифрам табл. 27.

Таблица 27

| Температура нагрева, а °С | Количество газа, выделяемого из 100 г воздушно-сухого торфа, в л | Состав газа (в %) | | | | | | | Примечание |
|---------------------------|--|-------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|----------------|--|
| | | CO | H ₂ | CH ₄ | C _m H _n | O ₂ | CO ₂ | N ₂ | |
| От 300 до 350° . | 1,14 | 10,1 | 0,3 | — | 0,3 | — | 89,2 | — | Кислород и азот отдельно не определялись |
| „ 350 „ 400° . | 3,32 | 7,2 | 3,1 | 25,4 | 0,4 | — | 69,8 | — | |
| „ 400 „ 450° . | 4,2 | 12,3 | 3,1 | 25,4 | 3,7 | — | 55,4 | — | |

Приводимые в таблицах цифры характерны как средние; они могут иметь значительные колебания, в зависимости от качества торфа и условий протекания процесса коксования.

Как видно из рассмотрения приведенной выше последовательной смены выделения различных продуктов сухой перегонки торфа при его коксовании, соответствующих различным температурным режимам, наибольшее выделение летучих происходит в температурном интервале между 300—400°. До этой температуры торф должен быть доведен подводом тепла извне. Это показывает, что процесс протекает эндотермически, т. е. с поглощением тепла. При температурах, соответствующих периоду бурного выделения летучих, процесс протекает экзотермически, т. е. с выделением тепла. Приблизительно после 400° выделение тепла прекращается, и процесс дальнейшего коксования идет снова эндотермически.

В зависимости от скорости нарастания температуры и конечной ее величины меняется прочность получаемого кокса. Установлено, что высокотемпературный режим коксования дает более прочный кокс. Наибольшей прочностью отличается кокс, полученный приблизительно при температуре в 700°. Выдерживание кокса при более высоких температурах обычно снижает прочность кокса.

Прочность торфококса на раздавливание, в зависимости от режима коксования, получается примерно следующая:

высокотемпературный режим коксования 59,9 — 77,9 кг/см²,
низкотемпературный режим коксования 60,6 — 69,1 » »

Увеличение прочности кокса при высокотемпературном режиме коксования объясняется тем, что пары смолы под действием высоких температур не успевают выделяться и разлагаются в самом коксе.

Впуск в коксовальную печь водяных паров увеличивает выход продуктов перегонки и несколько влияет на состав газа. Получаемый при этом кокс делается более пористым, а количественно выход его уменьшается.

Значительное влияние на выход кокса и состав газов при коксовании оказывает ботанический состав торфа и степень его разложения.

Торф, как известно, состоит в основном из: а) гуминовых веществ, б) битумов (воскообразных веществ), в) растительных остатков. Все эти составные части ведут себя при нагревании различно.

Гуминовые вещества дают, главным образом, кокс, воду разложения и газ, богатый углекислотой. Смолы они выделяют незначительное количество.

Битумы дают преимущественно смолу и лишь незначительное количество кокса, воды разложения и газа.

Растительные остатки, подобно дереву, дают кокс, воду разложения, смолу и газ, содержащий много углекислоты. Из них же получается уксусная кислота и метиловый спирт.

Ботанический состав и происхождение торфа сильно влияют на качество кокса. В первую очередь зольность кокса всецело зависит от зольности исходного продукта. Верховые сорта торфа, имеющие относительно низкую зольность, дают кокс с 8—20% со-

держания золы. Низинные сорта с высокой зольностью дают золосодержание кокса примерно в 20—30%. Грубо говоря, зольность кокса получается более чем в три раза выше зольности исходного торфа.

Низинные сорта, дающие более слабые, крошащиеся кирпичи, менее пригодны для коксования, чем верховые, с более прочными кирпичами. Кокс, получаемый из верховых сортов, оказывается более прочным, а потому и более пригодным для применения.

Степень разложения оказывает также значительное влияние на качество получаемого кокса. Молодые, мало разложившиеся и старые очень сильно разложившиеся сорта торфа дают слабый крошащийся кокс. Наилучший результат получается с торфом средней степени разложения. Получающийся из него кокс оказывается прочным и хорошего качества. Влажный торф дает менее прочный кокс, чем сухой.

Прочность кокса в значительной степени зависит и от прочности исходного торфа. Если торф в процессе добычи, хорошо перемешан, полученные из него кирпичи плотны, прочны и однородны, как это имеет место при машинноформовочном методе добычи торфа, то и кокс, полученный из таких кирпичей, достаточно плотен и однороден. Замечено, однако, что нередко в процессе коксования кирпичи машинноформовочного торфа получают множество мелких, пересекающихся трещин, что ведет к снижению прочности больших кусков кокса, в то время, как мелкие, отдельные кусочки обладают высокой прочностью.

В противоположность машинноформовочному торфу кирпичи резного торфа, получаемые без переработки торфяной массы дают очень пористый, крошащийся кокс, мало пригодный для дальнейшего использования. Вследствие этого резной торф мало пригоден для коксования.

Гидроторф ручной цапковки дает равномерный кокс, лишенный трещин, однако он несколько легче машинноформовочного кокса. Гидроторф, формованный гусеницей, дает кокс с большим количеством трещин, и поэтому он получается значительно слабее кокса из машинноформовочного торфа.

Таким образом, наиболее пригодным для коксования торфом является сухой верховой торф средней степени разложения, хорошей переработки, т. е. машинноформовочный или гидроторф ручной цапковки.

Торфяной кокс, так же как и торф, обладает малой механической прочностью и при перегрузках, перевозках, перевалках, легко крошится и дает много пыли и мелочи. Насыпной вес торфококса равен приблизительно 350—370 кг/м³.

Влажность кокса обычно колеблется от 3 до 7%.

В зависимости от ведения процесса коксования, т. е. температурного режима, продолжительности выжигания и т. п., состав кокса может в известных пределах меняться. Так, например, в табл. 28 приведен состав торфококса (в процентах по весу) Редкинского торфохимкомбината, в зависимости от содержания в нем летучих.

Теплотворная способность торфококса достаточно высока: она равна около 7 000 кал/кг для рабочего горючего и до 7 700 кал/кг при пересчете на горючую массу.

Таблица 28

| Летучие | C | H ₂ | O ₂ | N ₂ | S | A |
|---------|-------|----------------|----------------|----------------|------|------|
| 2,13 | 90,36 | 0,88 | 1,12 | 0,67 | 0,09 | 6,83 |
| 3,82 | 90,30 | 1,67 | 2,12 | 1,03 | 0,09 | 4,79 |
| 6,12 | 88,16 | 2,38 | 3,19 | 1,58 | 0,06 | 4,63 |
| 12,04 | 85,22 | 3,13 | 5,22 | 1,59 | 1,12 | 4,72 |

Из таблицы явствует, что чем лучше выжиг кокса, т. е. чем меньшее количество летучих веществ содержит кокс, тем он насыщеннее углеродом и тем он беднее водородом и кислородом.

§ 2. Технологический процесс коксования торфа

Для превращения торфа в кокс необходимо в течение более или менее длительного срока нагревать его до требуемой высокой температуры. В качестве источников тепла для нагревания торфа могут быть использованы:

- 1) часть коксуемого торфа;
- 2) постороннее топливо, тепло которого при сжигании передается коксуемому торфу через стенки коксовальной печи;
- 3) постороннее топливо, тепло которого, выделяющееся при сжигании, передается непосредственно коксуемому торфу дымовыми или другими газами.

Первый способ применяется только при кустарном способе коксования в так называемом коксовальном костре. В этом случае торфяные кирпичи складываются в кучу в известном порядке и покрываются снаружи слоем земли, образующей покрывку, не пропускающую воздух. Через специальные отдушины поджигают содержимое костра при слабом доступе воздуха, что ведет к повышению температуры и вызывает процесс коксования.

Кокс, получаемый из коксовальных костров, обычно невысокого качества: часть кокса получается пережженной, другая часть недококсованная и лишь небольшая часть имеет правильный выжиг. Это объясняется трудностями регулирования процесса горения торфа в костре и ведения равномерного обжига всей массы коксуемого торфа, что и приводит к весьма разнородному качеству получаемого кокса. Уход за костром требует от обслуживающего персонала большой опытности и искусства.

Производительность кострового способа выжигания весьма невысока, летучие теряются, выход кокса в процентном отношении невелик, но зато количество мелочи велико.

Все эти обстоятельства привели к тому, что костровый метод выжигания кокса теперь почти не применяется.

Второй способ применяется для коксовальних печей с наружным обогревом, он может быть выполнен как для крупных промышленных установок, так и для мелких кустарных печей небольшой производительности.

Современные промышленные торфококсовальные печи выполняются в виде высоких вертикальных шахт, сложенных полностью или в отдельных своих частях из огнеупорного кирпича. В стенках печи с наружным обогревом устраивается ряд каналов, идущих вдоль всей стенки. По этим каналам проходят горячие газы и через стенку печи отдают свое тепло коксуемому торфу. Обычно для обогрева печи используются газы, выделяющиеся при коксовании. Эти газы сжигаются в каналах, расположенных несколько ниже середины высоты печи, чем и вызываются наиболее высокие температуры в этой части печи. Дымовые газы поднимаются по каналам вверх, постепенно остывая и, следовательно, слабее нагревая верхние стенки печи. Из каналов, находящихся в верхней части стенки печи, дымовые газы отводятся в дымовую трубу. В верхней части печи температуры относительно невелики, но они постепенно повышаются книзу, достигая своего максимума несколько ниже середины печи. Далее книзу температура снова понижается в соответствии с понижающейся температурой остывающего кокса.

Обогрев стенок печи, как указано, производится за счет сжигания коксовальних газов. Если же их нехватает, то добавляется или генераторный газ, получаемый в специальном газогенераторе и примешиваемый к коксовальному газу, или же дымовые газы, получаемые от сжигания торфа в особой топке, расположенной у стенок шахты печи. Дымовые газы впускаются также в обогревательные каналы печи.

Передача тепла коксуемому торфу происходит от горячих стенок шахты, но так как торф имеет плохую теплопроводность, то кирпичи торфа, лежащие у стенок, нагреваются сильнее, чем те, которые лежат посредине шахты. Поэтому нагрев коксуемой массы торфа не может быть равномерным по сечению, что приводит к неравномерности обжига торфа. Кирпичи торфа, лежащие в средней части шахты, дальше от стенок, коксуются по глубине менее полно, чем лежащие у стенок, поэтому торф получается обожженным неравномерно. Для устранения или, во всяком случае, для ослабления этого явления сечение шахты делается достаточно узким, порядка 0,4 м.

Продолжительность коксования в печи с наружным обогревом несколько больше, чем в печи с внутренним обогревом. Поэтому пропускная способность печи с наружным обогревом, отнесенная к 1 м² поперечного сечения шахты, получается ниже.

Температура нагрева коксуемого торфа в печи с наружным обогревом может быть допущена более высокой, так как здесь нет явления разъедания кокса поступающими в шахту печи газами. Высокая температура выгодна в отношении получения кокса с меньшим содержанием летучих, т. е. более высококачественного. С другой стороны, печи с наружным обогревом дают меньший выход смолы при худшем ее качестве, так как выделяющаяся при

коксовании смола находится более длительный срок в зонах с высокой температурой, легче разлагается и выгорает.

Третий из рассматриваемых способов обогрева коксовальних печей промышленного типа — обогрев непосредственным впуском горячих газов в массу коксуемого торфа или так называемый метод коксования с «внутренним» обогревом печи — является новейшей идеей в постройке торфококсовальних печей.

Чтобы избежать горения торфа, впускаемые внутрь печи горячие газы не должны содержать кислорода. Для этой цели используются или дымовые газы из специальных топок или же предварительно сильно нагретые коксовальные газы. Первый из этих способов обладает тем существенным недостатком, что горючие коксовальные газы, выделяющиеся внутри печи, смешиваются с большим количеством инертных дымовых газов, следствием чего оказывается, что выдаваемый печью газ содержит мало горючих частей, мало калорийен и не может быть использован в промышленности. Второй способ вследствие этого предпочтительнее. В этом случае выделяющиеся из торфа газы легко могут быть использованы в промышленности после того как их используют в качестве теплоносителя. Нагревание газов ведется в особых устройствах: регенераторах или же в рекуператорах за счет сжигания части того же коксовального газа. При недостатке его добавляется генераторный газ, вырабатываемый специальным газогенератором.

При внутреннем обогреве горячие газы, наполняющие шахту, приходят в соприкосновение с каждым торфяным кирпичом, поэтому передача тепла от газа к кирпичам, а следовательно, и нагрев кирпичей получается равномерный по всей площади сечения шахты, что, в свою очередь, обуславливает получение очень однородного кокса. Применение принципа внутреннего обогрева допускает выполнение шахт большего сечения, что увеличивает производительность печи.

Обогревающие газы, впускаемые в печь, содержат углекислоту и водяной пар, которые обладают способностью разъедать кокс. Разъедание кокса тем сильнее, чем выше температура. При температурах выше 700° процесс разъедания идет очень быстро, вследствие чего теряется много кокса, обращаясь в мелочь. По этой причине вести коксование при столь высоких температурах нельзя.

Расположение температурных зон по высоте коксовальной печи с внутренним обогревом аналогично таковому же для печей с наружным обогревом. Таким образом, впуск нагретых газов в печь производится через особые вертикальные щели, сделанные в стенках печи несколько ниже середины шахты по высоте, с целью получения постепенно понижающихся температур слоев торфа по мере продвижения газов вверх, где они и покидают печь. Из печи газы выходят при сравнительно низких температурах. Наибольшая температура шахты соответствует месту впуска горячего газа, нижняя часть печи вовсе не обогревается, так как она служит для охлаждения готового уже горячего кокса.

Способ обогрева отражается не только на качестве кокса, но также и на качестве и на количестве получаемой смолы. При медленном нагревании торфа смола выделяется из него в неразложившемся виде. Когда нагревание торфа происходит более быстро и, следовательно, выделение смол протекает при более высоких температурах, то в составе смол происходят резкие изменения, влекущие за собою уменьшение выхода общего количества смолы. Это явление имеет следующее объяснение. Ввиду малой теплопроводности, торфяные кирпичи бывают в наружных слоях нагреты более сильно, чем во внутренних. Поэтому, когда кирпич снаружи нагрелся и подсох, внутри он еще продолжает нагреваться и досыхать. Такое явление отставания процессов во внутренних частях кирпича имеет место во всех зонах. Из указанного следует, что внутри кирпича все процессы протекают в зонах с более высокими температурами, чем это требуется для данного процесса.

Таким образом во внутренних частях кирпича температура ниже, чем та температурная среда, в которой в данный момент кирпич находится. Следовательно, смола, выделяющаяся из внутренней части кирпича, попадает в пространство с более высокой температурой, чем температура ее выделения. Некоторые компоненты смолы начинают при этой температуре разлагаться, но подхватываются потоком обогревающих печь газов и уносятся ими в верхние слои с более низкой температурой, и их распад прекращается. Этот процесс, насыщая нагретые коксовальными газами элементами, богатыми горючими частями, повышает калорийность газов и обогащает их парами смолы. Вследствие этого количественный выход смолы для печей с внутренним обогревом больше, чем для печей с наружным, и качество ее выше.

Печи как с внутренним, так и с наружным обогревом являются устройствами непрерывного действия. Выгрузка кокса из нижней части печи производится через определенные промежутки времени небольшими порциями, по мере того как кокс становится готовым. Освободившийся объем печи заполняется свежим торфом; кроме того, в процессе коксования торф дает значительную усадку, уменьшаясь в объеме приблизительно в три раза. Поэтому свободное пространство в печи образуется не только за счет выгрузки готового кокса, но и за счет усадки коксуемого торфа, который идет в печи непрерывно все время. Это обстоятельство заставляет производить загрузку торфа не только после выгрузки кокса, но и в промежутках между выгрузками, по мере того, как в печи, в связи с усадкой, образуется свободное пространство.

Торф подается в шахту сверху, через загрузочный люк, медленно проходит вниз через шахту, подвергаясь по пути коксованию, и в виде готового кокса выгружается снизу, через особое разгрузочное устройство.

На рис. 34 представлен схематически торфококсовальный завод в Редкине. Завод оборудован двушахтной печью Пинча с внутренним обогревом. Торф со склада поступает в загрузочные воронки обеих шахт. Кокс выгружается в вагонетки снизу. Горячие газы и пары отсасываются из обеих шахт сверху и попадают в общий

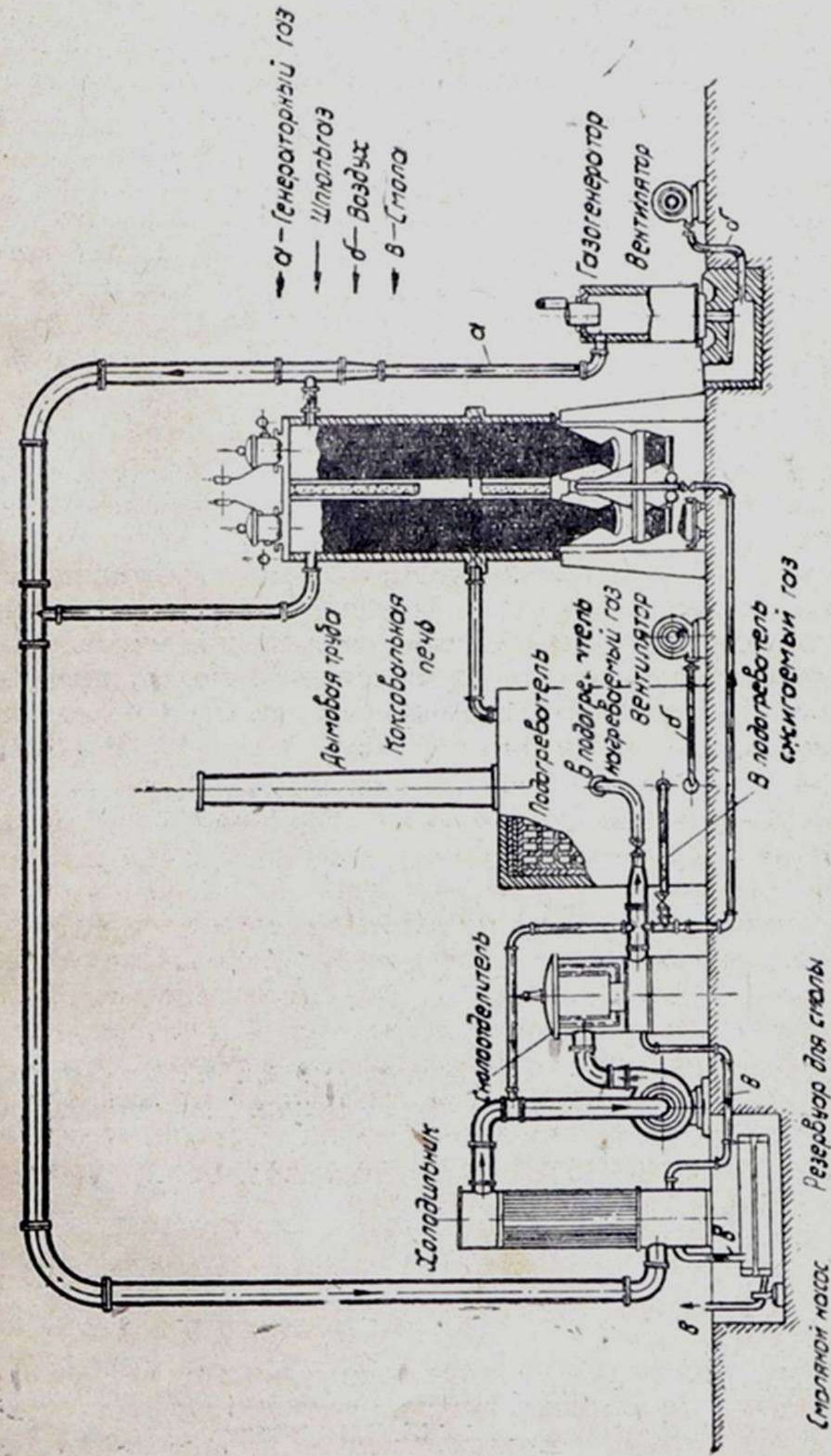


Рис. 34. Схема работы торфококсовального завода в Редкине.

вертикальный трубу-стояк, опущенный одним своим концом в яму с водой. В стояке оседают наиболее тяжелые смолы, в этот же стояк подается и добавочный генераторный газ.

Смесь газов и паров из стояка попадает в трубчатый холодильник, предназначенный для сепарации смолы и ссушения газа. Одно охлаждение газа еще не может выделить всю содержащуюся в газе смолу, поэтому охлажденный газ поступает в смолоотделитель, где происходит дополнительное отделение содержащейся в нем смолы. По выходе из смолоотделителя газ все еще не вполне лишен смолодержания, однако дальнейшей очистке не подвергается. Далее путь газа разветвляется: одна его часть отводится в шахты для охлаждения кокса, другая же подводится к рекуператору. Подведенный к рекуператору газ снова разветвляется на две части: одна из них сжигается в рекуператоре для того, чтобы нагреть другую. Сожженная в рекуператоре часть газа в виде продуктов сгорания выводится в дымовую трубу. Вторая же, нагреваясь о сильно разогретые стенки рекуператора, отводится трубопроводом к входным каналам, ведущим внутрь шахт.

Ввиду того, что для соответствующего нагрева рекуператора коксовального газа не хватает, к нему приходится добавлять газ, получаемый в газогенераторе.

Лучшим в смысле однородности обжига является кокс, полученный в печах с внутренним обогревом, однако он получается с несколько большим содержанием летучих, чем кокс из печей с наружным обогревом, где процесс коксования можно вести при более высоких температурах. Худшим коксом (как по высокому содержанию летучих, так и по однородности выжига) является кокс кострового выжига. Ниже приводятся данные, иллюстрирующие содержание летучих, получающихся при различных способах выжига торфа:

| | | |
|--|--------|---------|
| Кокс из печей с наружным обогревом | 2—6% | летучих |
| " " " внутренним " | 6—10% | " |
| " кострового выжига | 12—25% | " |

§ 3. Практическое применение торфококса в автотракторных газогенераторах и результаты опытов

Торфяной кокс является обессмоленным горючим, лишенным при коксовании летучих и смолистых веществ, вследствие чего процесс его газификации значительно упрощается, так как не приходится заботиться об очистке газа от смолистых веществ. При наличии выделения большого количества летучих, характерного для кускового торфа и торфобрикетов, рабочий газ содержит уксусную и другие кислоты, разрушительно действующие на металлические части генераторной установки. Отсутствие обильного газовыделения, характерное для торфяного кокса, выгодно отличает его в ряде торфяных горючих. Применение торфококса с значительным золосодержанием создает в эксплуатации обычные трудности

по золо- и шлакоудалению, поэтому целесообразно применять лишь малозольные сорта торфококса.

Из советских газогенераторов, наиболее пригодными для использования торфококса являются древесноугольные газогенераторные установки на автомобилях ГАЗ-43 и ЗИС-31, работающие по горизонтальному, так называемому скоростному процессу газификации. Опыты, проведенные в НАТИ в декабре 1938 г., показали полную пригодность упомянутых автомобилей для газификации торфококса.

Во время испытания применялся торфяной кокс Редкинского Торфохимкомбината следующих показателей (табл. 29).

Таблица 29

| | Относительная (отнесенная к рабочему горючему) | Абсолютная (отнесенная к сухой массе горючего) |
|---------------------|--|--|
| Влажность | 17,58% | 21,34% |
| Зольность | 4,20% | 5,10% |

Испытания проводились на крупном коксе размерами кусков 25—70 мм и на дробленом с кусками размерами 10—25 мм. Для опыта применялась газогенераторная установка Г25, лишь незначительно отличающаяся от ГАЗ-43.

Качество рабочего газа получалось вполне нормальным, обеспечивающим работу автомобиля как на длительно постоянных режимах движения по шоссе, так и на резко меняющихся, по городским улицам.

Для характеристики процесса газификации приводится элементарный состав рабочего газа в объемных процентах, полученный при скорости движения автомобиля в 20—25 км/час (табл. 30).

Таблица 30

| Состав рабочего газа в объемных процентах | | | | | | | Низшая теплотворная способность, в кал/м ³ |
|---|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|---|
| СО | Н ₂ | СН ₄ | С _m Н _n | О ₂ | С ₂ | Н ₂ | |
| 32,5 | 3,6 | 1,4 | — | 0,45 | 0,9 | 61,15 | 1199 |

Обращает на себя внимание высокое содержание СО и незначительное СО₂. Это объясняется высокой реакционной способностью торфококса. Полученное здесь соотношение СО к СО₂, равное 36, против обычно встречающихся 2—8, показывает на прекрасное протекание процесса газификации и на полную пригодность газогенераторной установки для применения торфококса.

Тяговые свойства автомобилей оценивались скоростью его движения и способностью преодолевать подъемы. Так, средняя техническая скорость за время опытов (общий пробег около 1200 км) составила по шоссе 33,8 км/час и по городу — 22 км/час. Максимальная скорость, на горизонтальном участке шоссе, с нагрузкой в 1,25 т, измеренная методом километровки, оказалась равной 50 км/час. Тот же автомобиль на древесном угле показал максимальную скорость так же в 50 км/час.

Преодоление подъема протяженностью в 400 м на 48-м километре ленинградского шоссе дало следующие результаты: На торфококсе с нагрузкой автомобиля в 1,25 т подъем был взят в течение 89,3 сек. Параллельное испытание того же автомобиля на древесном угле при аналогичных условиях дало время преодоления подъема 89 сек.

Полученные результаты можно признать совершенно равноценными для обоих видов горючего — торфококса и древесного угля — и весьма удовлетворительными для газогенератора вообще.

Расход горючего определялся методом досыпки до полного бункера. Расход торфококса колебался за время испытаний от 27,5 до 36,0 кг на 100 км пройденного пути. Средний расход составлял 32,3 кг на 100 км пути. По сравнению с древесным углем расход торфококса при влажности 21% оказался относительно меньшим. Так, для древесного угля при влажности 10—15% расхода получился для шоссе 35 кг на 100 км пути для города — 40 кг на 100 км.

Бункер газогенератора вмещает 68 кг торфококса. Дальность пробега автомобиля с полной нагрузкой в 1,25 т по шоссе при полном выжиге бункера оказалась равной 120 км. На древесном угле эта дальность в идентичных условиях составляет 60—70 км.

Розжиг холодного газогенератора после свежей загрузки торфяного кокса и очистки камеры газификации от золы и шлаков занимал от 7 до 9 минут. Запуск двигателя на газе длился 1/2—1 минуты. Среднее время запуска двигателя с момента розжига газогенератора до вполне устойчивой работы его на газе при розжиге посредством вентилятора равно 9 минутам. То же время при работе на древесном угле составляет в среднем 3 минуты 20 секунд. Запуск двигателя на газе, после стоянок длительностью 5—20 м, осуществлялся вполне удовлетворительно и требовал от одного до трех включений стартера.

Шлакообразование при работе на торфяном коксе зольностью 5,1% оказалось 0,5—0,6 кг на 100 км пути. При этом замечается тенденция некоторого роста шлакообразования при работе на крупном коксе по сравнению с мелким, при одинаковом их качестве и зольности. Однако, по сравнению с работой на древесном угле торфококс дал лучшие результаты. Древесный уголь дал величину шлакообразования в той же газогенераторной установке от 0,55 до 1,97 кг на 100 км пути или в среднем 0,9 кг на 100 км.

Очистка камеры газификации от шлака и золы необходима, в среднем, после 300 км пробега. За этот срок накопившиеся шлаки не нарушали правильного течения процесса газификации.

Дальнейшее увеличение длины пробега без чистки ведет к быстрому росту сопротивления в системе, нарушению правильного течения процесса газификации и падению мощности двигателя.

Система очистки действует вполне удовлетворительно даже при низких температурах окружающей среды (до минус 24°), матерчатые фильтры тонкого очистителя работают безотказно. Ни замятия очистительной ткани, ни забивания пылью тонкого очистителя за время испытаний (пробег в 1200 км) не наблюдалось.

§ 4. Выводы

Рассмотренные нами в главе IV качественные показатели торфококса как горючего для автотракторных газогенераторов позволяют сделать следующее заключение:

1. Промышленное производство торфококса требует сложной заводской установки.

2. Выход торфококса из кускового малозольного торфа равен в среднем 27—30% по весу.

3. Применение торфококса в качестве горючего для автотранспорта возможно лишь в древесноугольных газогенераторах типа ГАЗ-43 и ЗИС-31. В обычных же древесночурочных газогенераторах торфококс газифицироваться не может.

4. Переделка автомобилей ЗИС-21 и ГАЗ-42 соответственно типам ЗИС-31 и ГАЗ-43, т. е. из древесночурочных в угольные, вообще говоря, возможна, но организация ее сложна.

5. Качество торфококса как горючего для газогенераторов достаточно высокое, не вызывает сомнений его постыянство и возможность получения хороших результатов в случае применения его для газогенераторов.

6. Расход горючего, пусковые качества газогенератора, тяговые свойства автомобиля и условия обслуживания газогенераторного автомобиля, работающего на торфококсе, вполне удовлетворительны.

7. В древесноугольных газогенераторах применение чурок совершенно невозможно.

Глава V

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

1. Исходя из вышеизложенного обзора технических качеств торфа как горючего, мы должны прийти к заключению, что технически осуществимо и возможно использование в газогенераторах, специально приспособленных для торфа двух разновидностей торфяного горючего, а именно: кускового торфа и торфобрикетов. Торфококс может быть использован только в древесно-угольных газогенераторах.

2. Применение торфобрикетов связано с организацией их производства, что в сколько-нибудь заметных количествах может быть осуществлено лишь на специальном заводе.

3. Торфококс может быть с успехом применен в древесно-угольных газогенераторах типа ЗИС-31 и ГАЗ-43.

Производство торфококса сопряжено с организацией предприятия заводского масштаба, что громоздко и потребует немало времени. Производство должно быть территориально близко расположено к месту добычи торфа, чтобы не загружать транспорт перевозкой кускового торфа на торфококсовый завод.

Для перевода части автотранспорта Ленинграда на угольное горючее необходимо организовать получение торфококса в достаточных количествах и форсировать производство угольных газогенераторов.

4. Кусковый торф является единственным пока видом горючего, которое не требует сложных предварительных мероприятий и может быть применено в качестве горючего для автотракторных газогенераторов. Наиболее целесообразно перевести на торфогорючее в первую очередь именно те машины, которые будут перевозить торф как топливо для Ленинграда.

5. Ввиду того, что бесперебойное получение торфа определенных кондиций связано с большими затруднениями, так как на одной и той же делянке может быть получен торф различного качества, необходимо газогенераторы тех автомашин, которые будут предназначены для работы на торфе, снабдить качающимися колосниковыми решетками, влагоуловителями, соответствующим образом переделать их камеры газификации и т. д., что без затруднений позволит работать на торфе ленинградских пригородных торфоразработок (влажность до 30%, зольность до 12% и температура плавления золы произвольная, в пределах не ниже 1000°).

6. Так как имеющийся к настоящему времени материал не дает прямого ответа, какой из типов специально торфяных газогенераторов наиболее успешно работает на рядовых сортах торфа, то необходимо теперь же организовать экспериментирование по выработке работоспособной конструкции газогенератора, приспособленного для надежной и устойчивой газификации рядовых сортов кускового торфа ленинградских торфоразработок. Вопрос с применением торфобрикетов разрешается, по видимому, гораздо проще, но он в значительной степени будет зависеть от наличия достаточного количества торфобрикетов и их качества.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Герасимов. Торф, его происхождение, залегание и распространение 1932 г., М.—Л.
2. Варлыгин. Определение степени разложения торфа применительно к практическим целям. Журн. „Торфяное дело“, 1924 г.
3. Словарь-справочник по торфяному делу.
4. Инж. Канторов и Букшпун. Сжигание и газификация многозольных торфов. Харьков—Киев, 1935 г.
5. Инж. Н. Фокин. Торф как автомобильное топливо. Журн. „Автомобиль“, 1942 г., № 5—6, стр. 7—8.
6. Инж. В. Колосов и инж. С. Коссов. Приспособление древесночурочных газогенераторных установок для работы на торфе. Журн. „Автомобиль“, 1942 г., № 1—2, стр. 18—20.
7. Инж. А. Балобанов и инж. А. Соколов. Торф как топливо для транспортных газогенераторов. Журн. „Автомобиль“, 1941 г., № 3, стр. 7—8.
8. Доц. М. Канторов. Описание опытных транспортных газогенераторных установок, работающих на торфе. Журн. „Мотор“, 1939 г. № 9, стр. 29—33.
9. Инж. А. Соколов и инж. А. Балобанов. Торфяные газогенераторные тракторы. Журн. „За торфяную индустрию“, 1940 г., № 4—5.
10. Инж. Н. Кадач. Газогенераторная автомашина ГАЗ-42 на торфяном топливе. Журн. „Торфяная Промышленность“, 1941 г., № 3.
11. Инж. А. Соколов и инж. А. Балобанов. Газогенераторные установки для газификации малозольного торфа. Журн. „Автотракторное дело“, 1939 г., № 10—11, стр. 21—27.
12. Доц. Канторов, Джуваго, Витальева. Газогенераторная установка тракторного типа на воздушно-сухом торфе, изд. Укринсторфа, Киев, 1938 г. „Итоги работ Укринсторфа“, № 5, март.
13. Инж. Соколов и инж. Балобанов. Торфяные газогенераторные тракторы. Журн. „За торфяную индустрию“, 1940 г., № 4—5.
14. Инж. А. Соколов. К вопросу газификации торфа на транспортных установках. Журн. „За торфяную индустрию“, 1939 г. № 10—11, стр. 35—38.
15. Инж. М. Артамонов и инж. В. Смирнов. Газогенераторная установка Инсторф-НАТИ. Журн. „За торфяную индустрию“, 1939 г., № 8, стр. 24—27.
16. Инж. Н. С. Концевой. Машинно-тракторные торфяные газогенераторные установки ВИМТ. Журн. „За торфяную индустрию“, 1939 г., № 6, стр. 23—28.
17. Инж. А. Антонов. Торфяной газогенератор ВИМТ ТГ-1. Журн. „За торфяную индустрию“, 1939 г., № 1, стр. 19—21.
18. Инж. М. М. Долидович. Торф как топливо для автотракторного двигателя. Журн. „Мотор“, 1939 г., № 4, стр. 37—39.
19. Инж. Кадач и инж. Глускин. Газогенераторный трактор ХТЗ на торфяном топливе. Журн. „За торфяную индустрию“, 1939 г., № 4—5.
20. Проф. П. Н. Беляничков. Торфяной газогенератор для трактора СТЗ-3. Журн. „Золотая промышленность“, 1939 г., № 2.
21. Инж. Г. В. Рыбников и инж. Н. И. Тимофеев. Испытание газогенераторных тракторов. Журн. „Механизация и электрификация соц. с/х“, 1939 г., № 2—3.

22. Доц. М. Р. Канторов и инж. Б. П. Джувало. Работы Украинсторфа по газификации торфа. Журн. „За торфяную индустрию“, 1938 г., № 1.
23. Инж. И. И. Долидович. Испытание торфяной газогенераторной установки. Журн. „Механизация и электрификация соц. с/х“, 1939 г., № 10—11.
24. Инж. Н. И. Тимофеев. Тяговые свойства газогенераторного трактора ХТЗ-НАТИ Т2Г. Журн. „Механизация и электрификация соц. с/х“, 1939 г., № 10—11.
25. Переоборудование колесных тракторов С-ХТЗ в газогенераторные и их использование. Сельхозгиз, 1943 г. Научно-исследовательский и экспериментальный автотракторный институт НАТИ.
26. Неопубликованный отчет НАТИ „О работах по газификации торфа на тракторных газогенераторных установках“, Москва, декабрь, 1938 г.
27. Инж. Н. С. Концевой. Исследование работы торфяного газогенератора для тракторных двигателей (диссертация). Ленинград, 1940 г.
28. Инж. П. Нерослов. Основные технические требования к автотракторным газогенераторам для торфопредприятий. Журн. „Автотракторное дело“, 1938 г., № 8—9, стр. 41—43.
29. Инж. А. С. Крендель. Торфобрикеты как топливо для автотракторных машин. Журн. „Автотракторное дело“, 1939 г., № 8, стр. 12—17.
30. Инж. С. Вальчак. Применение торфобрикетов. Журн. „Автомобиль“, 1943 г., № 4—5.
31. Инж. Ремизов. Брикетирование торфа, 1932 г., НКТП Г. П. Т. Горное изд.
32. Инж. Лестников. Первый торфобрикетный завод. Журн. „За торфяную индустрию“, 1938 г., № 1, стр. 21.
33. Инж. Ривкина. О термически устойчивых и водостойких торфобрикетах. Журн. „За торфяную индустрию“, 1939 г., № 4—5.
34. Инж. Н. В. Земцов. Исследование процесса брикетирования торфа, ч. 1. Труды Инсторфа, вып. 5, М., 1931 г.
35. Инж. А. С. Крендель. Торфяной кокс как топливо для газогенераторных автомобилей и тракторов. Журн. „За торфяную индустрию“, 1939 г., № 6, стр. 20—23.
36. Инж. Титович. Торфяной кокс как горючее для двигателей внутреннего сгорания. Журн. „Торфяное дело“, 1935 г., № 2, стр. 22—23 г.
37. „Горючее для автомобильных генераторов в особенности торфяной кокс“. Журн. „За торфяную индустрию“, 1937 г., № 2 (перевод из журн. „Die Technik in der Landwirtschaft, 1936 г., № 11).
38. Н. Богданов. Коксование торфа, Г. Т. Т. И, 1931 г.
39. Инж. Б. Б. Левитан и инж. Я. М. Родштейн. Газогенераторная установка на соломенных брикетах. Журн. „Автотракторное дело“, 1939 г., № 7, стр. 14—17.
40. Инж. Б. Б. Левитан и инж. Я. М. Родштейн. Опытный соломобрикетный газогенераторный трактор ХТЗ. Журн. „Автотракторное дело“, 1939 г., № 10—11, стр. 12—15.
41. Инж. Б. Пагануцци. Расчет газогенераторной установки „НАТИ-Ш-ПЕЭМ“ для трактора „Интернационал 22—36“. Журн. „Автотракторное дело“, 1932 г., № 2, стр. 42—50.
42. Инж. С. Г. Коссов. Автотракторные газогенераторные установки, Машигиз, 1941 г., № 1.
43. Доц. Н. П. Павловский и асс. С. Ф. Орлов. „Автомобильно-тракторные установки“, Гослестехиздат, 1939 г., Москва.
44. Инж. И. Р. Карачан. Твердое топливо для тракторных газогенераторов. Журн. „Мотор“, 1936 г., № 4, стр. 25.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | Стр. |
|--|------|
| Предисловие | 3 |
| Глава I. Основные физико-технические характеристики торфа | |
| § 1. Образование торфа в природных залежах | 6 |
| § 2. Технические показатели торфа как горючего | 9 |
| § 3. Различные способы добычи торфа и их влияние на его свойства | 12 |
| § 4. Дополнительные характеристики кускового торфа | 14 |
| Глава II. Применение кускового торфа в качестве горючего для автотракторных газогенераторов | |
| § 1. Специфические особенности газификации кускового торфа в автотракторных газогенераторах | 15 |
| § 2. Условия применения стандартных древесночурочных газогенераторов для газификации торфа и примеры из практики | 17 |
| § 3. Практические приемы удаления золы и шлака из камеры газификации газогенератора | 21 |
| § 4. Обессмоливание рабочего торфяного газа в газогенераторах | 53 |
| § 5. Подсушка торфа в бункере и удаление паров испаренной влаги | 57 |
| § 6. Борьба с зависанием торфа в бункере и камере газификации | 67 |
| § 7. Система очистки газа для торфяных газогенераторов | 68 |
| § 8. Выводы | 71 |
| Глава III. Применение торфобрикетов в качестве горючего для автотракторных газогенераторов | |
| § 1. Технологический процесс брикетирования торфа | 72 |
| § 2. Сопоставление основных свойств торфобрикетов и кускового торфа | 78 |
| § 3. Специфика работы автотракторных газогенераторов на торфобрикетах | 81 |
| § 4. Результаты испытания работы газогенераторов на торфобрикетах | 85 |
| § 5. Выводы | 89 |
| Глава IV. Применение торфококса в качестве горючего для автотракторных газогенераторов | |
| § 1. Технические качества торфококса как горючего | 90 |
| § 2. Технологический процесс коксования торфа | 95 |
| § 3. Практическое применение торфококса в автотракторных газогенераторах и результаты опытов | 100 |
| § 4. Выводы | 103 |
| Глава V. Общие выводы и заключения | |
| Библиография | 105 |



20/21-532.
Л. 3.

Редакторы: *К. А. Максимов* и *М. А. Аптекман*
корректор *Е. Х. Исаева* тех. ред. *Р. Г. Польская*

Сдано в набор 30/6 1944 подписано к печати 12/1 1945 Бумага 60x92¹/₁₆ уч.-авт. 7,38
меч. л. 6³/₄ знаков в печ. л. 43.742 Индекс № 106 заказ № 3046 тираж 3000 М-00282

Тип. № 2 Управления издательств и полиграфии Ленгорисполкома