

Инж. Л. В. ГИРЧЕНКО и И. С. ХАНДУРИН

9 231
673

ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

*Выбор газогенераторной установки малой мощности
и переоборудование на газ некоторых систем
двигателей внутреннего сгорания*

ВСЕСОЮЗНОЕ КООПЕРАТИВНОЕ ОБЪЕДИНЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА — 1947

Государственная
ордена Ленина
БИБЛИОТЕКА СССР
им. В. И. ЛЕНИНА

47-47800

ОТ АВТОРОВ

За последнее время в СССР значительное внимание уделялось вопросу переоборудования двигателей внутреннего сгорания на газ, получаемый из твердого топлива в газогенераторных установках.

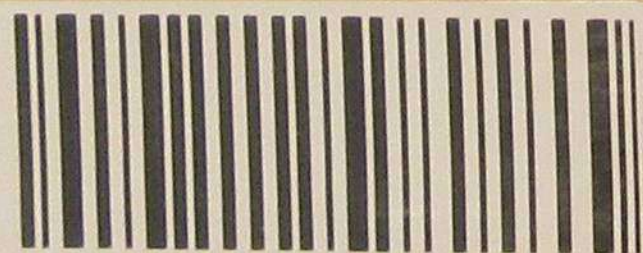
Работы по монтажу газогенераторных установок и переоборудованию двигателей на газ проводились на местах собственными силами, большей частью механиками-практиками, не имеющими никакого опыта по газогенераторным установкам. Поэтому первые опыты по переводу двигателей на газ иногда давали плохие результаты.

Освоение газогенераторных установок в высокой степени зависит от наличия на местах достаточно опытных и знающих работников, умеющих правильно организовать это нужное дело и выполнить его технически.

Настоящая книга в основном рассчитана на оказание технической помощи механикам-практикам в выявлении необходимых условий для строительства газогенераторной установки малой мощности, выборе ее типа и монтаже.

Глава VI „Расчеты газогенераторных установок“ — доступна более подготовленному работнику. Возможно, она окажется даже полезной для инженерно-технического персонала при проектировании газогенераторных установок.

Все замечания и пожелания по настоящей книге просьба направлять по адресу Издательства (Москва, Мал. Комсомольский пер., 3, КОИЗ).



2000011604

Глава I

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

1. Общие положения

Для осуществления перевода двигателя внутреннего сгорания с жидкого топлива на газ, образуемый из твердого топлива, необходимо, во-первых, построить газогенераторную установку, во-вторых, внести некоторые изменения в конструкцию самого двигателя. Эти изменения, в зависимости от системы двигателя, заданного предела уменьшения его мощности (против номинальной), могут сводиться, минимально, к установке смесителя; в других же случаях, помимо установки смесителя, следует прибегать к сокращению или увеличению объема камеры сжатия, устройству предохранительного клапана, монтажу аппаратуры для электрического зажигания, переделке регулятора числа оборотов, монтажу вентиляторов для наддува, а также — осуществлять мероприятия для поддержания высокой температуры калоризатора (древесно-угольная горелка, термосвеча и др.).

Газогенераторная установка состоит из следующих основных частей: газогенератора, вырабатывающего газ из твердого топлива, аппаратуры для очистки газа — скрубера (мокрого очистителя), сухого очистителя, газового горшка (ресивера) и ручного вентилятора (рис. 1).

Газ, полученный в газогенераторе, поступает по газопроводу в скрубер, где, соприкасаясь с водой, охлаждается и очищается от механических примесей; затем в сухом очистителе он освобождается от влаги и направляется к газовому горшку, который выравнивает пульсацию потока газа. Далее газ подводится к смесителю, в котором смешивается с воздухом. Газо-воздушная смесь засасывается в цилиндр двигателя и воспламеняется в нем.

Весь путь от генератора до двигателя газ проходит вследствие всасывающего действия самого двигателя без каких-либо вентиляционных устройств. В момент запуска газогенераторной установки для подачи готового газа от генератора к двигателю приходится использовать ручной вентилятор.

В некоторых схемах газогенераторных установок ручной вентилятор не устанавливают, осуществляя запуск двигателя

сначала на жидком топливе, а затем постепенно переключая на чистый газ. Эти же схемы допускают возможность работы двигателя на газе с добавлением (присадкой) жидкого топлива.

При малой длине газопровода, не превышающей нескольких метров, и большом объеме сухого очистителя нередко отказываются от устройства газового горшка.

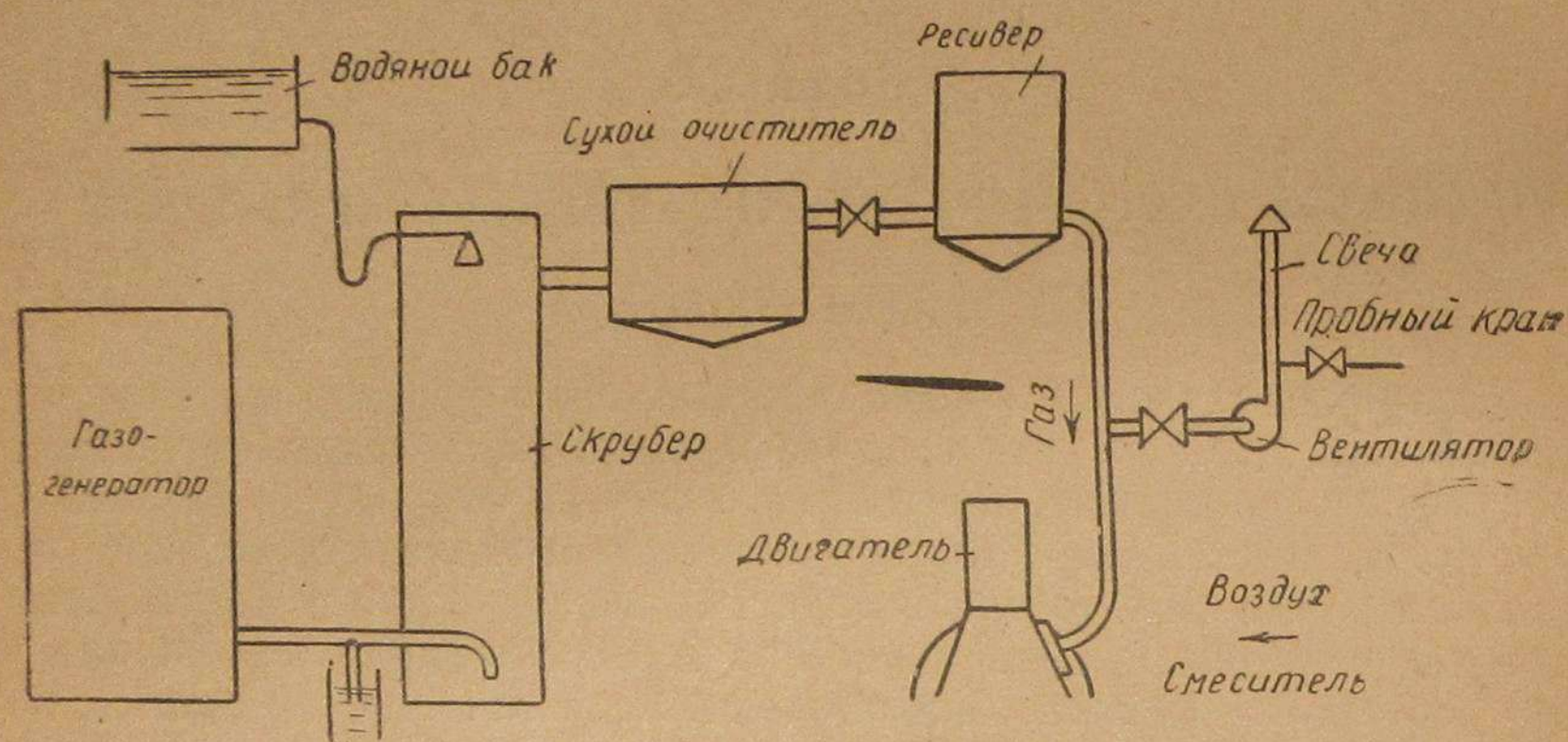


Рис. 1. Принципиальная схема газогенераторной установки

В целях экономии площади помещения и сокращения расхода стройматериалов иногда совмещают сухой и мокрый очиститель в общем кожухе.

В отличие от „водяного“ газа, получаемого путем пропускания пара через раскаленный толстый слой топлива, газ, используемый для работы двигателей, образуется в результате пропускания воздуха и носит название „силового“ или „генераторного“. Он ядовит, имеет сильный запах, сходный с чесночным, и горит голубым пламенем.

2. Газогенератор

Газогенератор представляет собой специальную печь для выработки силового газа, в виде шахты, загружаемую толстым слоем топлива.

Процесс образования силового газа из твердого топлива называется газификацией.

Та часть газогенератора, куда через отверстия (фурмы) или центральную трубу поступает воздух, именуется зоной горения (рис. 2).

Как уже указывалось выше, воздух засасывается через фурмы под действием разрежения, создаваемого в газогенераторе всасывающим действием двигателя, а вначале работы (перед запуском двигателя) — вентилятором.

В зоне горения происходит полное горение топлива; образуются негорючие дымовые газы, состоящие из углекислоты, водяных паров и азота.

Эти дымовые газы пропускаются через толстый слой раскаленного угля, так называемую зону восстановления. При этом негорючий углекислый газ частично восстанавливается в горючий — окись углерода, а входящий в состав топлива водород частично соединяется с кислородом топлива, образуя пары воды, а частично выделяется в чистом виде.

Под влиянием высокой температуры в зоне восстановления часть водяных паров соединяется с углеродом, образуя окись углерода и водород. Эта окись углерода (вместе с ранее образованной в результате восстановления углекислотой) переходит в состав силового газа. Водород же, полученный в процессе разложения воды, а также свободный водород топлива частично переходит в состав силового газа; остальной водород вступает в химическое соединение с углеродом топлива, образуя метан и другие углеводороды.

Содержащийся в топливе азот и весь азот от поступившего воздуха не участвуют в процессе газификации и переходят прямо в состав силового газа. Избыток воздуха также переходит в состав силового газа.

Часть воды, не разложившейся при газификации, уходит из генератора в виде водяных паров.

Таким образом, силовой газ состоит из двух частей: горючей (окись углерода, водород, метан) и негорючей или балласта (углекислый газ, азот, кислород и водяной пар).

Помимо зон горения и восстановления в газогенераторе имеются еще три зоны: 1) зона подсушки, в которой из свежих порций заброшенного в газогенератор топлива выделяется большая часть содержащейся в нем влаги, 2) зона сухой перегонки, в которой из предварительно подсушенного топлива под действием высокой температуры соседних зон (горения или восстановления) происходит выделение летучих продуктов и смол, 3) зона шлака и золы, заполненная негорючими тлеющими остатками топлива.

Зона подсушки всегда располагается в самой верхней части газогенератора (рис. 2, 3 и 4); ниже ее находится зона сухой перегонки. Зона шлака и золы всегда расположена в самой нижней части газогенератора.

Расположение зон горения и восстановления зависит от направления процесса газификации.

Если воздух для горения топлива подводится снизу газогенератора, а газ отбирается в верхней части его, т. е. если тяга направлена вверх, процесс газификации называется прямым. В газогенераторах прямого процесса зона горения располагается непосредственно над зоной золы и шлака, зона восстановления — над зоной горения.

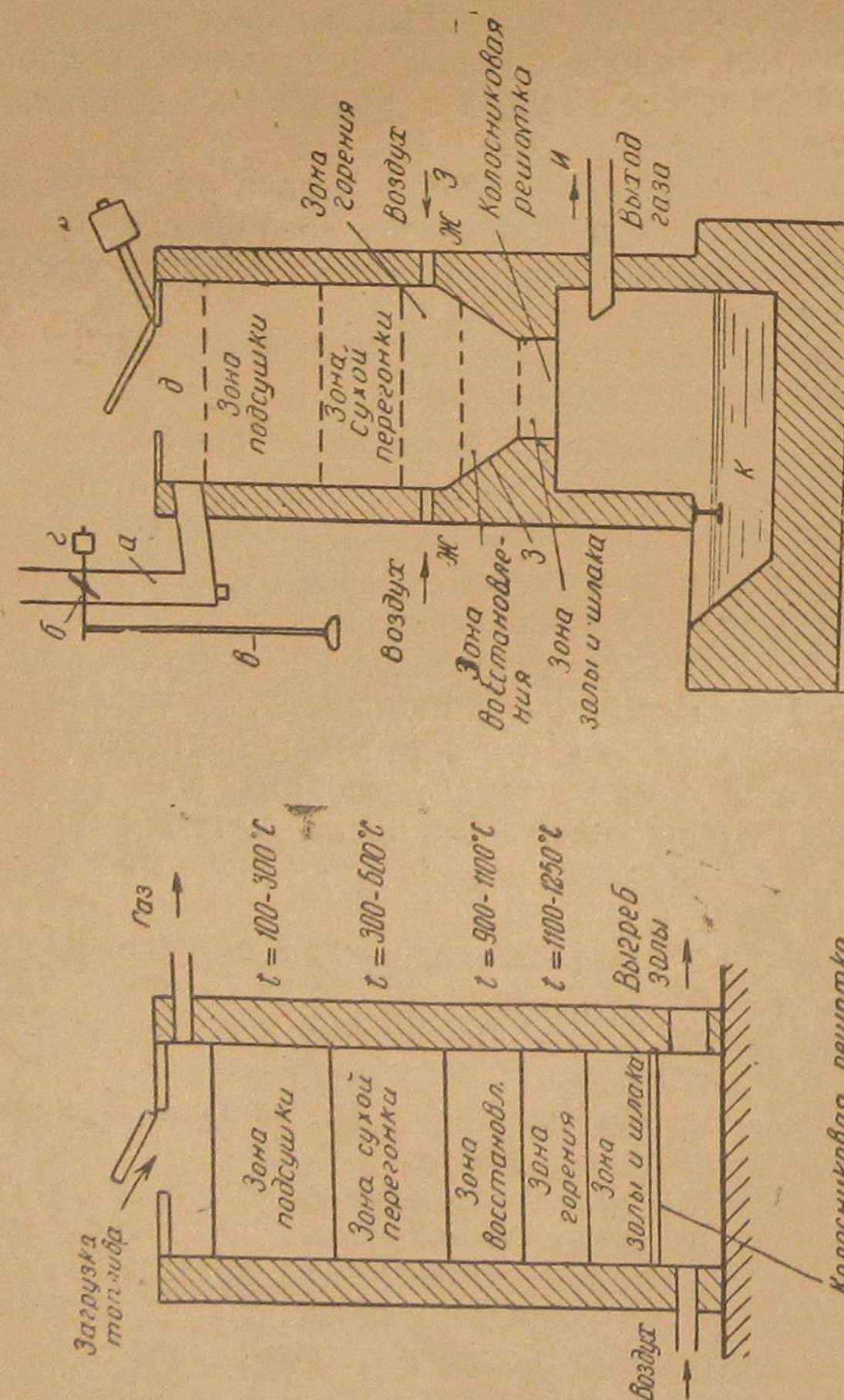


Рис. 2. Газогенератор прямого процесса

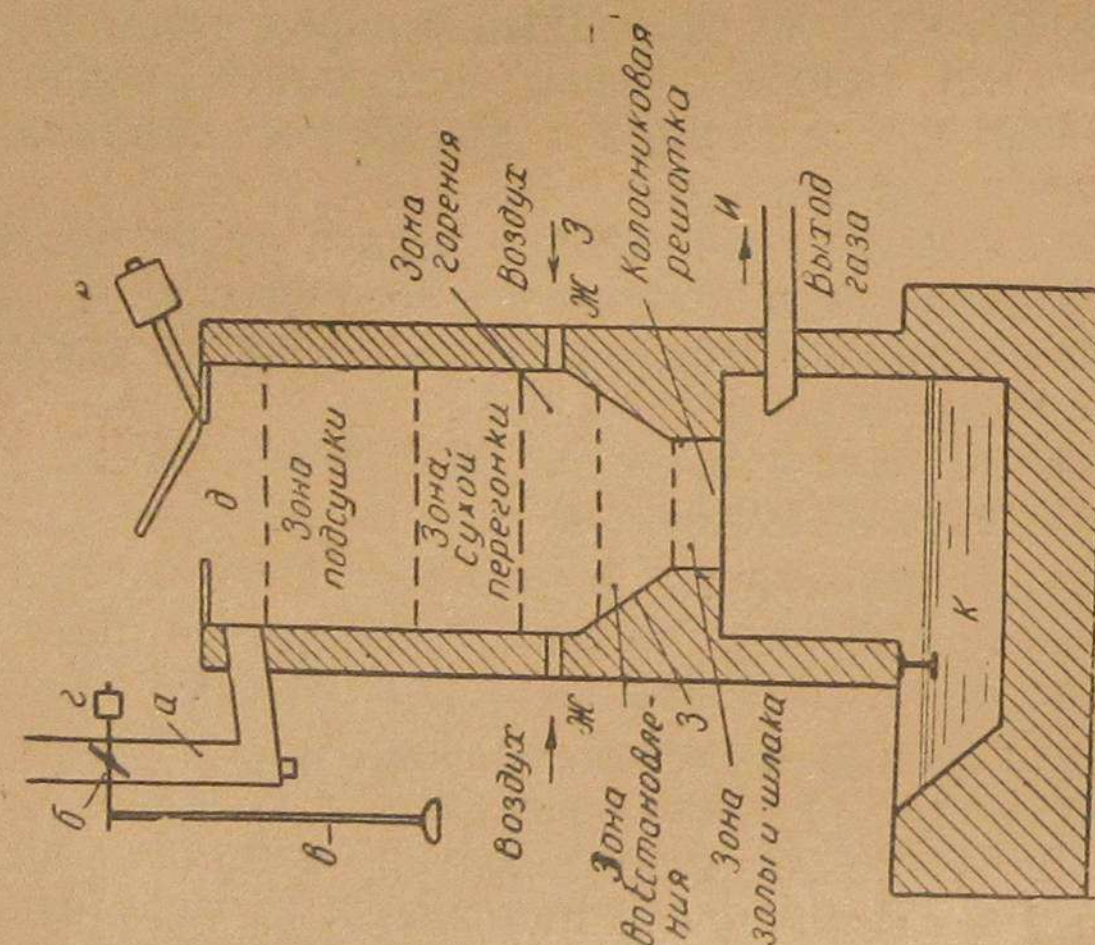


Рис. 3. Газогенератор обратного процесса

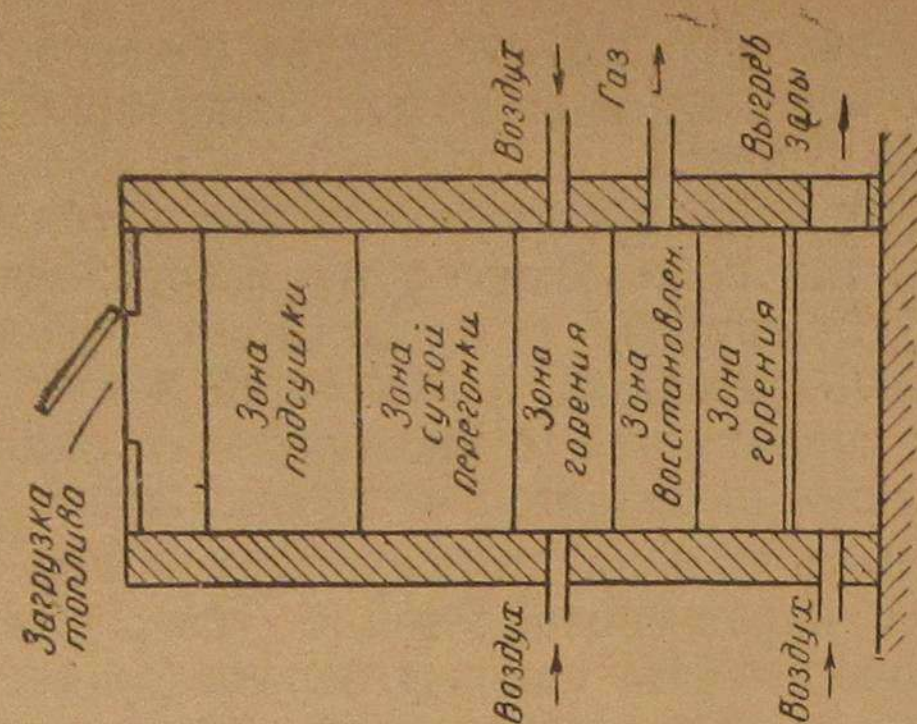


Рис. 4. Газогенератор с двумя зонами горения

В газогенераторах прямого процесса (см. рис. 2) летучие продукты сухой перегонки, в том числе и смола, проходят лишь зону подсушки, имеющую относительно низкую температуру ($100-300^{\circ}\text{C}$). Они уносятся вместе с газом, оседают на стенках газопроводов, забивают цилиндр, поршни и клапаны двигателя и вызывают его остановку.

Обычная очистительная аппаратура, о которой упоминалось выше (скрубберы и сухие очистители), недостаточна для очистки от содержащихся в газе паров смол.

Поэтому газогенераторы прямого процесса применяются для выработки силового газа сравнительно редко, и то только из топлива, почти не содержащего летучих, как например, антрацита и кокса.

Если воздух подводится в средней части газогенератора, а газ отбирается в нижней части из-под колосниковой решетки или зоны шлака и золы (в конструкциях газогенераторов без колосниковых решеток), т. е. тяга направлена вниз, процесс газификации называется обращенным (опрокинутым).

В газогенераторах обратного процесса (см. рис. 3) зона восстановления располагается ниже зоны горения, непосредственно над зоной золы и шлаков.

В газогенераторах обратного процесса продукты сухой перегонки под действием тяги опускаются из зоны сухой перегонки вниз в зону горения, имеющую при нормальном режиме работы температуру $1100-1250^{\circ}\text{C}$, в которой большая часть их сгорает. Остальная часть, проникая в зону восстановления, имеющую (при нормальном режиме работы) температуру $900-1100^{\circ}\text{C}$, химически взаимодействует с раскаленным углем, в результате чего образуются горючие газы, главным образом, окись углерода, водород и небольшое количество углеводородов.

Таким образом хорошо сконструированный газогенератор обратного процесса при правильной его эксплуатации дает силовой газ, пригодный к использованию в двигателе, свободный от примеси смол и других продуктов сухой перегонки.

При неправильной эксплуатации газогенератора обратного процесса, например, при заброске в него чрезмерно влажного топлива, дающего много водяного пара при подсушке, температура в зоне восстановления сильно понижается. Процессы восстановления углекислоты в окись углерода, разложение водяных паров и смол протекают слабо и не заканчиваются.

В этом случае выходящий газ будет содержать большое количество негорючих частей: углекислоты, водяного пара, а также пары смол и других продуктов сухой перегонки.

Такой газ имеет низкую теплотворную способность и загрязняет отложениями смолы как трубопроводы, так и сам двигатель.

Вышеизложенное наблюдалось авторами при испытании переоборудованного на газ двигателя «Возрождение» 12 л. с. в Ивановской больнице Ногинского района Московской обл.

Там имел место преждевременный запуск двигателя при мало разогретом газогенераторе, т. е. при низкой температуре в зоне восстановления. По прошествии 10 минут работы двигатель остановился, и не было никакой возможности повернуть его за маховик вручную даже с применением рычага (ваги). С громадным трудом двигатель был разобран, причем обнаружилось чрезмерное загрязнение цилиндра, поршня и других частей двигателя, соприкасавшихся с газом, отложениями смолы.

Кроме газогенераторов прямого и обращенного процесса, иногда для газификации сильно смолистых (битуминозных) топлив применяются двухзонные газогенераторы, т. е. с двумя зонами горения (см. рис. 4); одна из них располагается непосредственно на колосниковой решетке, а другая выше зоны восстановления. Эти газогенераторы очень ненадежны в эксплуатации, а потому не могут быть рекомендованы для газогенераторных установок малой мощности.

При дальнейшем изложении будут иметься в виду только газогенераторы обращенного процесса.

Почти все конструкции газогенераторов снабжаются растопочной трубой „а“ (см. рис. 3), предназначенной для удаления дымовых газов при разжигании газогенератора и удаления влаги при работе его на сыром топливе. Для регулирования силы тяги в растопочной трубе устанавливается дроссельная заслонка „б“ с тягой „в“ и противовесом „г“.

Топливо забрасывается через загрузочный люк „д“, закрываемый крышкой с противовесом „е“.

Воздух при сжигании подсушенного топлива подводится через фурменные отверстия „ж“, расположенные в один или несколько рядов и образующие фурменный пояс. При работе на очень сыром топливе воздух подводится через растопочную трубу „а“.

Ниже фурменного пояса шахты газогенератора начинается плавное сужение „з“ с минимальным размером сечения перед газоотводящей трубой „и“.

Этим обеспечивается уплотнение слоя топлива, более энергичное протекание процесса газификации, а также предотвращаются проскоки свободного кислорода воздуха в газ и тем самым уменьшается возможность взрыва газа по пути его следования.

Во многих конструкциях под газогенераторами предусматривается устройство гидравлического затвора „к“, заполняемого водой, поддерживаемой на постоянном уровне. Назначение гидравлического затвора — предохранить газогенератор от повреждения в случае взрыва внутри его. При этом вода из гидравлического затвора выбрасывается и газ получает свободный выход наружу.

При отсутствии гидравлического затвора под газогенератором возникает необходимость устройства его между газогенератором и скруббером (рис. 5).

Принцип его действия сходен с вышеописанным: при взрыве газ под большим давлением пробивает водяную подушку затвора и, разбрызгивая воду, выходит наружу.

Для газогенераторов, работающих на многозольных топливах, например, торфе, необходимость устройства под ними гидравлического затвора вызывается следующим обстоятельством: ввиду быстрого накопления золы требуется частое ее удаление, что при наличии гидравлического затвора можно производить, не приостанавливая работы газогенератора.

С увеличением живого (внутреннего) сечения газогенератора возрастает производительность его почти прямо пропорционально площади живого сечения. С увеличением высоты шахты газогенератора увеличивается время нахождения топлива в зоне подсушки; появляется возможность сжигания топлива, имеющего большую влажность.

Определение габаритных размеров газогенераторов, а также других частей газогенераторной установки, дается в гл. VI.

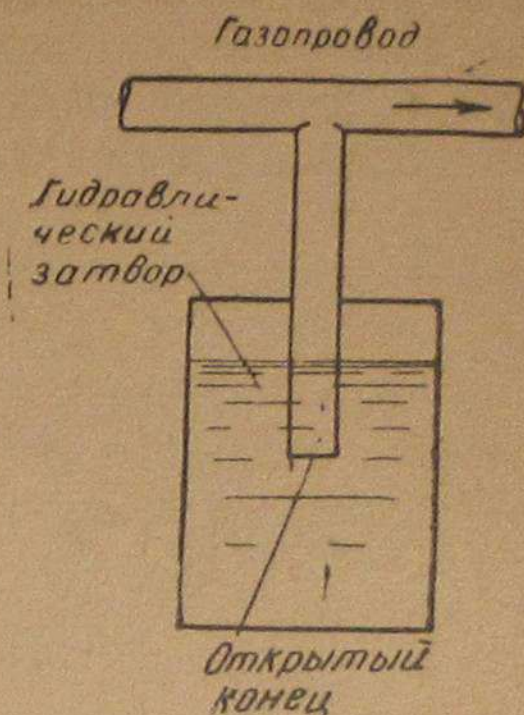


Рис. 5. Гидравлический затвор

3. Скрубер

Скрубер предназначен для охлаждения газа, выходящего из газогенератора, и очистки его от уноса (пыли, сажи) путем соприкосновения его с потоками мелко распыленной воды. При этом температура газа понижается с 500 — 650° С до 30 — 40° С.

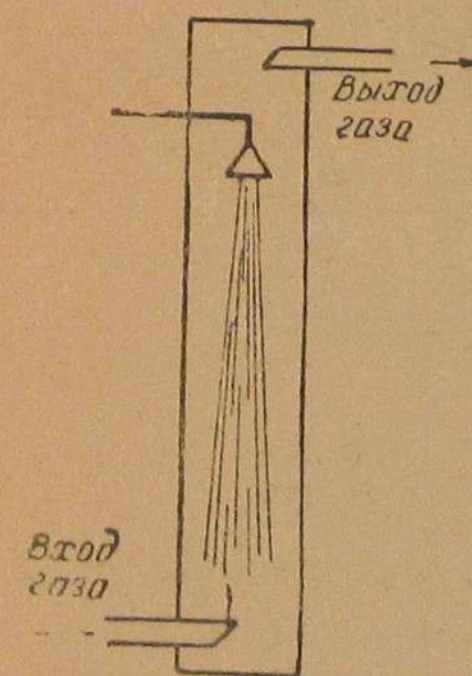


Рис. 6. Скрубер оросительного типа без насадки

В соответствии со способом распыливания воды скрубберы подразделяются на оросительные и каскадные.

Первые в свою очередь подразделяются на оросительные без насадки, в которых струи воды непосредственно встречаются с потоками газа (рис. 6), и на оросительные с насадкой (заполнением внутреннего пространства скруббера) из кокса, камня, древесных чурок, деревянных реек, колец Рашига и др., в которых струи воды, растекаясь по поверхности насадки и образуя на ней водяную пленку, соприкасаются с потоками газа (рис. 7).

Оросители, т. е. устройства для разбрызгивания воды, применяются разнообразных конструкций. Чаще всего встречаются дождевики (рис. 8), напоминающие по своей конструкции лейки для полива цветов, перфорированные трубки (рис. 9), т. е. прямые или изогнутые трубки

с мелкими отверстиями, и каскадные оросители (рис. 10), которые свободны от недостатка двух предыдущих конструкций, выражающегося в засорении отверстий.

В каскадных скруберах распыливание воды и воздействие ее на встречный поток газа происходит вследствие перетекания воды каскадами по поверхностям внутренних устройств.

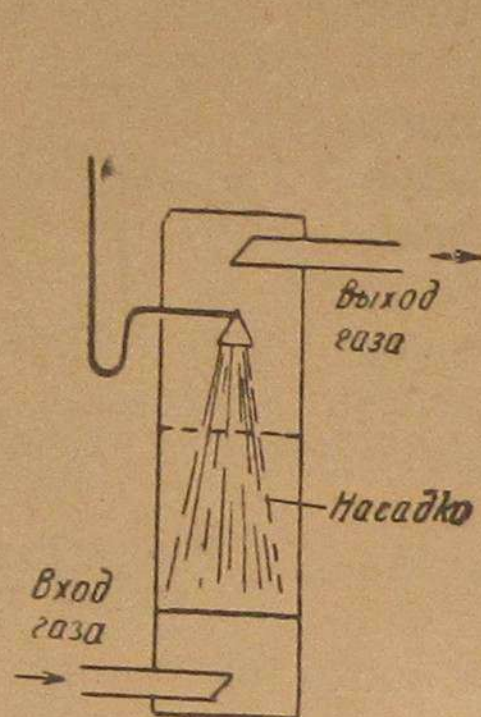


Рис. 7. Скрубер оросительного типа с насадкой

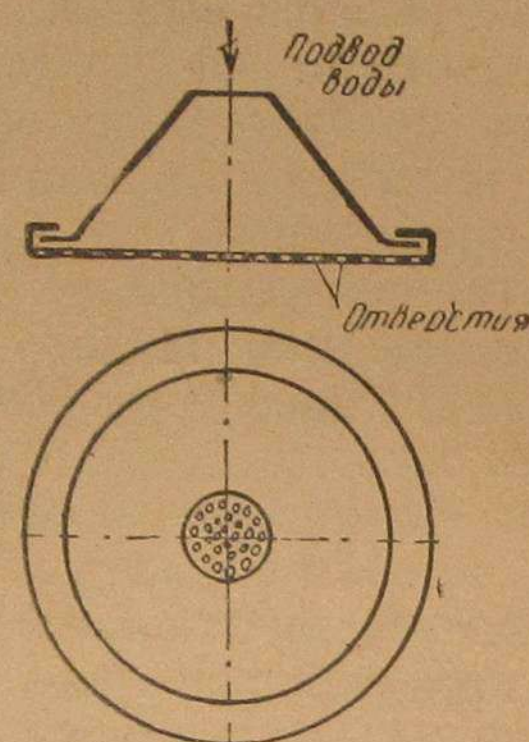


Рис. 8. Ороситель-дождевик

Например, в скрубере типа Лимна (рис. 11), вода, поступающая в верхнюю часть скрубера, переливается через ряд конических тарелок, смонтированных поочередно то на центральном

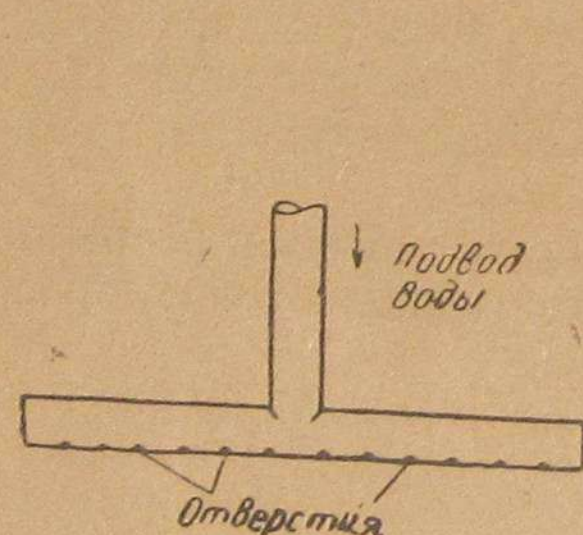


Рис. 9. Ороситель из перфорированных труб

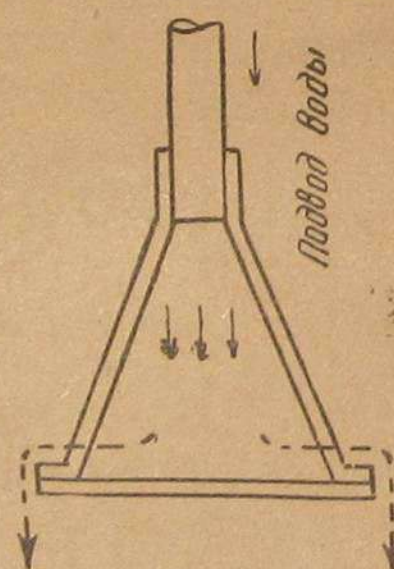


Рис. 10. Каскадный ороситель

стержне, то на внутренних стенах металлического корпуса. Газ, проходящий через скрубер снизу вверх, меняет свое направление и встречается с тонкими струями воды, стекающей с концов тарелок.

Как правило, корпуса скруберов выполняются сварными из листового железа.

Гидравлические затворы под скруберами почти не применяются, а заменяются гидравлическим затвором на газопроводе, соединяющем газогенератор со скруберами, или устройством пре-

дохранительного приспособления на корпусе скрубера, например, резинового предохранительного клапана (рис. 12).

Для предохранения насадки из деревянных чурок от возгорания нижний ее слой высотой около 0,5 м заменяется насадкой из камня или кокса.

При общей высоте коксовой насадки более 1,5 м она выполняется в несколько слоев с высотой каждого слоя, опирающегося на свою решетку, не более 1,5 м. Это требование соблюдается для предотвращения измельчения кокса под тяжестью вышележащих слоев. Для загрузки насадки установки решеток предусматриваются или люки или съемная крышка.

Наибольший охлаждающий эффект имеют каскадные скруберы, вследствие чего габариты скруберов этого типа получаются небольшими.

Габариты оросительных скруберов в большой степени зависят от рода применяемой в них насадки. При заполнении их

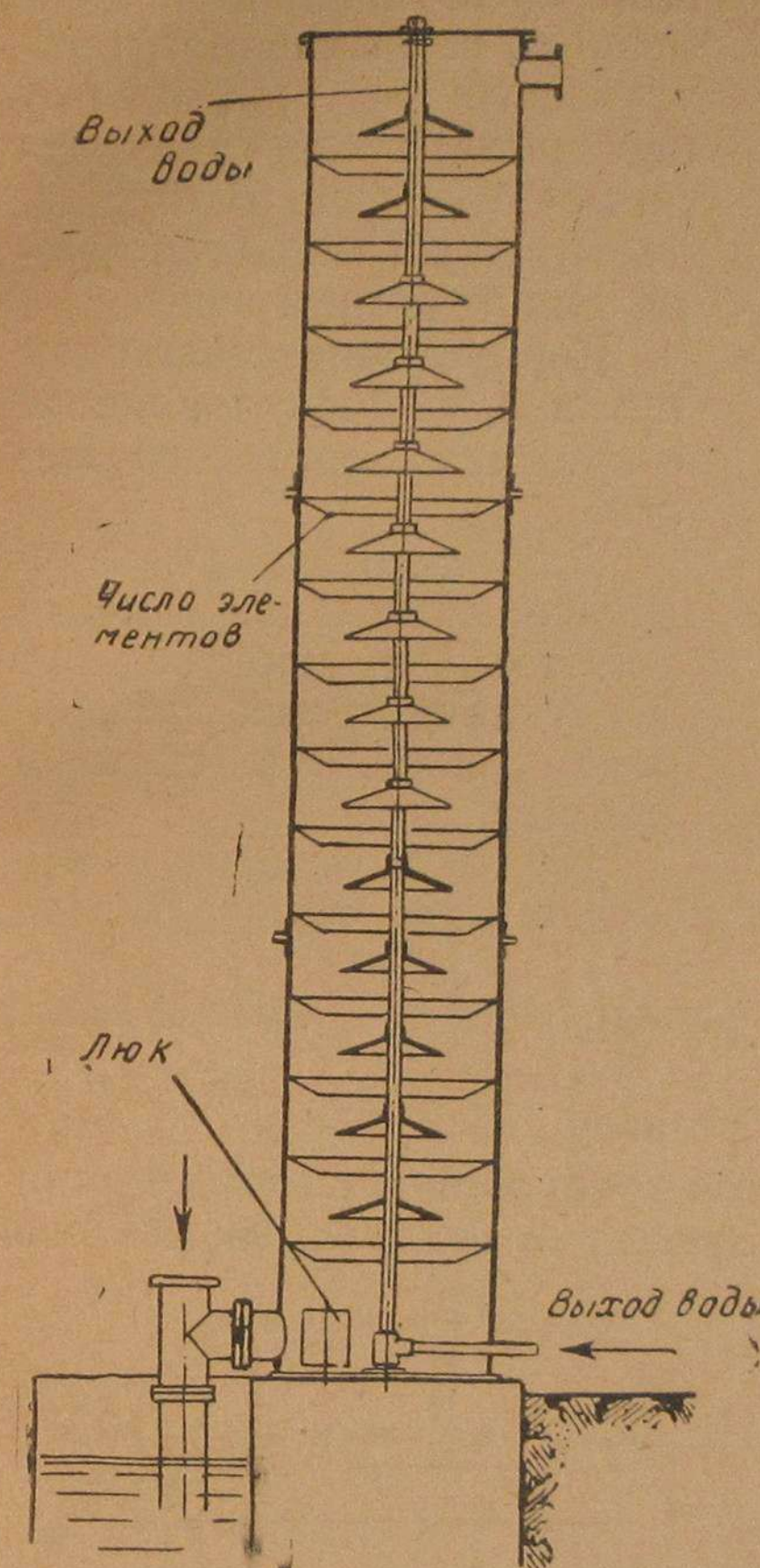


Рис. 11. Скрубер каскадный типа Лимна

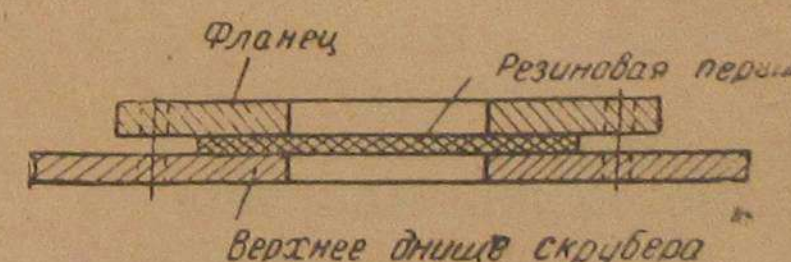


Рис. 12. Резиновый предохранительный клапан

кольцами Рашига скруберы имеют наименьшие габариты. Материалы, применяемые в качестве насадки для скруберов, а также размеры их см. в гл. V.

4. Сухой очиститель

Сухие очистители предназначены для тонкой (окончательной) очистки газа от унесенных частиц пыли и смолы, а также улавливания влаги, механически унесенной газом из скрубера. В них газ пропускается снизу вверх через слой фильтрующего материала, укладываемого на решетках внутри корпуса сухого очистителя (рис. 13). В качестве фильтрующего материала ис-

пользуются: металлическая стружка, древесная стружка (или древесная шерсть), древесные опилки или рубленый хворост.

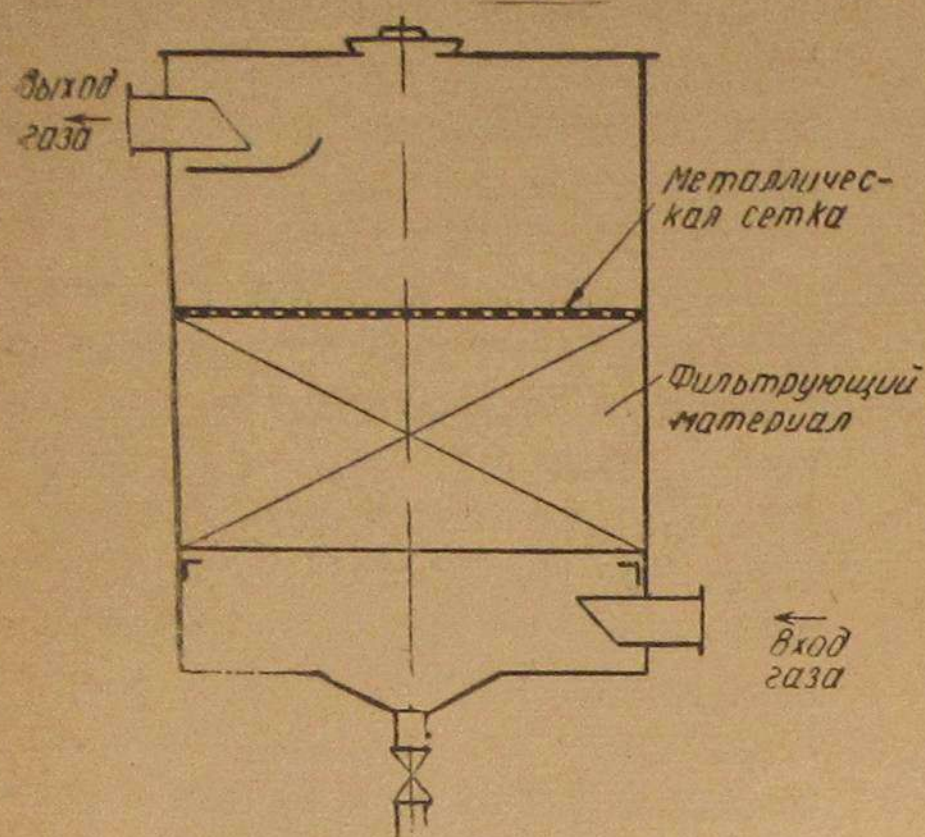


Рис. 13. Сухой очиститель

Для предотвращения чрезмерного разрыхления фильтрующего материала его перекрывают сверху металлической сеткой. В нижней части его устраивается трубка для удаления воды.

Корпус очистителя, как правило, изготавливается сварным из листового железа.

Для загрузки фильтрующего материала, ремонта решеток, в корпусе его предусматривается устройство люков или съемной крышки.

Габариты сухого очистителя зависят от его производительности и рода фильтрующего материала.

Способы заполнения его фильтрующими материалами см. в гл. V.

5. Газовый ресивер

Газовые ресиверы устанавливаются в основном для сглаживания пульсации потока газа, питающего двигатель. Как уже указывалось выше, при достаточно большом объеме сухого очистителя и небольшой длине газопровода между ним и двигателем пульсация потока газа воспринимается очистителем, и от установки газового горшка можно отказаться.

Помимо сглаживания пульсации потока газа ресивер одновременно служит и для окончательного осушения газа от влаги и дополнительного понижения его температуры, благодаря чему возрастает теплотворная способность газа и становится более устойчивой работа самого двигателя.

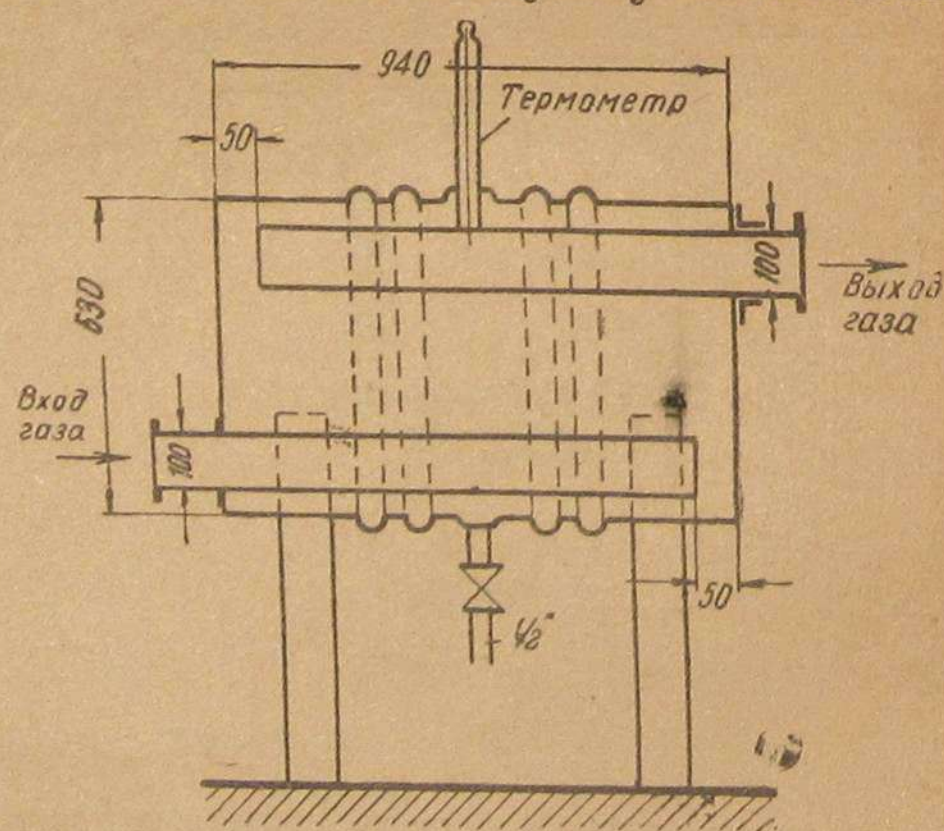


Рис. 14. Газовый ресивер

Объясняется это следующим образом: при входе из газопровода в ресивер газ расширяется (рис. 14), а при расширении

газа понижается его температура, что влечет за собой выпадение части влаги, содержащейся в газе в виде паров.

Габариты ресивера зависят от объема цилиндра двигателя и числа его оборотов (см. главу VI).

Ресивер должен устанавливаться по возможности в непосредственной близости к двигателю.

Корпус газового ресивера изготавливается сварным из листового железа.

6. Работа двигателей внутреннего сгорания на жидком топливе

На мелких предприятиях встречаются преимущественно нефтяные двигатели низкого сжатия, реже компрессорные дизели и совсем редко бескомпрессорные дизели.

По своей конструкции они разделяются на горизонтальные и вертикальные, т. е. с горизонтальным или вертикальным расположением цилиндров. В зависимости от рабочего процесса эти двигатели делятся на двухтактные и четырехтактные. По величине давления вспышки двигателя бывают низкого сжатия, работающие на легком моторном топливе, нефти и керосине, повышенного сжатия или полудизели и высокого сжатия или дизели, работающие на тяжелом моторном топливе и мазуте.

У двухтактных нефтяных двигателей низкого сжатия с калоризатором рабочий процесс осуществляется следующим образом (рис. 15).

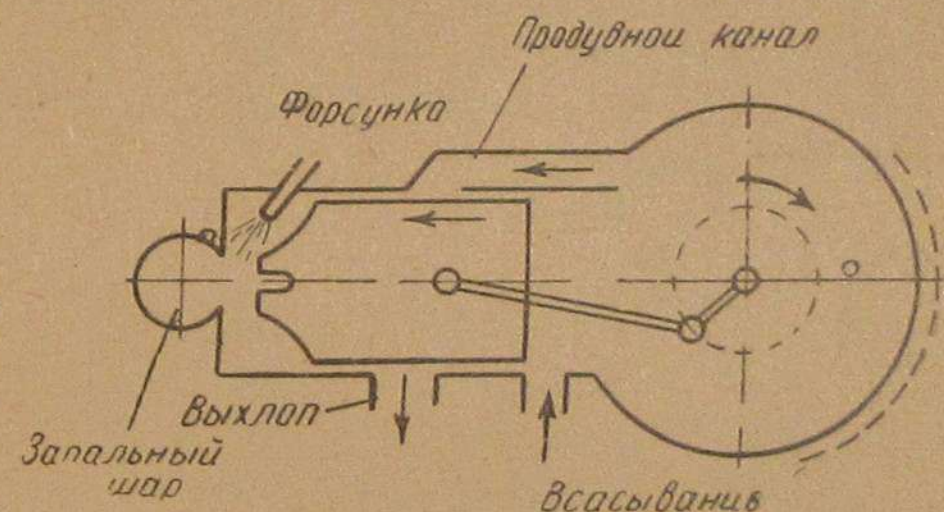


Рис. 15. Схема работы двухтактного двигателя низкого сжатия

При первом рабочем ходе двигателя после вспышки топлива под давлением образовавшихся при горении газов поршень идет вправо; всасывающий клапан закрыт, в картере происходит сжатие имеющегося в нем воздуха. Продолжая движение вправо, поршень открывает выходное окно, через которое выходят продукты сгорания.

При подходе поршня к правой мертвой точке открывается продувное окно, соединенное с картером двигателя.

Сжатый в картере воздух устремляется через него в цилиндр и вытесняет остатки продуктов сгорания от предыдущей вспышки.

Под действием маховика поршень начинает двигаться влево, сжимая находящийся в цилиндре воздух. В картере в это время вследствие увеличения объема получается разрежение воздуха, давление его падает, всасывающий клапан открывается, и в картер засасывается свежий воздух.

Когда поршень подходит к левой мертвой точке, через

форсунку в калоризатор (раскаленный запальный шар) впрыскивается нефть.

Под давлением образующихся при сгорании нефти газов поршень, пройдя мертвую точку, начинает двигаться вправо, совершая снова рабочий ход.

У четырехтактных нефтянок рабочий процесс происходит по следующей схеме (рис. 16).

При первом ходе (вправо) происходит засасывание воздуха через всасывающий клапан. При втором ходе (влево) — сжатие

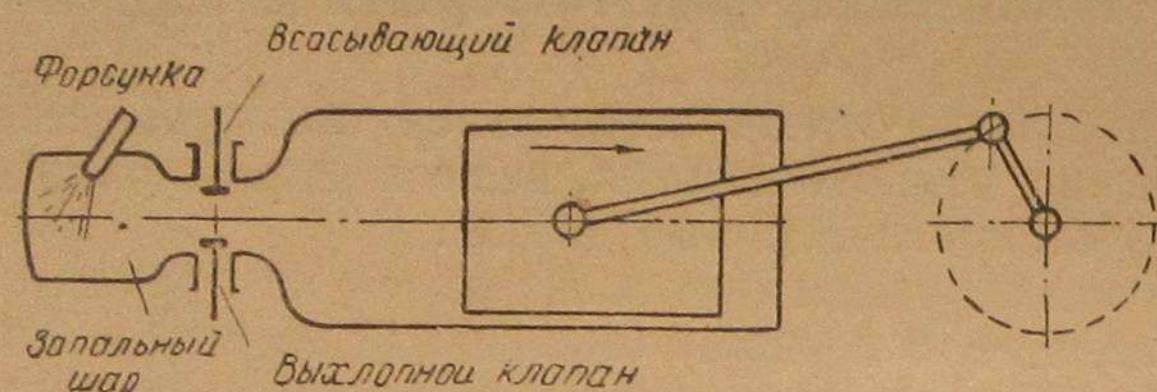


Рис. 16. Схема работы четырехтактного двигателя низкого сжатия

воздуха и в конце хода впрыскивание нефти. При третьем ходе (вправо) совершается сгорание топлива и рабочий ход поршня. При четвертом ходе (влево) — выхлоп отработанных газов через выпускной клапан.

ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Прежде чем приступить к строительству газогенераторной установки, необходимо разрешить все вопросы, от которых будет зависеть ход монтажно-строительных работ и особенно последующая эксплуатация установки.

Если окажется, что часть условий, необходимых для строительства газогенераторной установки, трудно выполнима или совсем не выполнима, целесообразнее сразу же отказаться от строительства этой установки и искать путей для создания другого источника энергоснабжения, например, ветроэлектрической станции, гидроэлектростанции и т. д.

Основными условиями для строительства газогенераторной установки являются наличие топливной базы и удовлетворительное состояние двигателя. При отсутствии их вопрос о строительстве газогенераторной установки отпадает сам собой.

Второстепенные условия для строительства газогенераторной установки — габариты помещения, наличие стройматериалов, наличие производственной базы, водоснабжение, обслуживающий персонал и финансирование.

Отсутствие одного из второстепенных условий еще не решает вопроса в пользу отказа от строительства газогенераторной установки. Так например, при отсутствии собственной производственной базы можно обратиться на ближайший металлообрабатывающий завод. Сроки монтажа от этого затянутся, но газогенераторная установка все же может быть пущена.

1. Топливная база

В качестве топлива для газогенераторных установок малой мощности с успехом используются: дрова и древесные чурки, торф и бурый уголь с тугоплавкой золой.

Применение торфа и бурого угля с легкоплавкой золой значительно усложняет устройство газогенераторных установок, а потому для установок малой мощности является нерентабельным.

Вопрос об использовании для получения силового газа таких местных видов топлива, как солома, опилки, лузга, хлопковая шелуха, находится в стадии опытной разработки. Поэтому нельзя рассматривать наличие этих видов топлива как топливную базу для газогенераторной установки.

Большое значение, особенно при затруднениях с транспортом, имеет расстояние от топливных баз (лесосеки, торфоболота или угольной шахты) до места, намеченного для строительства газогенераторной установки.

Ориентировочно можно считать, что экономически себя оправдывает подвозка топлива к газогенераторной установке гужевым транспортом не более, чем на следующие расстояния:

Для древесного топлива 5 км
 Для торфа 10 .
 Для бурого угля 12.

а) Древесное топливо

Твердые древесные породы (бук, дуб и береза) — лучшее газогенераторное топливо.

Древесное топливо смешанных пород допустимо для сжигания в газогенераторных печах при условии содержания в нем прогнившей древесины и осины не свыше 30 %, в противном случае образующийся из них уголь, имеющий низкую механическую прочность, будет размельчаться и забивать живое сечение газогенератора угольной мелочью, чем повысит сопротивление слоя топлива проходу газа; это в свою очередь приведет к нарушению правильного течения процесса газификации и к понижению мощности, развиваемой двигателем.

Привезенное древесное топливо нуждается в разделке — очистке от коры (бересты), распиловке и колке.

Размеры древесных чурок имеют большое значение для правильного процесса газификации. Поэтому древесину необходимо превращать в чурки таких размеров, чтобы они соответствовали внутренним размерам шахты газогенератора и обеспечивали плавное опускание топлива (см. табл. 1).

Таблица 1

Размеры древесных чурок для газогенераторов

Размер шахты газогенератора (диаметр или сторона квадрата) зоны горения в мм	Рекомендуемые размеры чурки в мм	Наибольшая длина чурки (поленца)
250	50 × 50 × 70	100
300	60 × 60 × 80	200
450	80 × 80 × 120	200
600	80 × 80 × 200	350

Для газогенераторных установок малой мощности полная механизация подготовки древесного топлива, т. е. применение циркульных пил и механических колунов ввиду относительно небольших расходов топлива (см. табл. 2) нецелесообразна.

Таблица 2

Расход древесного топлива средней влажности для газогенераторов

Номинальная мощность двигателя (до перевода на газ) в л. с.	Расход древесного топлива 30% влажности при 8-часовой работе с полной нагрузкой в куб. метрах			
	Для двигателей низкого сжатия		Для дизелей	
	Недельный	Годовой	Недельный	Годовой
6	1,5	78	—	—
8	1,9	99	—	—
12	2,5	132	—	—
18	3,7	192	—	—
22	4,2	220	—	—
25	4,8	252	—	—
30	5,9	304	—	—
50	9,4	488	6,6	345
75	—	—	9,4	490
100	—	—	12,5	652

Расколку дров можно производить вручную. Распиловку дров, даже для газогенераторов самой малой мощности, необходимо механизировать с применением циркульных пил.

В таблице 3 приводятся некоторые данные о циркульных пилах.

Таблица 3

Размеры и производительность циркульных пил

Диаметр пилы мм	Глубина пропила мм	Производительность пилы (для чурки длиной 120 мм) в склад куб. м. за смену	Число оборотов пилы в минуту	Мощность электромотора в квт
300	80	—	—	2,2
400	130	—	—	3,7
500	170	—	—	5,8
600	220	0,9	1200	6,6
750	280	—	—	8,8
900	350	—	—	11

Влажность древесины оказывает большое влияние на теплотворную способность газа, на мощность, развиваемую двигателем, устойчивость его работы. В таблице 4 приводятся данные,

Таблица 4

Изменение показателей экономичности установки в зависимости от влажности дров (чурок)

	Влажность дров (чурок) в %		
	15	30	45
Теплотворная способность дров (чурок) в калориях на кг.	3500—3600	2800—2900	2000—2100
Выход сухого газа с 1 кг дров при 0° С и 760 мм ртутного столба (нормальный газ) в куб. м.	1,9	1,7	1,4—1,5
Теплотворная способность сухого газа в калориях на куб. м.	1450—1510	1200—1250	950—1000
Расход сухого нормального газа на 1 лошадиную силу в час в куб. м.	1,7—2,2	2,0—2,5	2,5—3,2
Часовой расход дров на 1 лошадиную силу в час в кг.	0,9—1,2	1,2—1,5	1,7—2,2
Вес одного складочного кубометра древесных чурок.	—	320	—

показывающие изменение теплотворной способности и расхода топлива в зависимости от его влажности. Для стационарных газогенераторов используется топливо сухое (с влажностью до 30%).

Применение свежесрубленной древесины с большой влажностью для газогенераторных установок недопустимо. Нужно организовать предварительную естественную подсушку или (для ускорения) искусственную сушку на печах, обмуровке паровых котлов и т. д.

Процесс естественной сушки даже при хорошем проветривании протекает очень медленно, как это видно на следующих данных.

Содержание влаги составляет через 6 месяцев после рубки — 30%, через 1 год после рубки — 18—20%, через 2 года после рубки — 17—18%.

Высушенные чурки необходимо хранить в сухом месте, защищенном от дождя и снега, например, под навесом.

Механические примеси в древесном топливе, в частности песок, могущие вызвать шлакование газогенератора и ухудшение процесса газификации, не должны допускаться.

б) Торф

Теплотворная способность торфа при влажности его 25—35% — 3000—3100 калорий в килограмме, т. е. примерно такая же как у древесины.

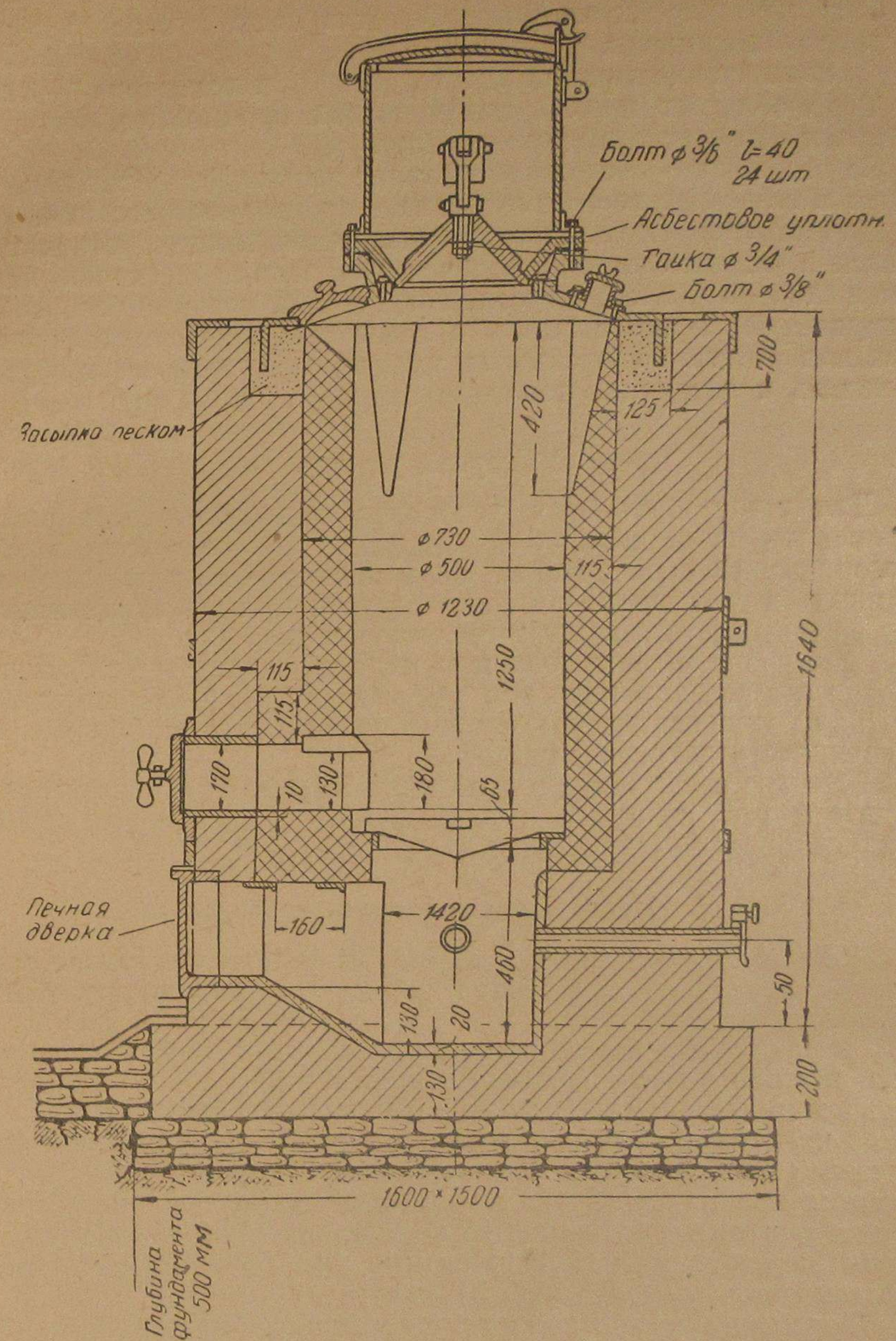


Рис. 17. Газогенератор бурого угля

В газогенераторах его употребляют в виде кускового торфа и торфяных брикетов.

Средняя зольность верхового торфа 2,5% и низинного 7—12%.

Торф обладает плохой механической прочностью, он трескается и образует торфяную крошку.

Ее необходимо отсортировывать от целых кусков, так как, попадая в газогенератор, она ухудшает процесс газификации.

Для газогенераторных установок малой мощности рекомендуется применять из всех видов торфа только кусковой малозольный (4—6% золы) с тугоплавкой золой, который без особых затруднений можно сжигать в газогенераторах, предназначенных для работы на древесных чурках; при этом не требуется изменять конструкцию газогенератора.

в) Бурый уголь

Для газогенераторных установок малой мощности можно применять из всех видов бурых углей только малозольный с тугоплавкой золой и малым содержанием серы, который можно сжигать в газогенераторных, конструктивно мало отличающихся от обычных древесных газогенераторов (рис. 17).

Быстрое скопление золы и образующегося из нее шлака приводит к засорению колосниковой решетки. Процесс газификации топлива ухудшается, возрастает сопротивление проходу воздуха, и мощность двигателя падает.

Высокое содержание в угле серы (свыше 2%), попадающей в силовой газ, приводит к образованию сернистых соединений, разъедающих металлические части установки.

2. Конструкция и состояние двигателя

Не все конструкции двигателей внутреннего сгорания могут быть переведены с жидкого топлива на газ, образуемый из твердого топлива.

В настоящее время полностью разрешен вопрос о переводе на питание чистым силовым газом, а также с присадкой жидкого топлива, четырехтактных нефтяных двигателей низкого сжатия, четырехтактных компрессорных дизелей и бескомпрессорных дизелей со струйным распыливанием. Освоен перевод на газ многих марок двухтактных нефтяных двигателей низкого сжатия и полудизелей. Находятся в стадии опытной разработки способы перевода на газ двухтактных дизелей и четырехтактных бескомпрессорных форкамерных дизелей.

Так как газогенераторные установки малой мощности главным образом используются для питания газом нефтяных двигателей низкого сжатия, то препятствия к переводу на газ конструктивного порядка для них возникают сравнительно редко.

Зато очень часто от перевода на газ приходится отказываться из-за чрезмерной изношенности двигателя. На состояние двига-

теля рекомендуется обращать особое внимание, производить тщательное обследование его для выявления дефектов в нижеследующем порядке.

Фундаментная рама. Ее дефектами могут быть: трещины, изломы в местах приливов коренных подшипников и обрывы проушин для фундаментных болтов.

Для обнаружения трещин смазывают подозрительные места маслом или керосином и, выждав, пока жир проникнет в трещину, вытирают поверхность досуха, а затем натирают чистым мелом. При проникновении жира из трещины через мел получается темный след, ясно показывающий наличие и направление трещины.

Станина и цилиндры. В станине могут встретиться повреждения такие же, как и в раме; их выявляют тем же способом.

При обследовании цилиндрических втулок особое внимание надо обращать на задиры, трещины и овальность. Втулки с трещинами исправлять нельзя, их надо заменять.

Овальность цилиндра проверяют штихмассом, измеряя диаметр цилиндра не менее чем в трех местах: в конце, в середине и у крышки.

Следы заеданий и задиры на внутренней поверхности втулок устраняют путем шабрения и шлифования. Глубокие задиры можно заварить латунью автогенной горелкой, а затем зашабрить.

Крышки цилиндров. Сравнительно часто встречаются трещины, вызванные перегрузкой двигателя или неравномерным охлаждением. Крышки с трещинами можно исправлять, причем наиболее надежным способом является установка ввертышей. Иногда трещины заваривают, однако это не всегда дает хорошие результаты.

Поршень двигателя. Чаще всего трещины образуются в днище поршня. Если конструкция поршня допускает замену днища, то надо его заменить, в противном случае необходимо поставить новый поршень.

При обследовании двигателя на ходу следует обратить внимание на металлические стуки в цилиндре, причиной которых могут быть слишком большие зазоры между поршневым пальцем и вкладышем головного подшипника шатуна или чрезмерный зазор между поршнем и цилиндрической втулкой.

Внимательно следует осмотреть поршневой палец, шатунные болты, выявить состояние подшипников шатуна и проверить толщину слоя баббита вкладышей.

Коленчатый вал. Поломки валов встречаются довольно часто; перед поломкой на валу появляются трещины. Для обнаружения трещин надо вскрыть все подшипники, вал промыть керосином, вытереть досуха и осматривать его поверхность при сильном освещении, поворачивая маховик.

Одновременно надлежит определить износ шеек кривошипов. Если овальность шеек не более 0,5 мм, то ее исправляют путем

шлифования; если же овальность больше, то шейки необходимо проточить на станке. Следует измерить также при помощи штих-масса расстояние между щеками в двух мертвых точках и под углом 90° в обе стороны от них; в случае если вал искривлен и бьет, его надо исправить на станке.

Компрессор. Надлежит обратить внимание на состояние змеевиков холодильников, в которых появляются трещины, а также — клапанов у цилиндров высокого и низкого давления.

Воздушные баллоны. По показаниям манометра следует проверить плотность запорных вентилей, а также тщательно осмотреть нижнюю часть баллонов, находящуюся в траншеях.

Прочие детали. Следует проверить износ шестерен регулятора и оси его распределительного механизма, износ кулачков шайб распределительного вала, поршня и направляющей втулки топливного насоса.

Руководствуясь данными обследования двигателя, составляют дефектную ведомость, на основании которой решают вопрос о возможности перевода данного двигателя на газ.

Особенное значение для устойчивой работы двигателя имеет хорошая компрессия.

При выработке внутренней стенки цилиндра не свыше 0,5 мм можно ограничиться установкой под поршневые кольца латунных медных подкладок. При выработке не свыше 1 — 1,5 мм можно сменить старые поршневые кольца на новые соответствующего диаметра. При выработке стенки цилиндра более 1,5 мм приходится заказывать отливку нового поршня, производить расточку цилиндра, после чего отдавать на обработку новый поршень и изготавливать новые поршневые кольца по новому диаметру расточенного цилиндра.

Работы по расточке цилиндра двигателя и изготовлению нового поршня к нему для небольшого предприятия оказываются иногда столь сложными (если заказ приходится передавать другому предприятию, значительно удаленному от первого), что рентабельность строительства для него газогенераторной установки становится сомнительной.

3. Габариты помещения

Газогенераторную установку лучше строить в помещении, а не на открытом воздухе, лучше ближе к двигателю, чем в отдалении.

Не воспрещается монтировать газогенераторную установку малой мощности в одном помещении с двигателем. В эксплуатации это имеет свои преимущества и недостатки. С одной стороны, благодаря уменьшению длины газопровода уменьшаются потери давления газа, возрастает мощность двигателя, его работа становится более устойчивой, упрощается общий надзор за установкой. С другой стороны, при загрузке топлива в люк

газогенераторной установки в помещение проникает едкий дым. Однако при устройстве хорошего вытяжного зонта над газогенераторной печью последнее обстоятельство становится мало

Таблица 5

Габариты помещений для газогенераторных установок мощностью до 40 л. с.

Конструкция газогенераторной установки	Габариты помещения		Примечание
	Высота (м)	Площадь (кв. м)	
„Промэнергопроект“	4	22	Можно устанавливать на открытом воздухе
„ГИХА-1“	2,8	12	
Инж. Дубовского	3,5	24	
„ГИХА-2“	3,0	8	
„ХАИ“	3,5	20	

ощутимым. Выше в таблице 5 приводятся ориентировочные габариты помещений для газогенераторных установок разных конструкций.

4. Стройматериалы

Ввиду дефицитности стройматериалов конструкцию газогенераторной установки нужно по возможности приспособлять к имеющемуся на предприятии в наличии ассортименту стройматериалов.

Так, при недостатке кирпича и трудности его приобретения и перевозки следует ориентироваться на цельнометаллические газогенераторные установки, например, конструкции инж. Дубовского (см. главу III). Наоборот, при обилии кирпича и недостатке железа следует стремиться к постройке цельнокирпичной установки конструкции Харьковского авиационного института (ХАИ) (см. главу III).

При большой скудости материалов можно остановиться на газогенераторной установке упрощенной конструкции ГИХА-2 (см. главу III), предложенной авторами настоящей книги.

Чтобы иметь представление о необходимом ассортименте материалов для строительства газогенераторных установок разных конструкций, в таблице 6 приводятся их сводные спецификации.

Таблица 6

Сводные спецификации материалов, потребных для строительства газогенераторных установок разных конструкций

№ п/п.	Наименование материала	Един. изм.	Кол.	Примечание
--------	------------------------	------------	------	------------

Газогенераторная установка конструкции ГИХА-1

1	Кирпич огнеупорный	шт.	140	Длина труб зависит от компановки.
2	Кирпич красный	"	220	
3	Глина огнеупорная	тонны	0,05	
4	Шамот	"	0,05	
5	Глина обыкновенная	куб. м	0,1	
6	Песок речной	"	1	
7	Угловое железо 40×40×4 мм	п. м	10	
8	Кровельное железо	кв. м	2	
9	Листовое железо δ = 2 мм	"	0,4	
10	Полосовое железо	п. м	10	
11	То же	"	8	Для фланцев и заглушек
12	Круглое железо Ø 8 мм	"	10	
13	Труба газовая Ø 2"	"	10	
14	То же Ø 3"	"	2	
15	То же Ø 1"	"	6	
16	То же Ø 3/4"	"	1	
17	То же Ø 1/2"	"	10	
18	Вентиль водяной Ø 1/2"	шт.	1	
19	То же Ø 1"	шт.	1	
20	Болтов Ø = 5/8"	шт.	16	
21	Котельное железо δ = 8 мм	кв. м	0,8	
22	Шпилька Ø = 5/8"	шт.	6	
23	Бочка железная	"	2	
24	Кожух утермарковской печи	"	1	

Газогенераторная установка конструкции ГИХА-2

1	Кирпич огнеупорный	шт.	130	Длина труб зависит от компановки
2	Кирпич красный	"	1700	
3	Глина огнеупорная	тонны	0,05	
4	Шамот	"	0,05	
5	Глина обыкновенная	куб. м	0,7	
6	Песок речной	"	0,5	
7	Угловое железо 40×40×4	п. м	8	
8	Кровельное железо	кв. м	2	
9	Листовое железо δ = 2 мм	"	7	
10	Полосовое железо	п. м	12	
11	То же	"	10	
12	Круглое железо Ø 8 мм	"	8	
13	Труба газовая Ø 3"	"	2	
14	То же Ø 2"	"	10	
15	То же Ø 1"	"	6	
16	То же Ø 3/4"	"	1	
17	То же Ø 1/2"	"	10	
18	Вентиль водяной Ø 1	шт.	1	
19	То же Ø 1/2"	"	1	

№ п/п.	Наименование материала	Един. изм.	Кол.	Примечание
20	Болт Ø 5/8"	"	16	Для фланцев и заглушек.
21	Шпилька Ø 5/8"	"	6	
22	Бочка железная	п. м	2	
23	Швеллер № 10	кг	1	
24	Цемент	кв. м	15	
25	Котельное железо δ = 8 мм	"	0,8	

Газогенераторная установка конструкции ХАИ

1	Кирпич огнеупорный	шт.	6300	Длина труб зависит от компановки
2	Кирпич красный	"	130	
3	Глина огнеупорная	тонны	0,05	
4	Шамот	"	0,05	
5	Глина обыкновенная	куб. м	3,0	
6	Песок речной	"	1	
7	Цемент	кг	300	
8	Угловое железо 40×40×4	п. м	3	
9	Листовое железо δ = 2 мм	кв. м	1,2	
10	Полосовое железо 20×4	п. м	8	
11	Труба газовая Ø 2"	"	10	
12	То же Ø 1"	"	11	
13	То же Ø 1/2"	"	10	
14	Вентиль водяной Ø 1/2"	шт.	1	
15	Кровельное железо	кв. м	2	
16	Дверки печные чугунные	шт.	2	
17	Колосниковая решетка печная	"	1	

5. Производственная база

Изготовить и смонтировать газогенераторную установку, даже самой упрощенной конструкции, без применения инструмента и станочного оборудования, — невозможно. Следовательно необходимо иметь соответствующую производственную базу.

Прежде всего следует попытаться организовать такую базу, хотя бы временную, на своем предприятии.

Почти на каждом предприятии имеется слесарный инструмент, а слесарные работы в процессе изготовления и монтажа газогенераторной установки занимают первостепенное место (пилка и рубка железа, пилка и гнутье труб и т. д.).

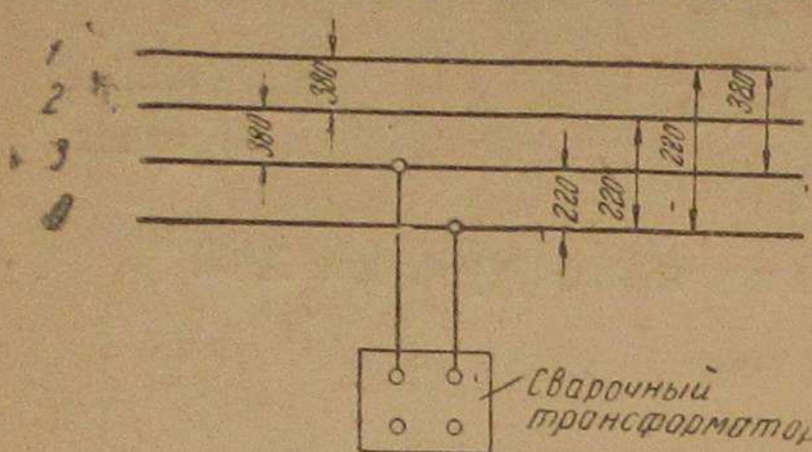
Токарных работ можно избежать, заменив фланцы на газопроводах муфтами.

Можно организовать сверловку отверстий и нарезку болтов вручную.

Для проведения электросварочных работ при условии достаточной мощности двигателя, переводимого на газ, и электрического генератора, можно взять во временное пользование (на один - два дня) электросварочный аппарат на соседнем производстве и привезти его вместе с электросварщиком.

Это значительно проще, чем увозить на сварку часто тяжелые и громоздкие детали газогенераторной установки.

Наиболее распространен электросварочный аппарат типа СТ-2, состоящий из трансформатора и регулятора напряжением в 120—220 в., мощностью 15 квт (при работе с перерывами).



Если данная электросеть переменного тока имеет напряжение 380/220 в., то трансформатор включается в сеть между землей и одной фазой (рис. 18).

При отсутствии на своем предприятии слесаря следует попытаться пригласить его на временную работу с соседнего предприятия.

И только в случае полной невозможности рассчитывать на

своего слесаря заказ придется передать на соседнее, по возможности ближайшее, металлопредприятие.

Сроки изготовления газогенераторной установки от этого сильно удлиняются. Стоимость ее возрастает.

6. Обслуживающий персонал

Всякий машинист двигателя внутреннего сгорания без особого труда при соответствующем инструктаже инженера-специалиста сможет переквалифицироваться на работу по обслуживанию газогенераторной установки.

В помощь ему обязательно следует выделить подручного для работы в качестве газовщика, т. е. по обслуживанию газогенератора — наблюдение за процессом горения, заброска топлива, выгревание золы.

Современем такой подручный, приобретя опыт, сможет на непродолжительный срок заменить машиниста, например, в случае его болезни.

7. Водоснабжение

Обязательным условием нормальной и устойчивой работы газогенераторной установки и быстрого ее запуска является наличие водяного бака, рассчитанного примерно на получасовой запас воды.

В случае отсутствия бака при запуске установки приходится начинать работу на сухом скрубере, а это в течение долгого времени не дает возможности добиться устойчивой работы двигателя.

В таблице 7 приводятся расходы воды на скруббер и охлаждение двигателя.

Таблица 7

Средние величины расхода воды на газогенераторную установку

Номинальная мощность двигателя (до перевода на газ) в л. с.	Часовой расход воды в куб. метрах			
	На скруббер		На охлаждение двигателя	
	Лето	Зима	Лето	Зима
6	0,15	0,1	0,21	0,18
8	0,2	0,15	0,28	0,24
12	0,3	0,2	0,42	0,36
18	0,45	0,3	0,63	0,54
22	0,5	0,35	0,78	0,66
25	0,55	0,4	0,9	0,75
35	0,7	0,5	1,2	1,05
50	1,0	0,8	1,8	1,5
70	1,3	1,1	2,5	2,1
100	1,8	1,5	3,5	3,0

8. Финансирование

Фактическая стоимость газогенераторной установки мощностью от 18 л. с. до 40 л. с. составляет 700 руб. на 1 лошадиную силу, включая переоборудование на газ двигателя (но не ремонт его).

Для выявления стоимости установки и открытия финансирования составляется смета, учитывающая все работы по изготовлению и монтажу газогенераторной установки данной конструкции и стоимость всех материалов. На рабочую силу и материал делаются начисления, согласно постановлению СНК СССР от 21 июня 1941 г.

КОНСТРУКЦИИ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

1. Транспортная установка

Если на предприятии имеется готовая транспортная газогенераторная установка (автомобильная — ЗИС-5, ГАЗ-42, тракторная — НАТИ-М4 или ЧТЗ), то ее можно приспособить для питания стационарного двигателя.

Следует, однако, иметь в виду, что работа транспортной установки в стационарных условиях ухудшается.

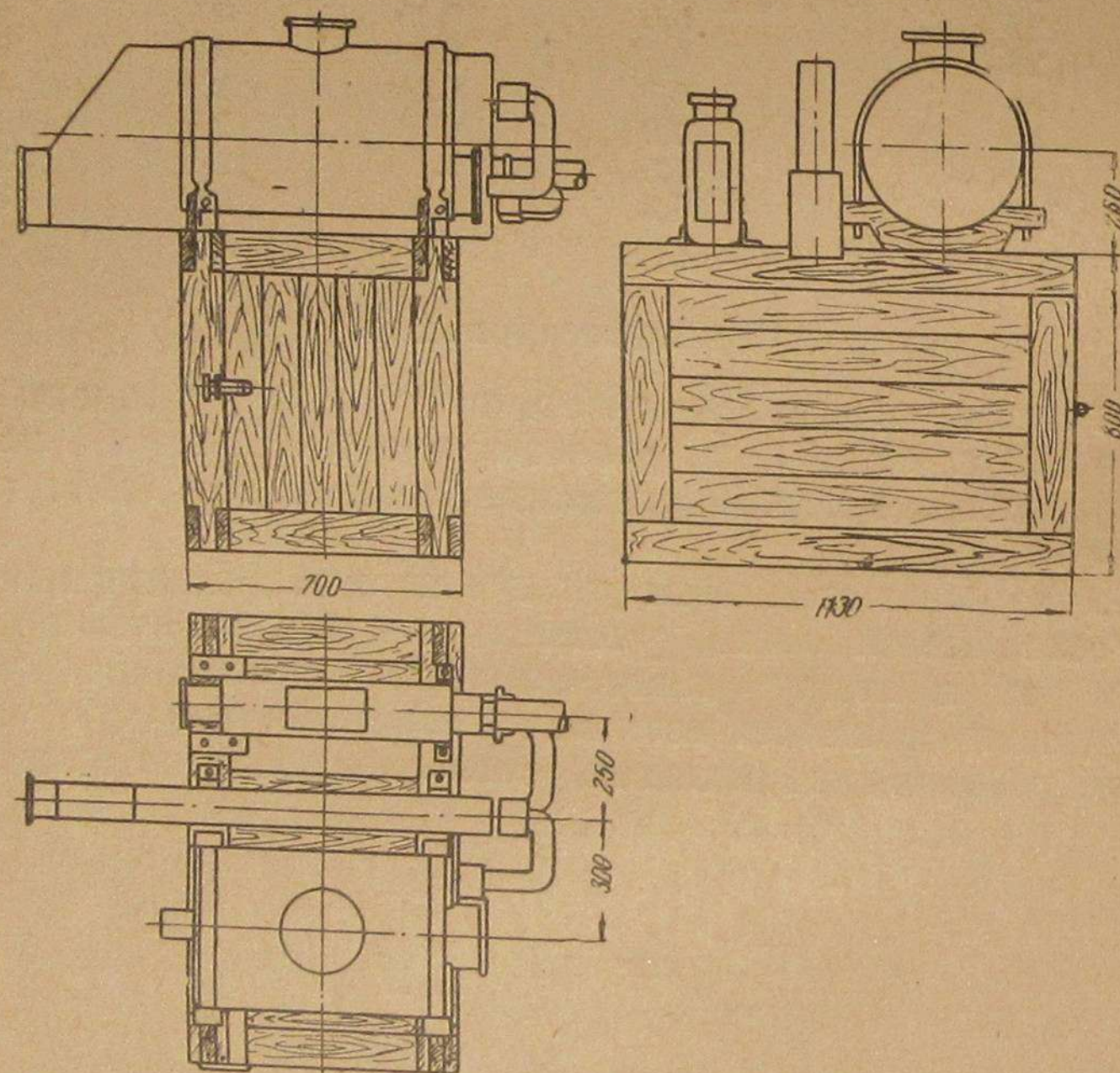


Рис. 19. Монтаж очистительной аппаратуры тракторной газогенераторной установки

Отсутствие систематической встряски топлива приводит к зависанию его в бункере, что нарушает равномерную подачу газа. Понижается также производительность установки вследствие уменьшения охлаждающего эффекта ее наружных поверхностей встречными потоками воздуха.

В артели „Металлист“, в г. Бежице, Калининской области, устойчиво работает на газе от автомобильной газогенераторной установки (на очень сухих чурках) нефтедвигатель низкого сжатия марки „Красный прогресс“ мощностью 18 л. с.

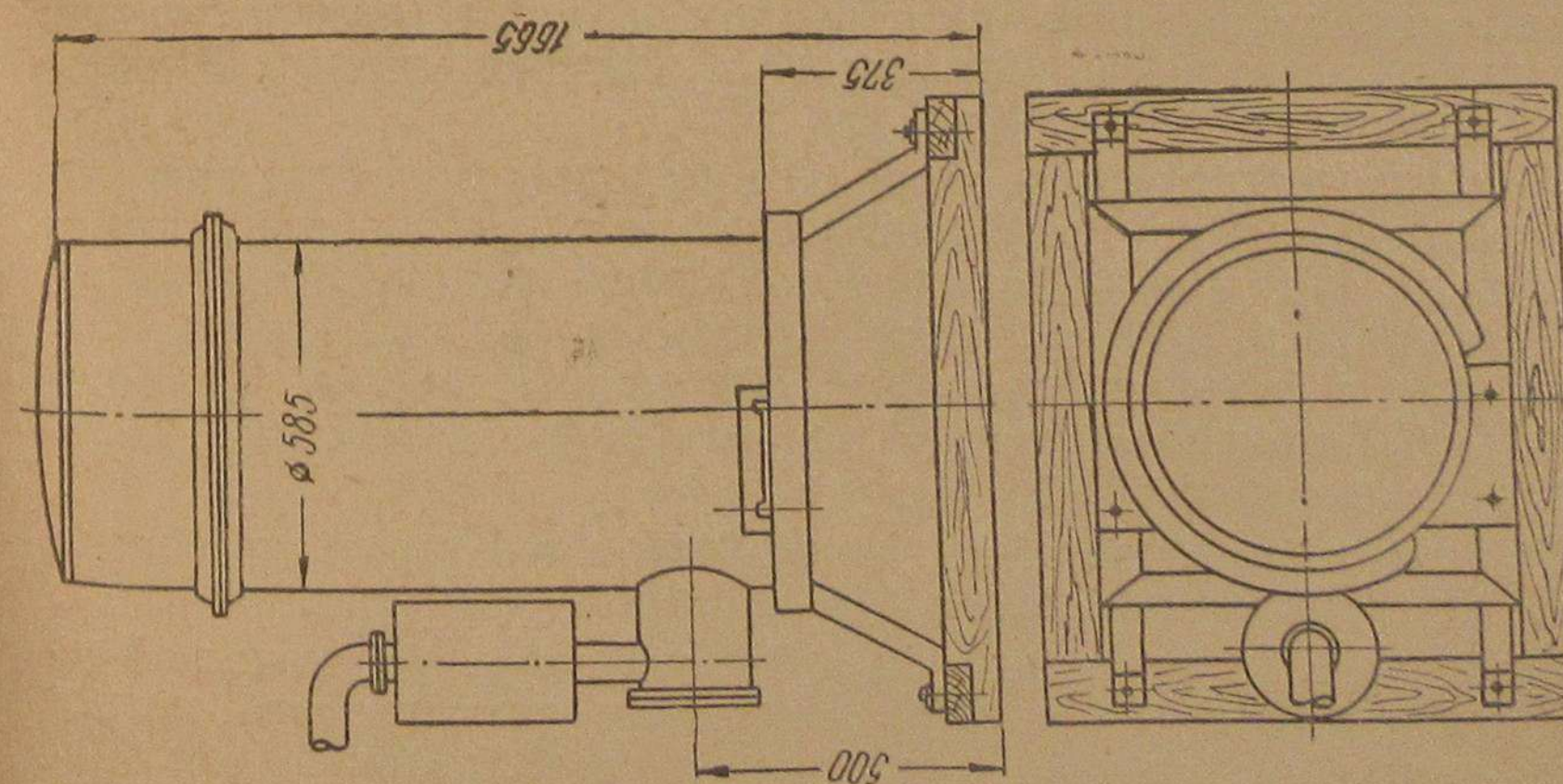


Рис. 20. Монтаж газогенератора тракторной газогенераторной установки

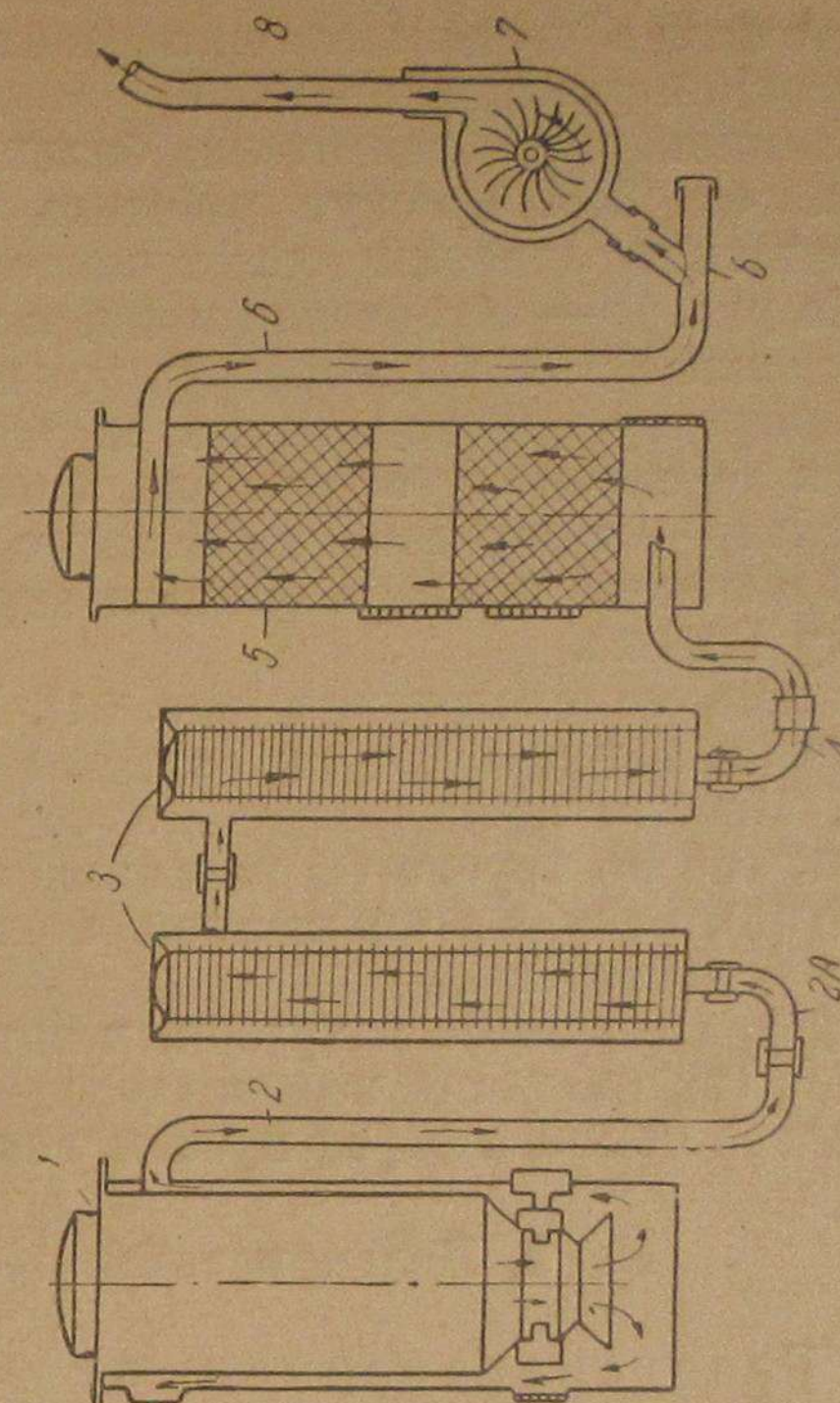


Рис. 21. Схема газогенераторной установки ГАЗ-42

На основании собственного опыта авторов эту мощность следует считать предельной для работы на автомобильной газогенераторной установке ЗИС-5.

Стационарные двигатели большей мощности при питании газом от ЗИС-5 могут работать только вхолостую. При увеличении нагрузки они теряют число оборотов и останавливаются.

На рис. 19—20 показан монтаж тракторной газогенераторной установки ВИЭМ-Ф1 конструкции инженера Фетисова.

Генератор прикреплен на металлической опорной конструкции к деревянному основанию, а охладитель, грубый очиститель и фильтр — к деревянному столу с ящиком.

В качестве примера опишем вкратце газогенераторную установку ГАЗ-42.

Схема ее следующая (рис. 21). Из газогенератора (1) газ по трубе (2) направляется к охладителю (3), состоящему из 2 секций. Пройдя последовательно обе секции, как указано стрелками, газ по трубке (4) направляется к вертикальному очистителю (5), откуда в очищенном и охлажденном виде по трубе (6) идет к двигателю.

Труба (6) имеет патрубок, к которому присоединяется вентилятор (7), имеющий выводную трубу (8) и предназначенный для розжига топлива перед пуском двигателя.

2. Цельнометаллические установки

Газогенераторная установка конструкции инж. Дубовского

Эта установка рассчитана на нормальную производительность 80 куб. м в час сухого газа при работе на березовых чурках $120 \times 70 \times 50$ мм влажностью 30—35%.

Она состоит из металлического газогенератора, скрубера, сухого очистителя и ручного вентилятора нагнетательного действия, смонтированных на открытом воздухе (вблизи здания дизельной электростанции) в артели „Ткацкая деталь“, Ивановской области, в 1943 г. (рис. 22).

Эта газогенераторная установка используется для питания силовым газом компрессорного четырехтактного, двухцилиндрового дизеля мощностью 40 л. с. завода б. Людвиг Нобель, построенного в 1907 г. Конструктивные переделки дизеля, выполненные в связи с переводом его на газ, описаны подробно в гл. IV. Установка в эксплуатации зарекомендовала себя хорошей, устойчивой работой.

Газогенератор. Конструкция газогенератора разработана инж. Дубовским на основе транспортной установки.

Газогенератор представляет собой два цилиндра, меньший из которых вставлен в больший. Кольцевое пространство между ними сверху ограничено герметизированной крышкой (рис. 23).

Внутренний цилиндр диаметром 980 мм и высотой 1700 мм представляет собою бункер объемом 0,94 куб. м, выложенный изнутри огнеупорным кирпичом для предохранения металла от воздействия температуры в зоне горения.

Наружный цилиндр, диаметром 1400 мм и высотой 2150 мм, образует кольцевое пространство (рубашку) и имеет назначение — охладить газ, осадить унесенную золу и подсушить топливо (в зоне подсушки) теплом уходящих газов.

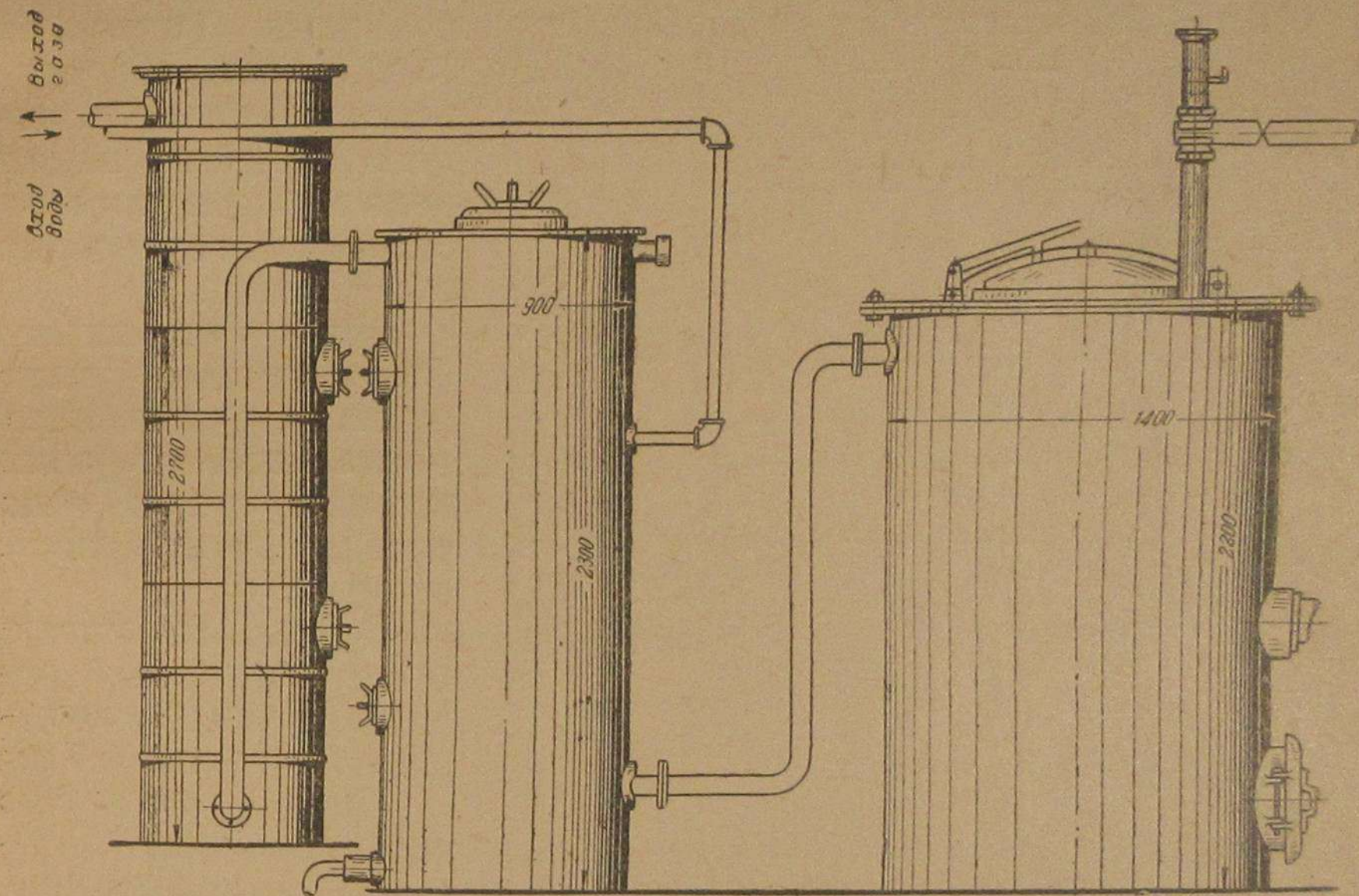


Рис. 22. Схема газогенераторной установки конструкции инж. Дубовского

Подача воздуха в зону горения осуществляется при помощи 10 фурм диаметром 15 мм. Фурмы питаются воздухом через фурменную коробку, сообщающуюся с наружным атмосферным воздухом при помощи штуцера.

Снаружи штуцер имеет воздушную коробку с язычковой заслонкой. В нижней части газогенератора имеется зольный люк, а в верхней — загрузочное отверстие.

Скрубер представляет собой металлический цилиндр диаметром 900 мм, высотой 2300 мм (рис. 24). Внутри очистителя устанавливаются две решетки, на которые нагружаются кольца Рашига из листовой стали толщиной 0,8 мм, изготовленные путем сгибания пластинок вокруг круглой оправки. Размер колец 15×15 мм и 25×25 мм. Общее число колец Рашига в мокром очистителе — 120 000 шт.

Скрубер сваривается из листового железа толщиной 3 мм. Ороситель устраивается из перфорированной прямой трубки.

Поток газа в скрубере направляется снизу вверх навстречу орошающей воде. Для проверки состояния насадки в корпусе скрубера предусматриваются люки.

Сухой очиститель диаметром 650 мм, высотой 2700 мм, изготавливается из 3 металлических бочек, сваренных друг с другом (рис. 25). Нижняя часть сухого очистителя на высоту 1800 мм заполняется кольцами Рашига в 15×15 мм. Верхняя незаполненная часть высотой 600 мм играет роль газового ресивера, сглаживая пульсацию потока газа.

Для заполнения фильтрующего материала (стружки) и ремонта решеток верхняя крышка сухого очистителя выполняется съемной.

Сухой очиститель может изготавливаться также из листового железа толщиной 1,5 мм.

При эксплуатации газогенераторной установки конструкции инж. Дубовского выявилась возможность работы ее (при наружной температуре воздуха не ниже 0°C) с одной сухой очисткой газа.

Рис. 23. Газогенератор конструкции инж. Дубовского

В этом случае скрубер работал как грубый сухой очиститель, а сухой очиститель — как тонкий очиститель.

Газогенераторная установка конструкции авторов книги — „ГИХА-1“

Эта установка рассчитана на производительность до 40 куб. м в час сухого газа при работе на березовых чурках размером $50 \times 50 \times 70$ мм, влажностью 25%, и состоит из газогенератора, очистителя, совмещающего в одном корпусе мокрую и сухую очистку газа, гидравлического затвора на газопроводе между газогенератором и очистителем и ручного вентилятора всасывающего действия (рис. 26).

Если перегадываемый на газ двигатель предназначен для работы только с калоризаторным зажиганием, то ручной вентилятор можно не устанавливать. Это установка монтируется в Нерльской районной больнице Калининской области для питания газом двухтактного нефтяного двигателя „Красный прогресс“ мощностью 12 л. с.

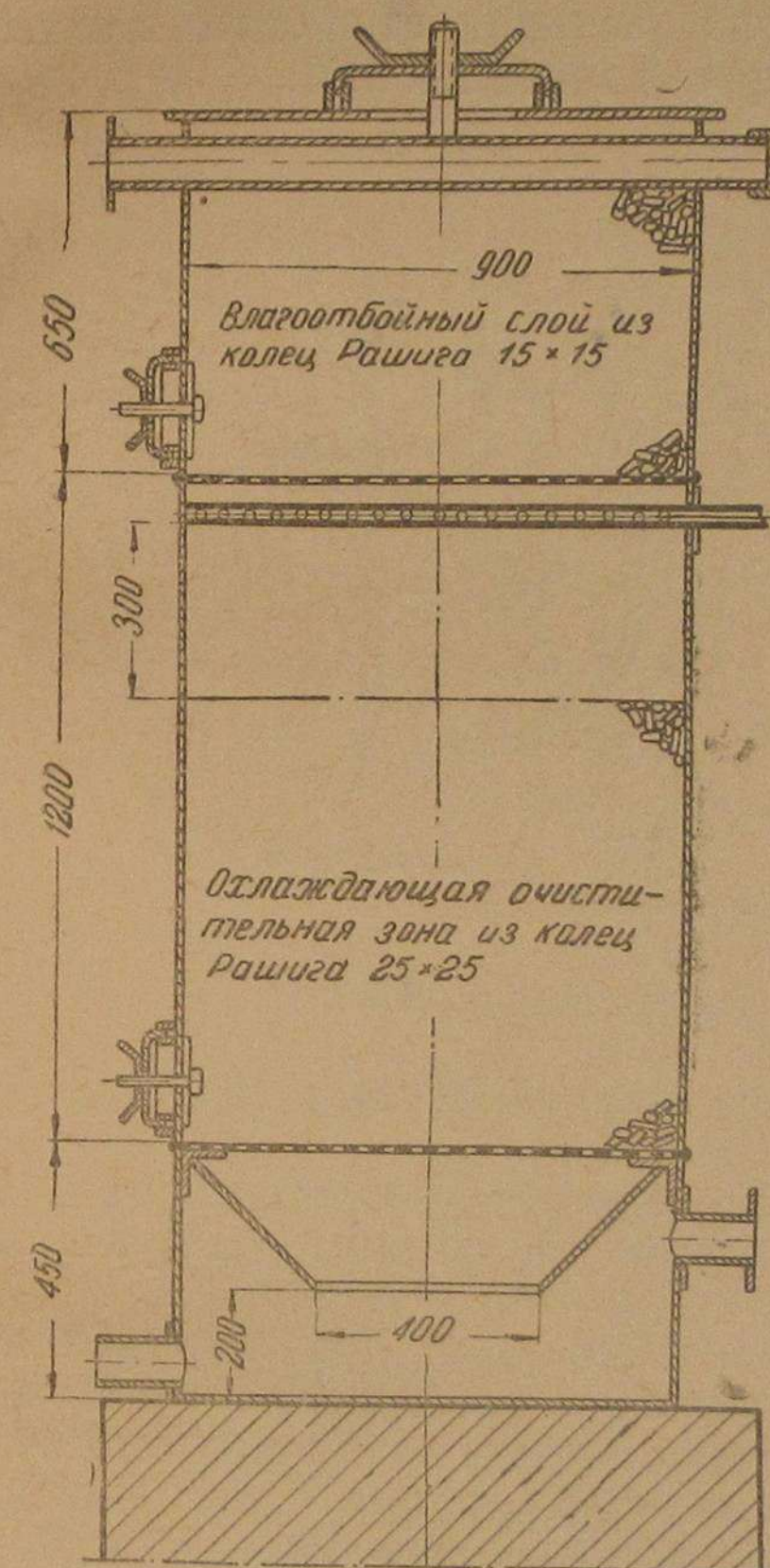


Рис. 24. Скрубер конструкции инж. Дубовского

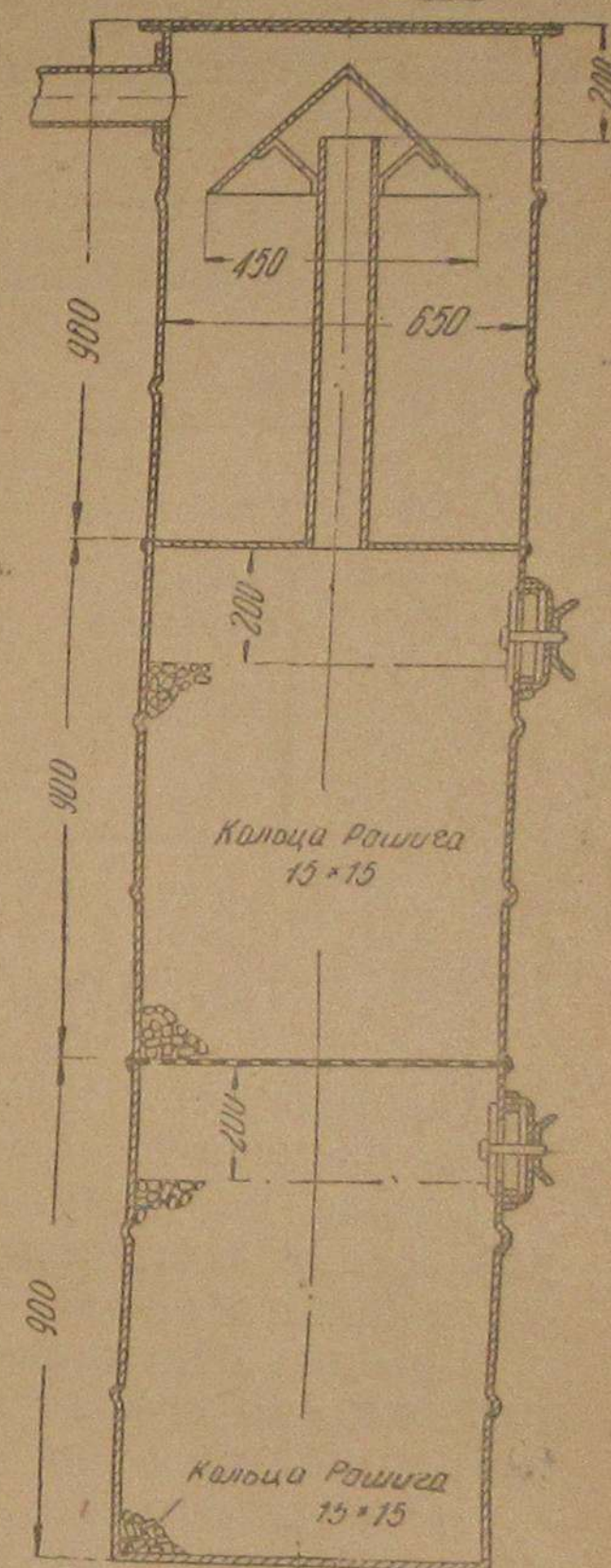


Рис. 25. Сухой очиститель конструкции инж. Дубовского

Конструктивные переделки двигателя в связи с переводом на газ описаны в главе IV.

Газогенератор выполняется в виде прямоугольной кирпичной шахты с толщиной стенки $\frac{1}{2}$ кирпича, с сечением в зоне горения 260×260 мм и в зоне восстановления 180×180 мм. В зоне высоких температур (горения и восстановления) шахта выкладывается из огнеупорного кирпича на растворе из огне-

упорной глины и шамота (рис. 27). Верхняя часть шахты выкладывается из красного хорошо обожженного кирпича на глиняном растворе.

Для предохранения шахты от наружных механических воздействий и предотвращения подсоса воздуха внутрь газогенератора через неплотности в стенке шахты снаружи устанавливается кожух от старой утермарковской печи. Все кольцевое пространство между кожухом и наружными стенками шахты засыпается сухим речным мелко просеянным песком.

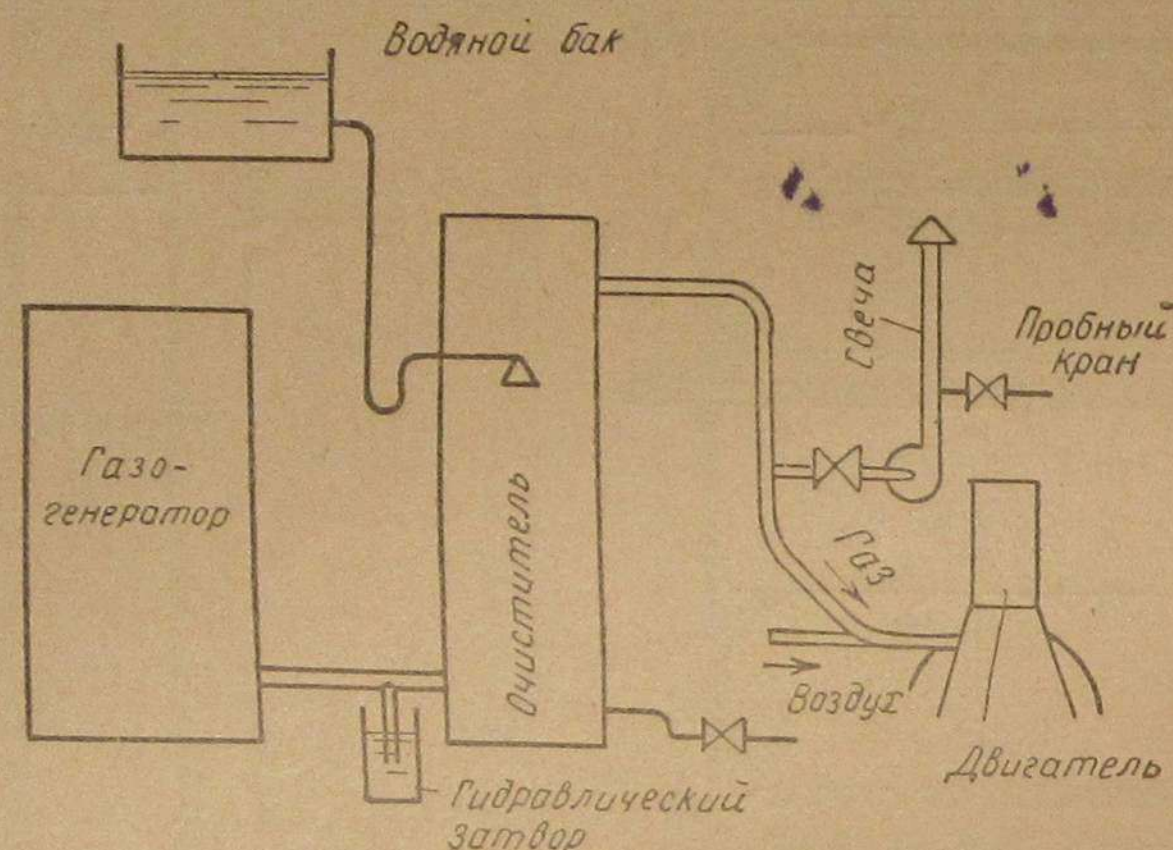


Рис. 26. Схема газогенераторной установки „ГИХА-1“.

Газогенератор имеет следующие наружные размеры: высоту 2,3 м, диаметр не менее 0,85 м.

Сверху на кожухе закрепляется четырехугольная рамка из углового железа, на которой монтируются проушины для крышки загрузочного люка.

Крышка обрамлена снизу угловым железом. При закрывании крышки оно врезается в песок, создавая герметичность — песочный замок, предупреждающий проникновение газа в помещение.

В верхней части шахты газогенератора, почти под самой крышкой загрузочного люка, устанавливается колено растопочной трубы из кровельного железа диаметром 4", со штуцером 2" для отвода конденсата. Горизонтальная часть колена растопочной трубы устанавливается с уклоном наружу в сторону штуцера; это необходимо для предотвращения попадания конденсата из растопочной трубы в устье газогенератора, что может вызвать понижение температуры в зонах горения и восстановления и резкое ухудшение качества силового газа.

Для изменения тяги в растопочной трубе устраивается дроссельная заслонка с тягой и противовесом.

Внутреннее сечение шахты газогенератора от самого верха имеет постепенное уширение книзу почти до фурменного пояса,

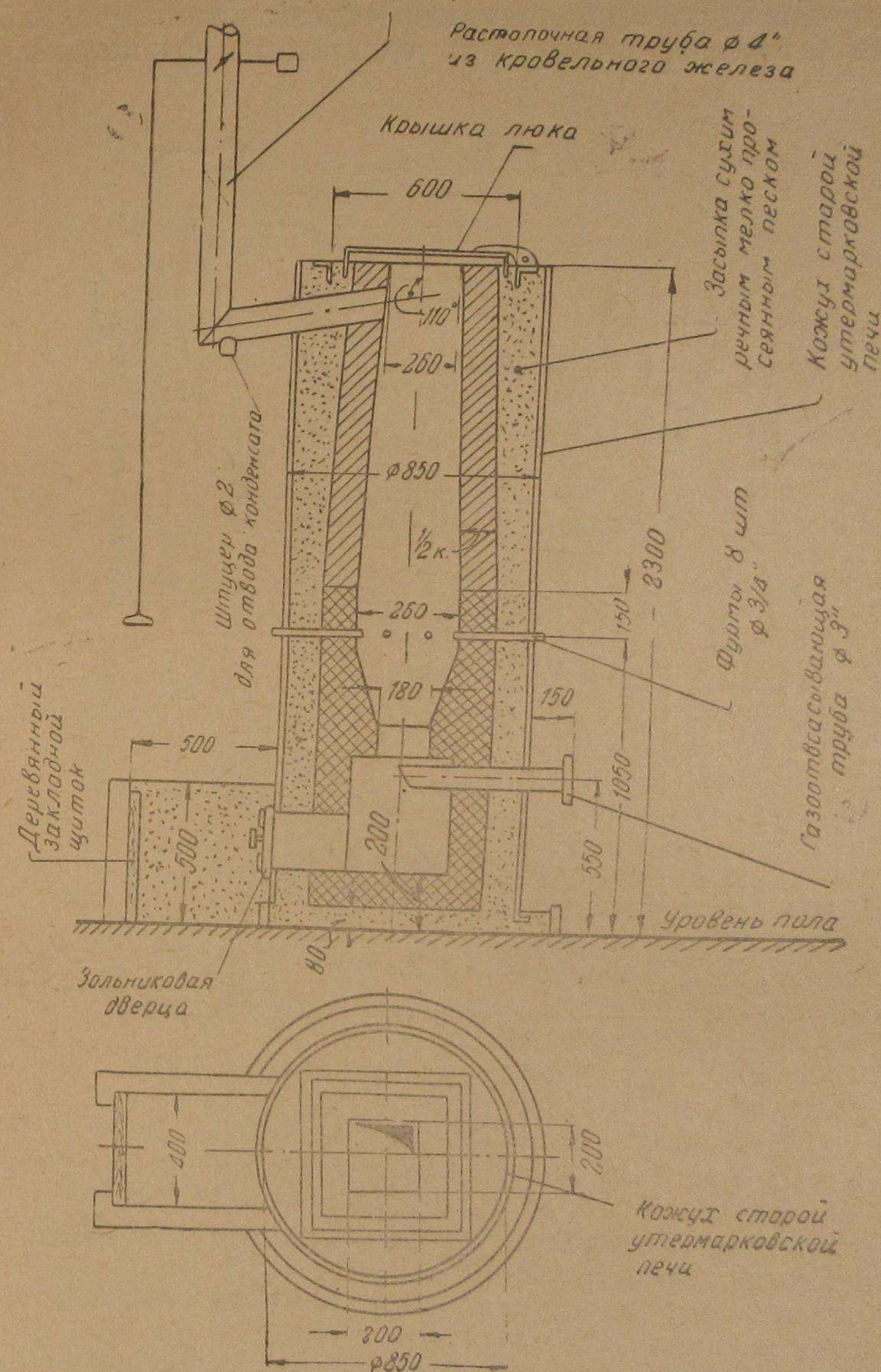


Рис. 27. Газогенератор „ГИХА-1“.

что обеспечивает при работе газогенератора плавное, без завысаний опускание газифицируемого топлива книзу.

Необходимость в шуровке газогенератора отпадает. Качество газа, его теплотворная способность не меняются.

Подвод воздуха в газогенератор осуществляется через 8 фурменных отверстий, образующих однорядный фурменный пояс.

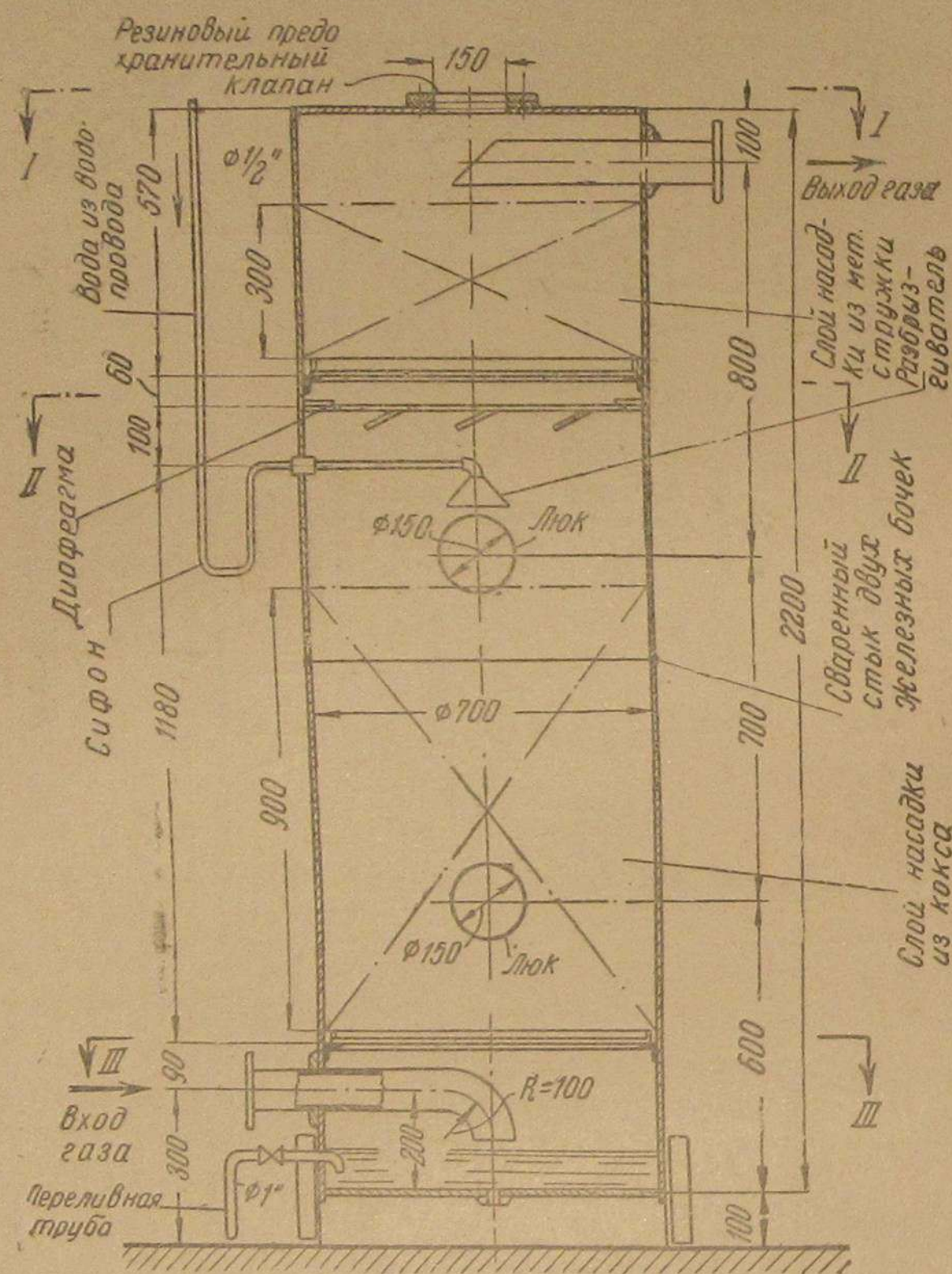


Рис. 28. Очиститель. Продольный разрез

При сжигании полусухой чурки влажностью от 25—35% процесс газификации ведется с полуоткрытой растопочной трубой или, как принято говорить, „с подготовкой топлива“.

Отбор газа производится чугунным патрубком диаметром 3" с защитным козырьком.

Колосниковая решетка отсутствует. Столб топлива поддерживается на шлаковой подушке.

В самой нижней части газогенератора устраивается зольниковая дверка для очистки золы. Она же используется при растопке газогенератора. При открытой зольниковой дверке работа газогенератора должна прекращаться.

Для предотвращения присоса воздуха внутрь газогенератора вокруг зольниковой дверки устраивается колодец, заполняемый при работе газогенератора песком. По наружному периметру основания газогенератора выкладывается штраба, также заполняемая песком.

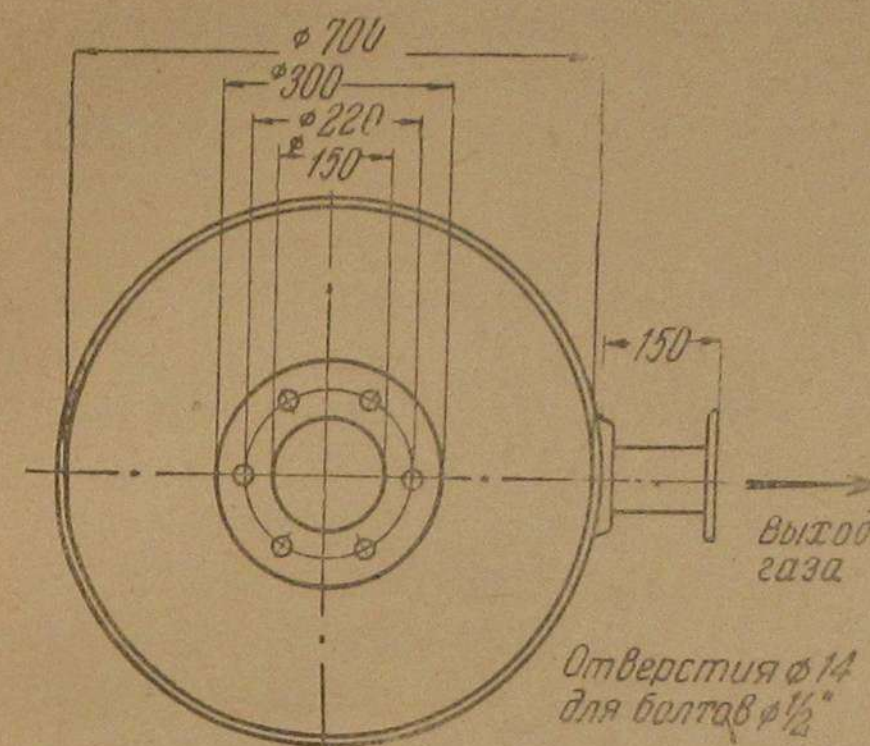


Рис. 29. Очиститель. Вид сверху

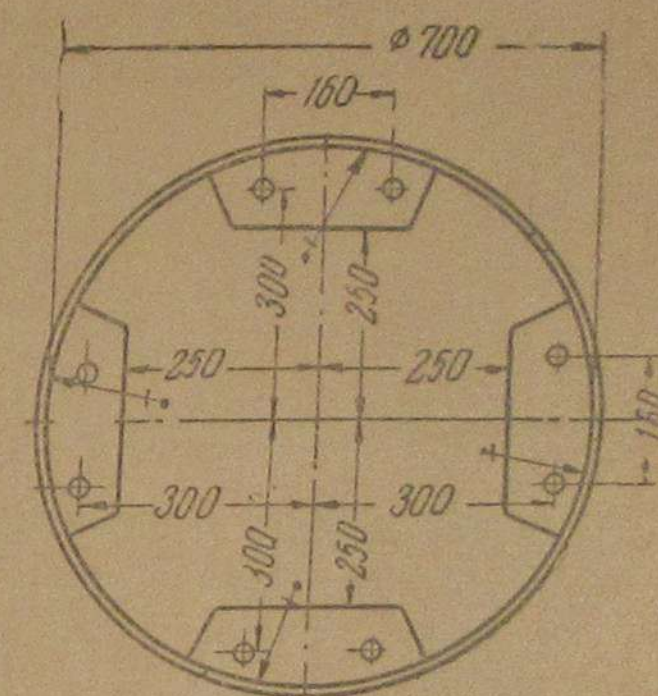


Рис. 30. Очиститель. Разрез по II—II

Газогенератор конструкции „ГИХА-1“ совершенно не имеет литых деталей и может быть смонтирован без применения электросварки.

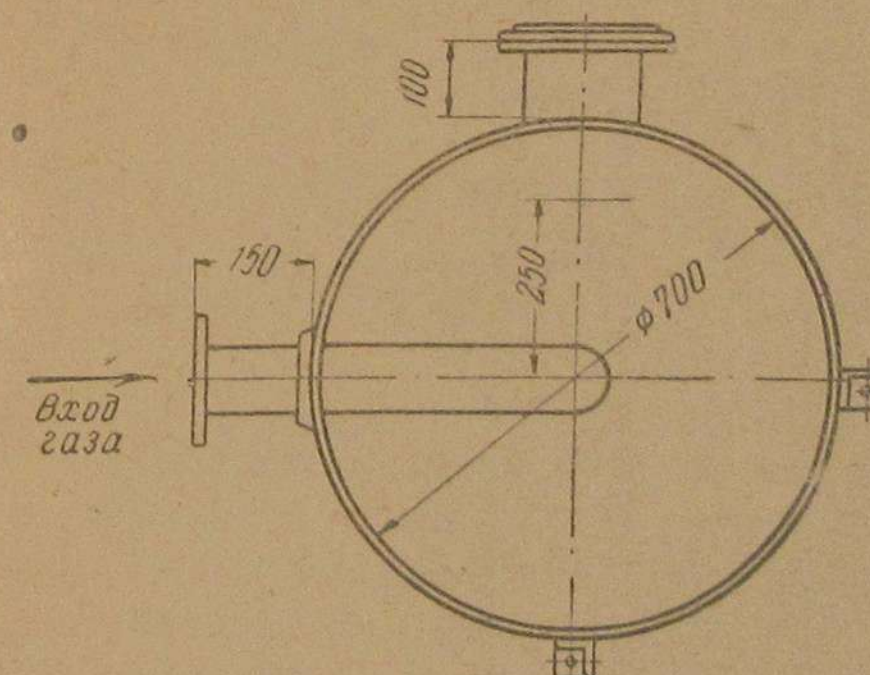


Рис. 31. Очиститель. Разрез по III—III

Газ поступает снизу через входной патрубок диаметром 3", с изогнутым книзу концом.

Выходит газ в верхней части, через выходной патрубок диаметром 2", расположенный горизонтально.

Вода подводится в средней части кожуха очистителя через ороситель-дождевик; стекая вниз, она образует водяную подушку, сохраняющую постоянный уровень, поддерживаемый переливной трубой диаметром 1".

В корпусе очистителя на кольцевые опоры укладываются две решетки. На нижней решетке располагается насадка из кокса

или камня высотой 900 мм, на верхней — фильтрующая масса из металлических стружек высотой 300 мм.

Решетки изготавливаются составными (рис. 32) для того, чтобы можно было закладывать их через боковые люки диамет-

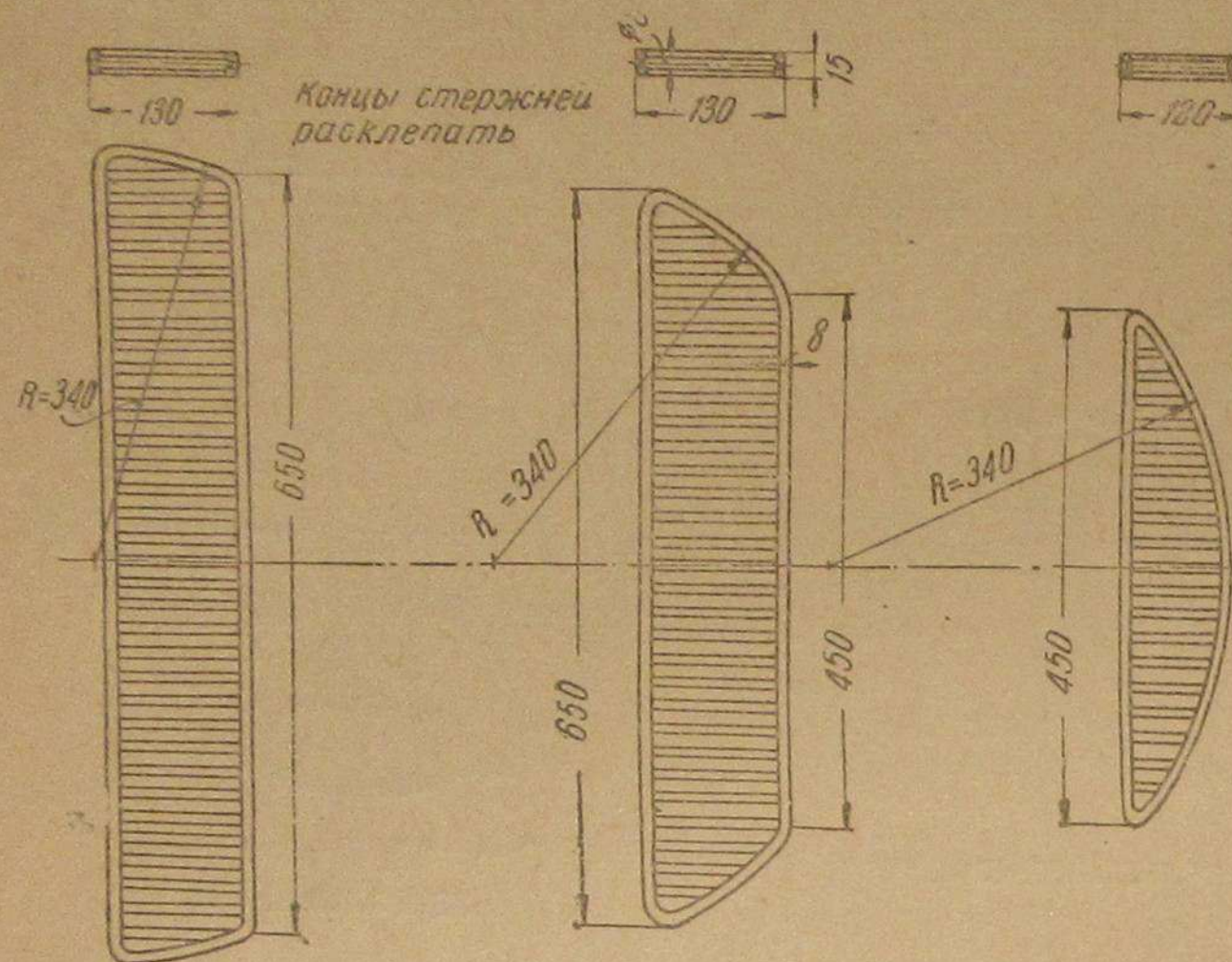


Рис. 32. Решетка составная

ром 150 мм или отверстия в верхнем днище того же диаметра. Через них же производится загрузка очистителя насадкой и фильтрующим материалом.

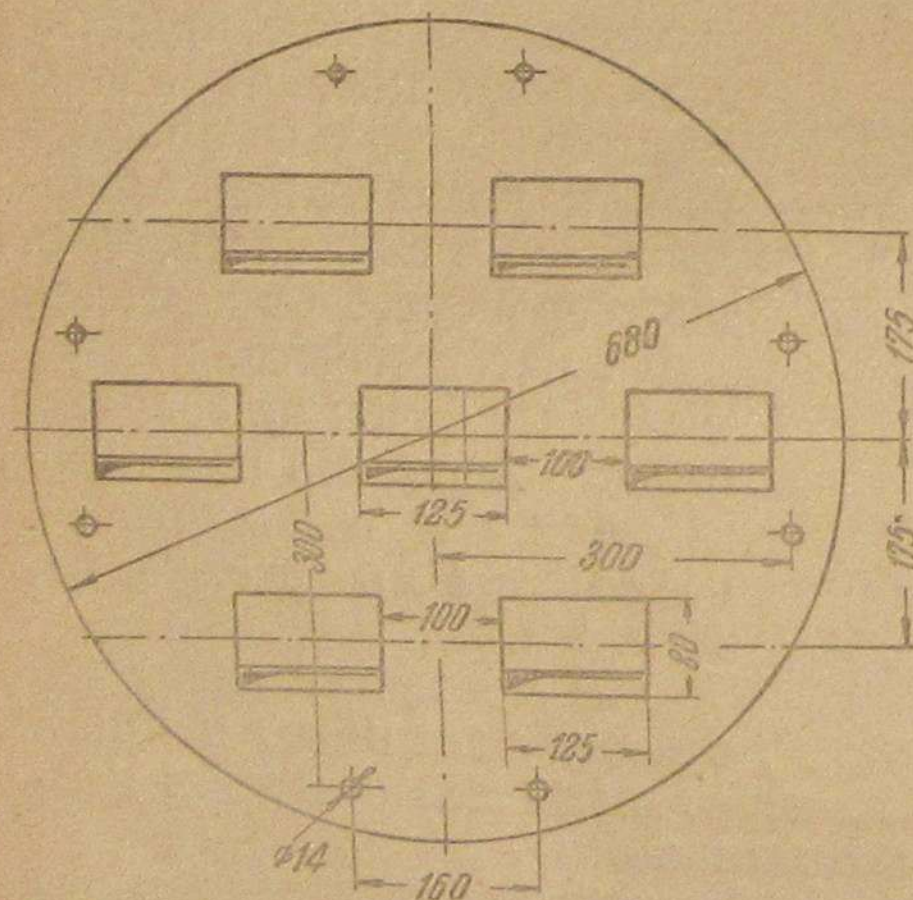


Рис. 33. Влагоотбойная диафрагма

Над оросителем располагается так называемая влагоотбойная диафрагма (рис. 33), которую можно изготовить из вырезанного днища одной из бочек.

В ней надрезаются семь прямоугольных отверстий размером 125 × 80 мм и язычки их отгибаются книзу. Диафрагма кре-

пится на четырех сегментах (см. рис. 30), приваренных к стенке корпуса с помощью болтиков.

Для предотвращения разрушения корпуса очистителя от взрыва верхнее отверстие его диаметром 150 мм перекрывается резиновой перепонкой, взятой, например, из старой медицинской грелки.

Из схемы газогенераторной установки, приведенной выше (см. рис. 26), можно увидеть, что на трассе газопровода от газогенератора до двигателя нигде не предусмотрена установка задвижки.

Как показала практика монтажно-строительных работ, приобрести специальную газовую задвижку для маленького предприятия бывает очень трудно, а водяная задвижка, например, Лудло не достаточно герметична и через нее, как правило, подсасывается воздух, обедняя газовую смесь и тем самым нарушая устойчивую работу двигателя.

Установку газовой задвижки на газопроводе большого диаметра в этой конструкции с успехом заменяет установка водяного вентиля на вышеупомянутой переливной трубе диаметром 1" в нижней части газогенератора. При закрытии вентиля на переливной трубе уровень водяной подушки быстро поднимается, закрывает входное газовое отверстие и надежно преграждает путь газу из газогенератора.

3. Кирпично-металлические установки

Газогенераторная установка конструкции авторов книги „ГИХА-2“

Эта газогенераторная установка рассчитана на производительность до 80 куб. м в час сухого газа при работе на древесных чурках смешанных пород, размером 60 × 60 × 80 мм, влажностью до 25% и на кусковом торфе влажностью 30%. Установка состоит из кирпичного газогенератора с гидравлическим затвором, металлического очистителя, выполняющего одновременно две функции — скрубера и сухого очистителя, и ручного вентилятора всасывающего действия (см. рис. 26).

Если переводимый на газ двигатель сможет устойчиво работать только с калоризаторным зажиганием, то от установки ручного вентилятора можно отказаться.

Эта установка смонтирована и хорошо работает в санатории „Сукманиха“ Московской области, питаая газом двухтактный нефтяной двигатель низкого сжатия „Красный прогресс“ мощностью 18 л. с.

Установки той же конструкции смонтированы: 1) в Ивановской сельской больнице Ногинского района Московской области, производительностью 50 куб. м сухого газа в час, для питания двухтактного полудизеля „Возрождение“ мощностью 12 л. с., 2) в Костромской психиатрической больнице, производитель-

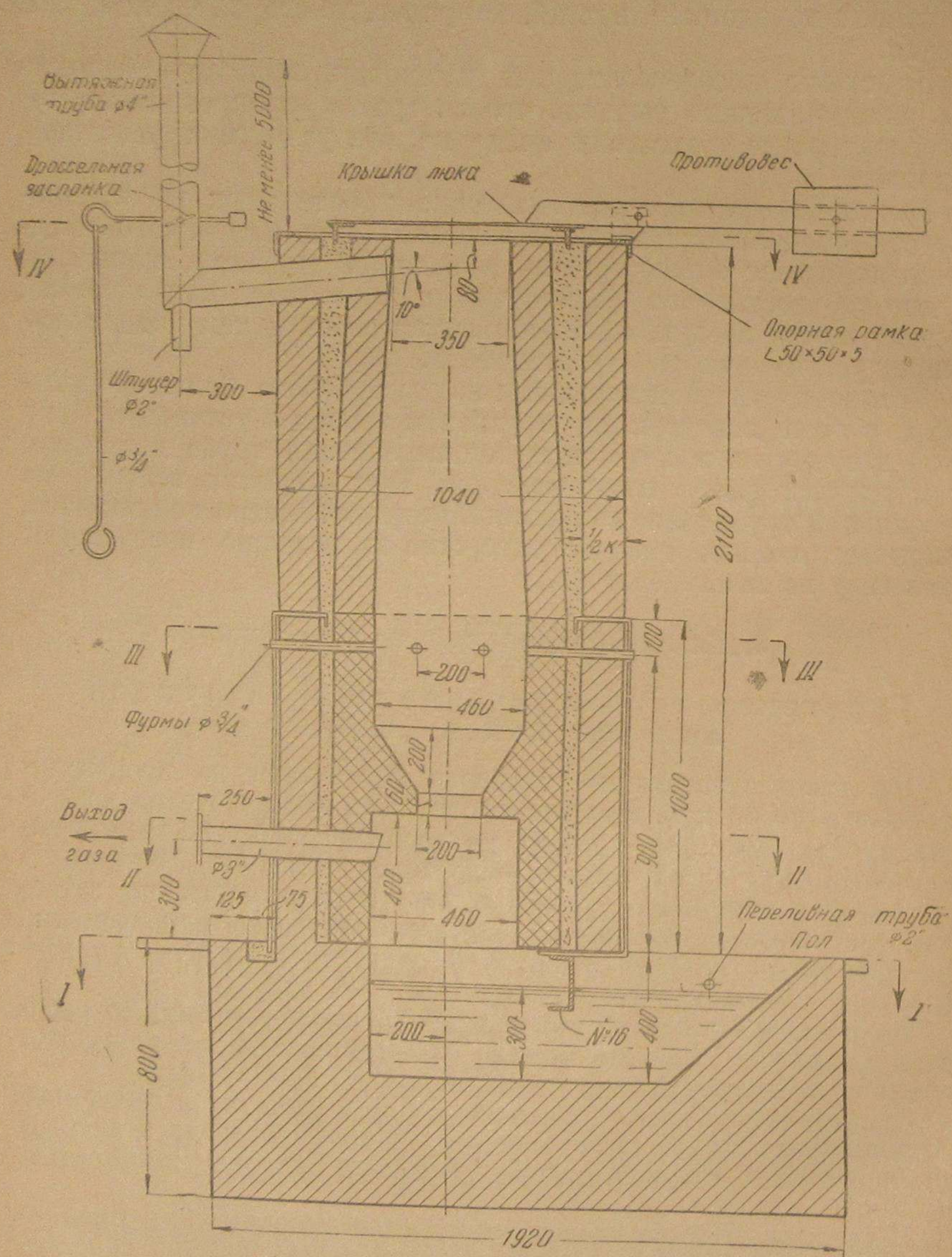


Рис. 34. Газогенератор „ГИХА-2“. Продольный разрез

ностью 250 куб. м сухого газа в час, для питания четырехтактного нефтяного двигателя низкого сжатия системы Мамина, мощностью 30 л. с., с дальнейшим переключением на питание га-

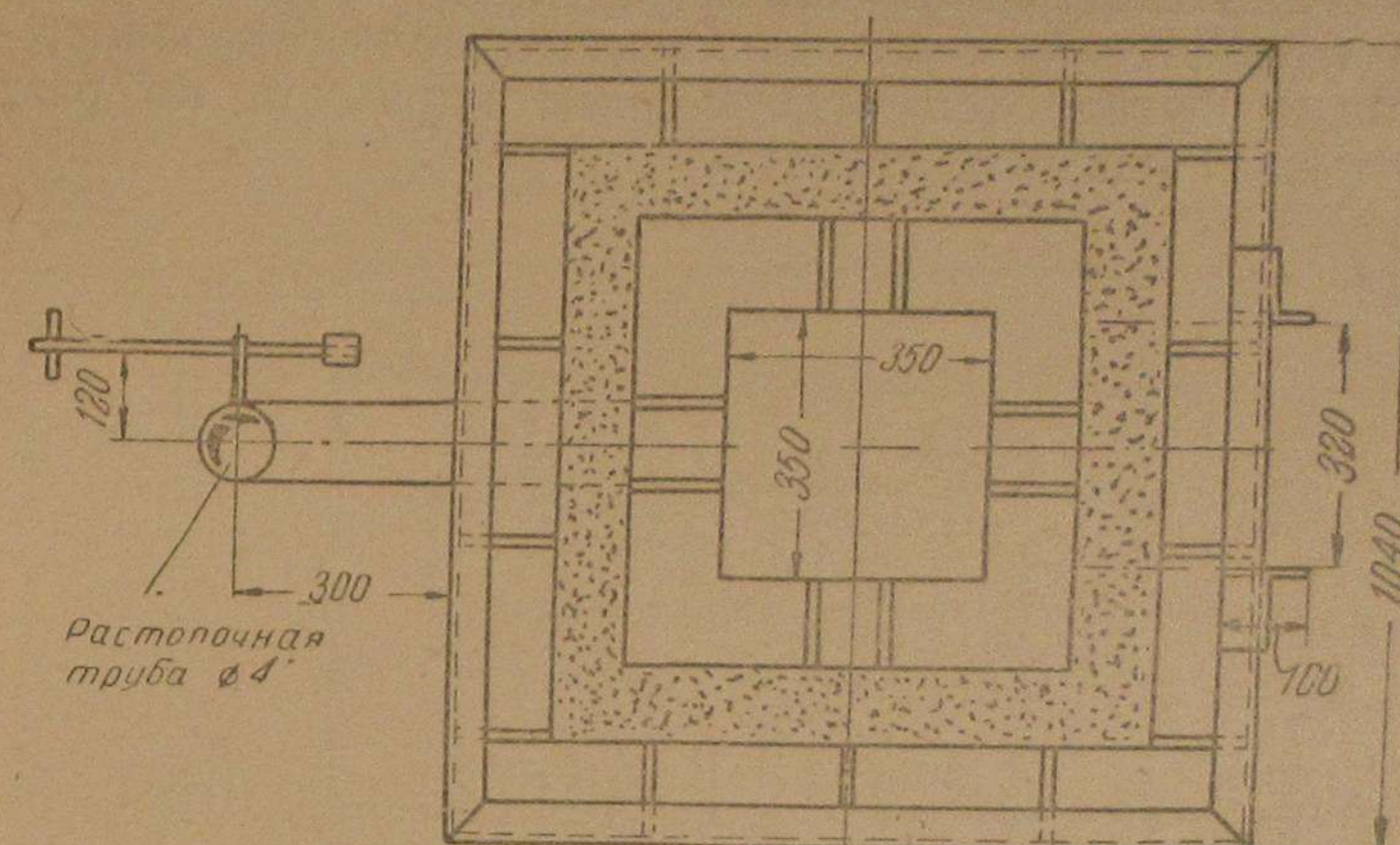


Рис. 35. Газогенератор „ГИХА-2“. Поперечный разрез IV—IV

зом компрессорного дизеля Литценмейера завода Г. Бромхей, мощностью 125 л. с.

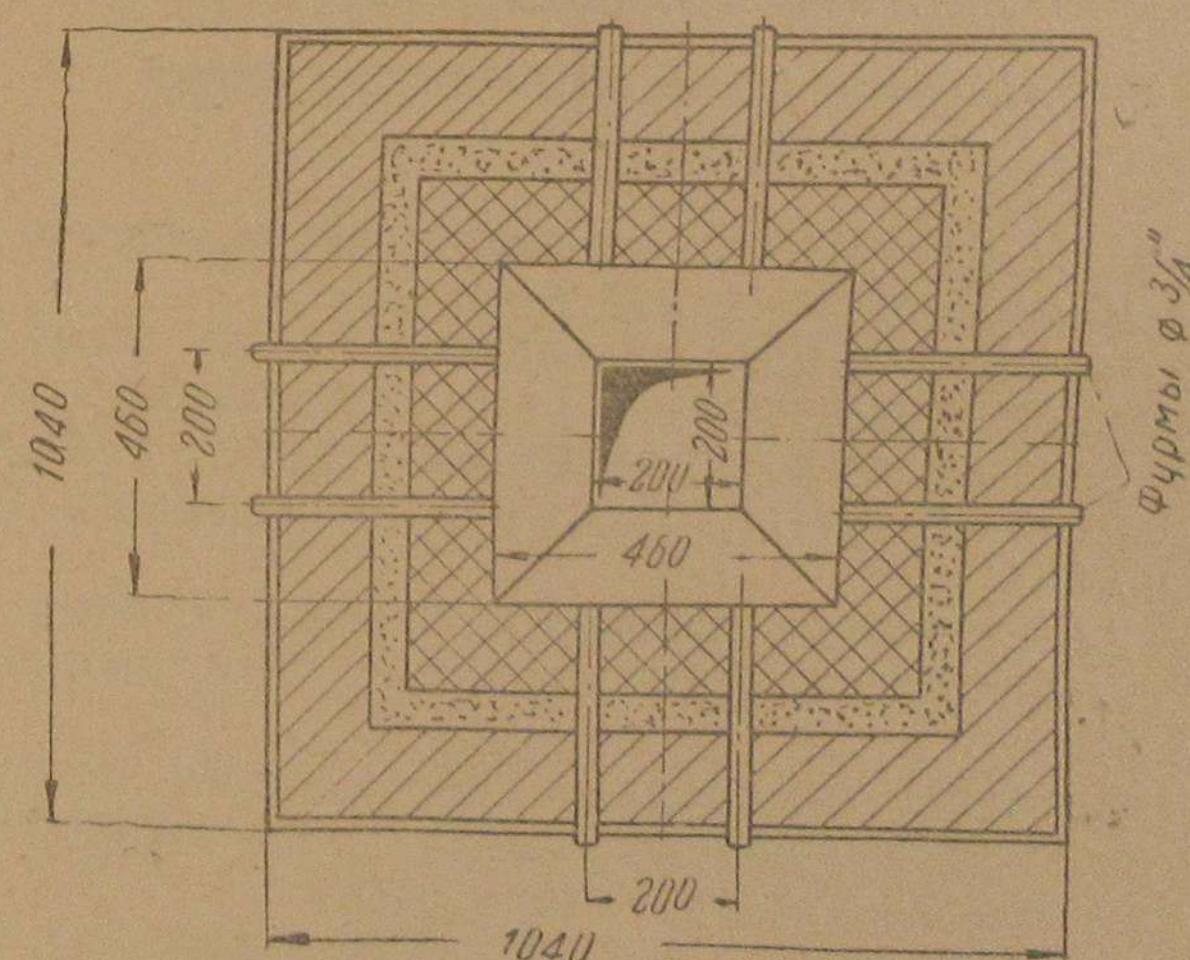


Рис. 36. Газогенератор „ГИХА-2“. Поперечный разрез III—III

Конструктивные переделки двигателей в связи с переводом на газ описаны в главе IV. Газогенератор выполняется в виде прямоугольной кир-

пичной шахты с сечением в зоне горения 460×460 мм и в зоне восстановления 200×200 мм (рис. 34, 35, 36, 37).

Наружные стенки шахты выкладываются из красного кирпича на глиняном растворе. Внутренние стенки в верхней части до фурменного пояса также делаются из красного кирпича, а ниже футеруются огнеупорным кирпичом на растворе из огнеупорной глины и шамота.

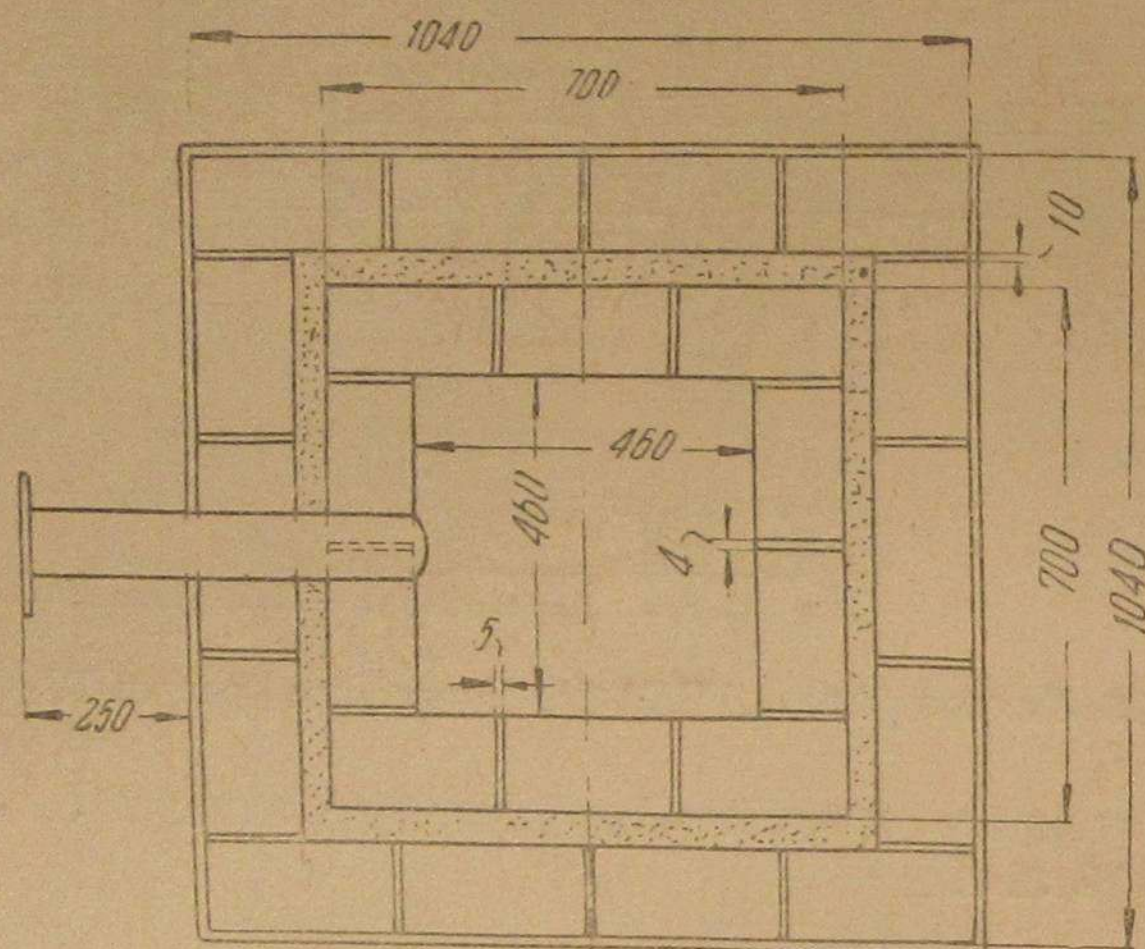


Рис. 37. Газогенератор „ГИХА-2*“. Поперечный разрез II—II

Высота газогенератора — 2,1 м, наружные размеры в плане — $1,040 \times 1,040$ м.

Для предотвращения подсоса воздуха внутрь газогенератора между внутренней и наружными стенками кладки шахты засыпается сухой речной мелко просеянный песок. С этой же целью нижняя часть газогенератора снаружи прикрывается железным кожухом (рис. 38).

На рис. 39 показана развертка задней стенки кожуха, на рис. 40 — передней стенки и на рис. 41 — боковой стенки кожуха.

Верхняя часть шахты снаружи обрамляется четырехугольной рамкой из углового железа (рис. 42), на которой крепятся проушины для крышки загрузочного люка.

Крышка при закрывании своими острыми краями входит в песочную штору, играющую роль песочного замка (рис. 43).

В верхней части газогенератор снабжается растопочной трубой диаметром 4" из кровельного железа. Горизонтальная часть растопочной трубы устанавливается с уклоном наружу. В нижней точке ее предусматривается устройство штуцера диаметром 2" для отвода конденсата.

Для изменения проходного сечения в растопочной трубе ставится дроссельная заслонка, снабженная ручкой (тягой) и противовесом.

Внутреннее сечение шахты газогенератора, начиная от самого верха до фурменного пояса, делается с постепенным уширением

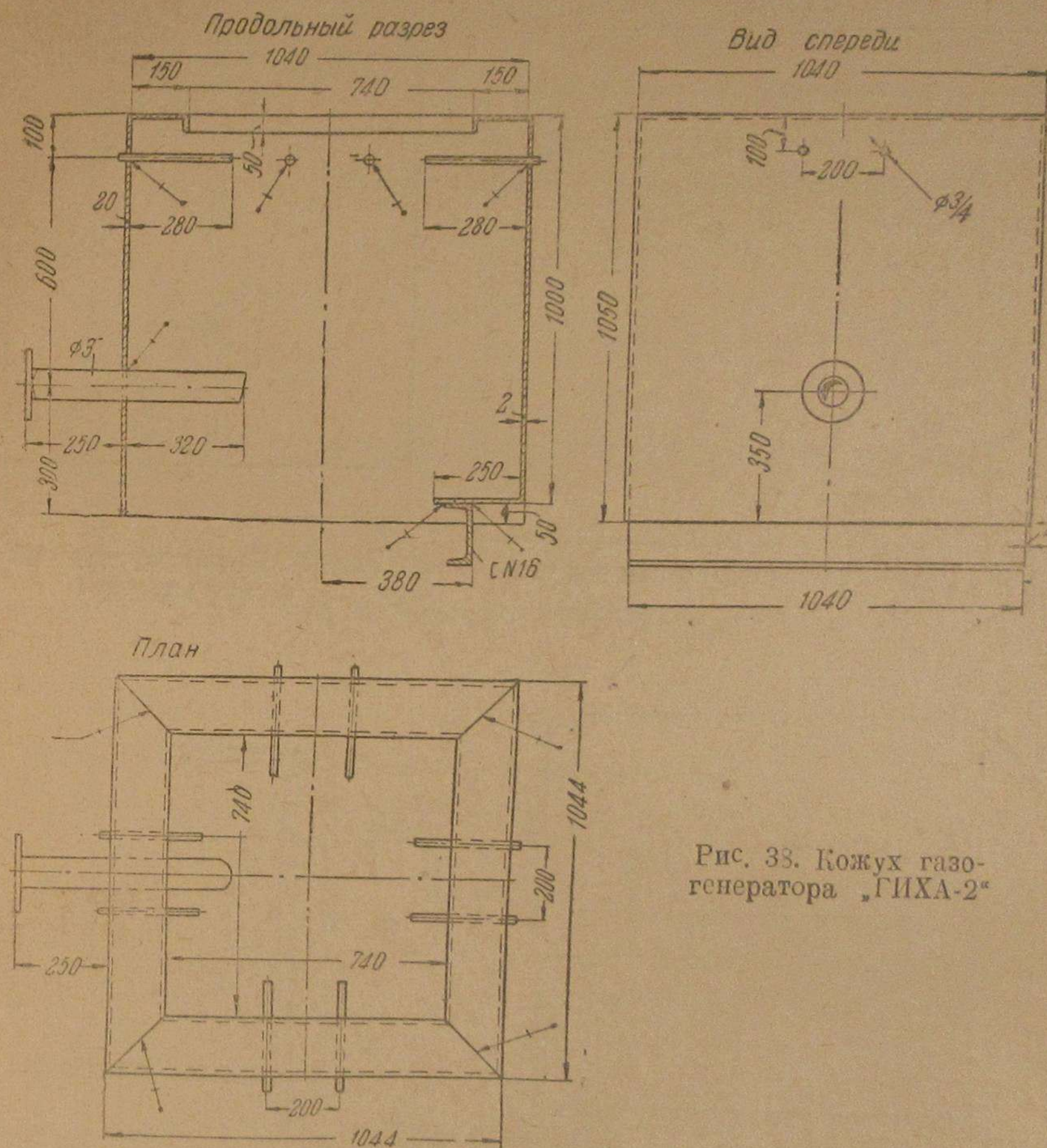


Рис. 38. Кожух газогенератора „ГИХА-2“

книзу. Газогенератор этой конструкции не нуждается в шуровке топлива.

Топливо в процессе газификации плавно сползает вниз под влиянием собственного веса, не создавая зависаний.

Подвод воздуха в газогенератор осуществляется через одnorядный фурменный пояс, состоящий из 8 фурм диаметром 3/4".

При сжигании полусухой чурки влажностью от 25 до 35% процесс газификации ведется с подготовкой топлива (см. выше стр. 36).

Отбор газа производится при помощи чугунного патрубка диаметром 3" с защитным козырьком.

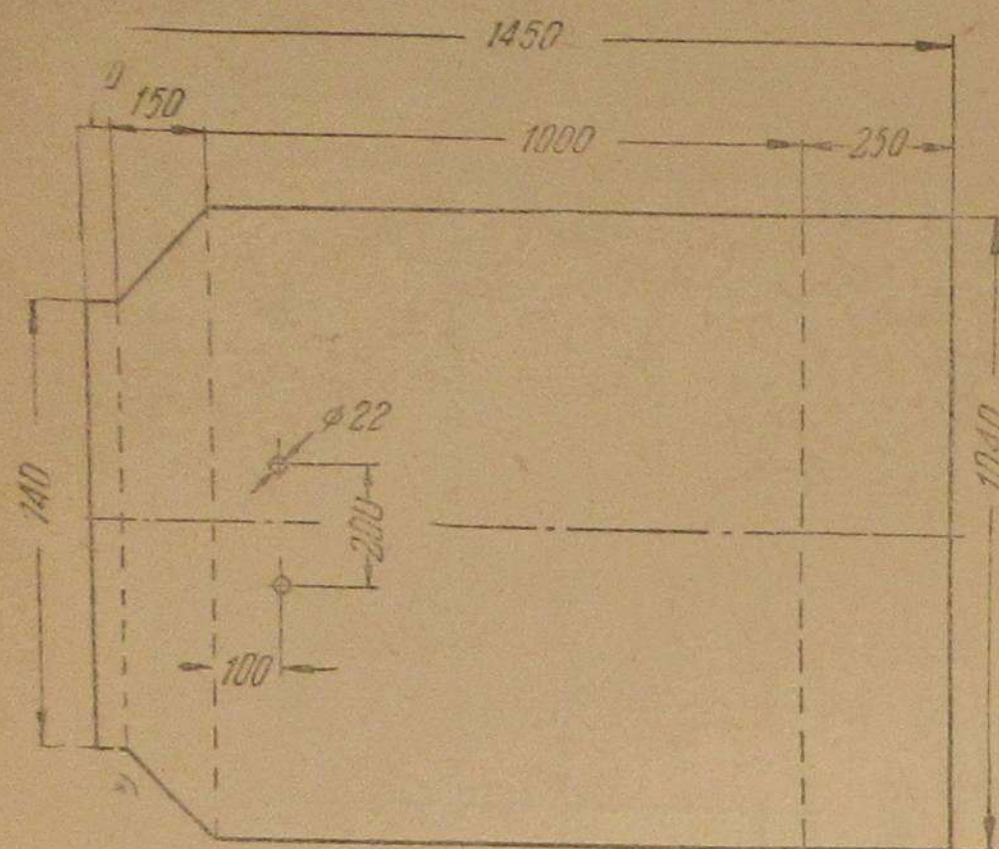


Рис. 39. Развертка задней стенки кожуха

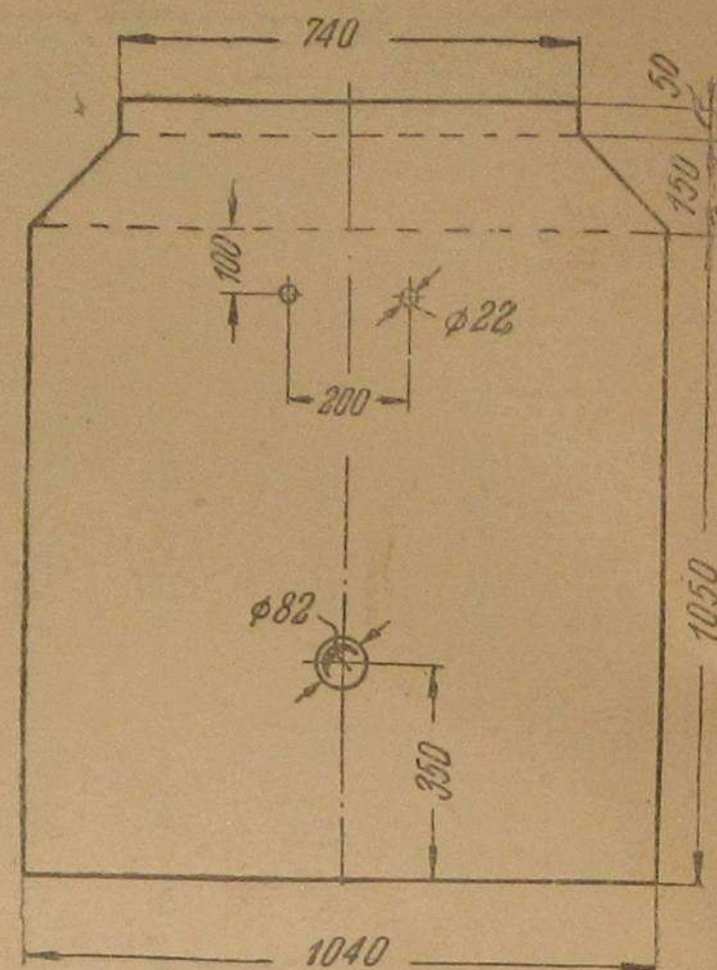


Рис. 40. Развертка передней стенки кожуха

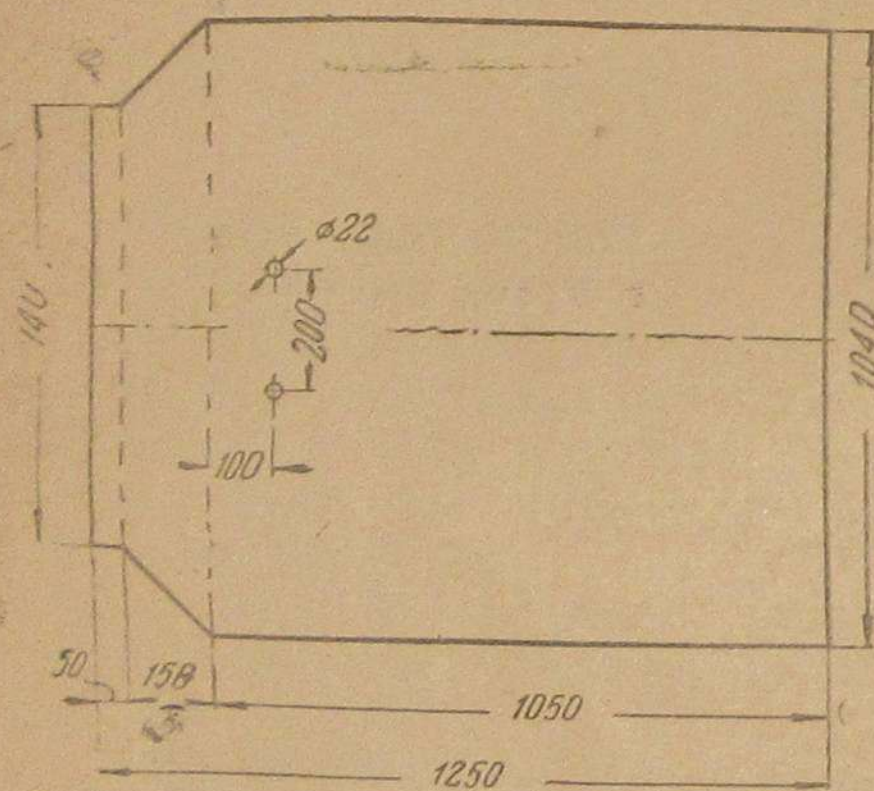


Рис. 41. Развертка боковой стенки кожуха

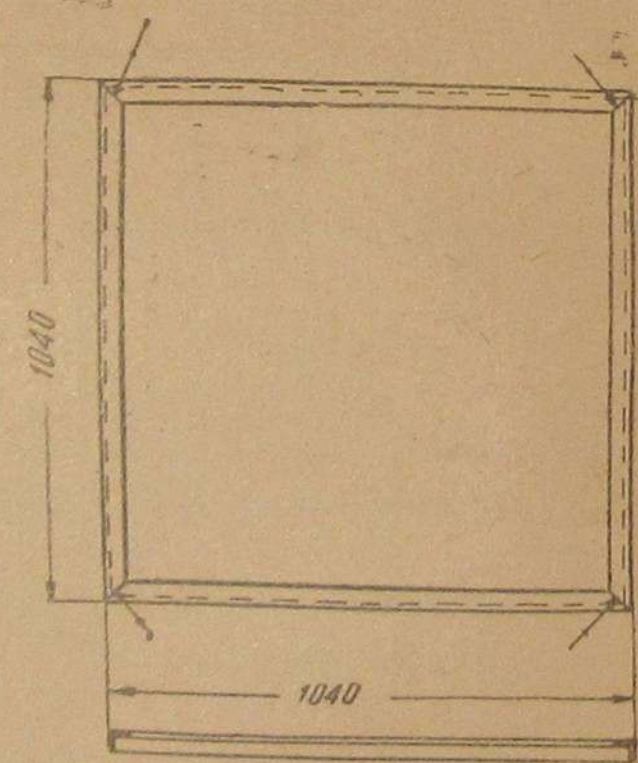


Рис. 42. Обрамляющая рамка

Столб топлива поддерживается шлаковой подушкой, опирающейся на дно гидравлического затвора. Стенки гидравлического затвора — кирпичные зацементированные (рис. 44).

Уровень воды в нем поддерживается на высоте 300 мм с помощью переливной трубки диаметром 1". Для предотвращения подсоса воздуха и барботизации его через слой воды

предусмотрено устройство перегородки из швеллера, глубоко сидящего в воде.

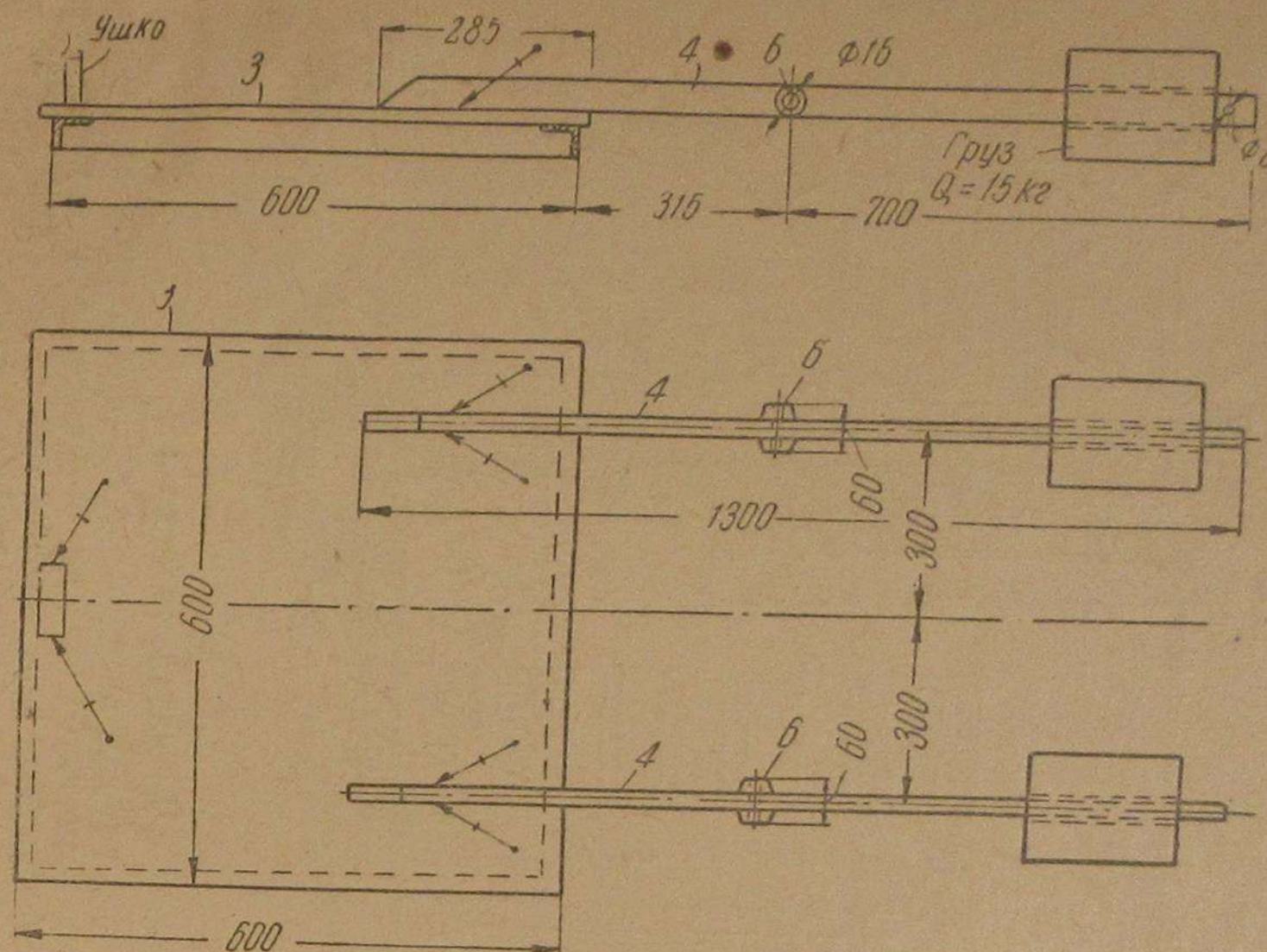


Рис. 43. Крышка загрузочного люка

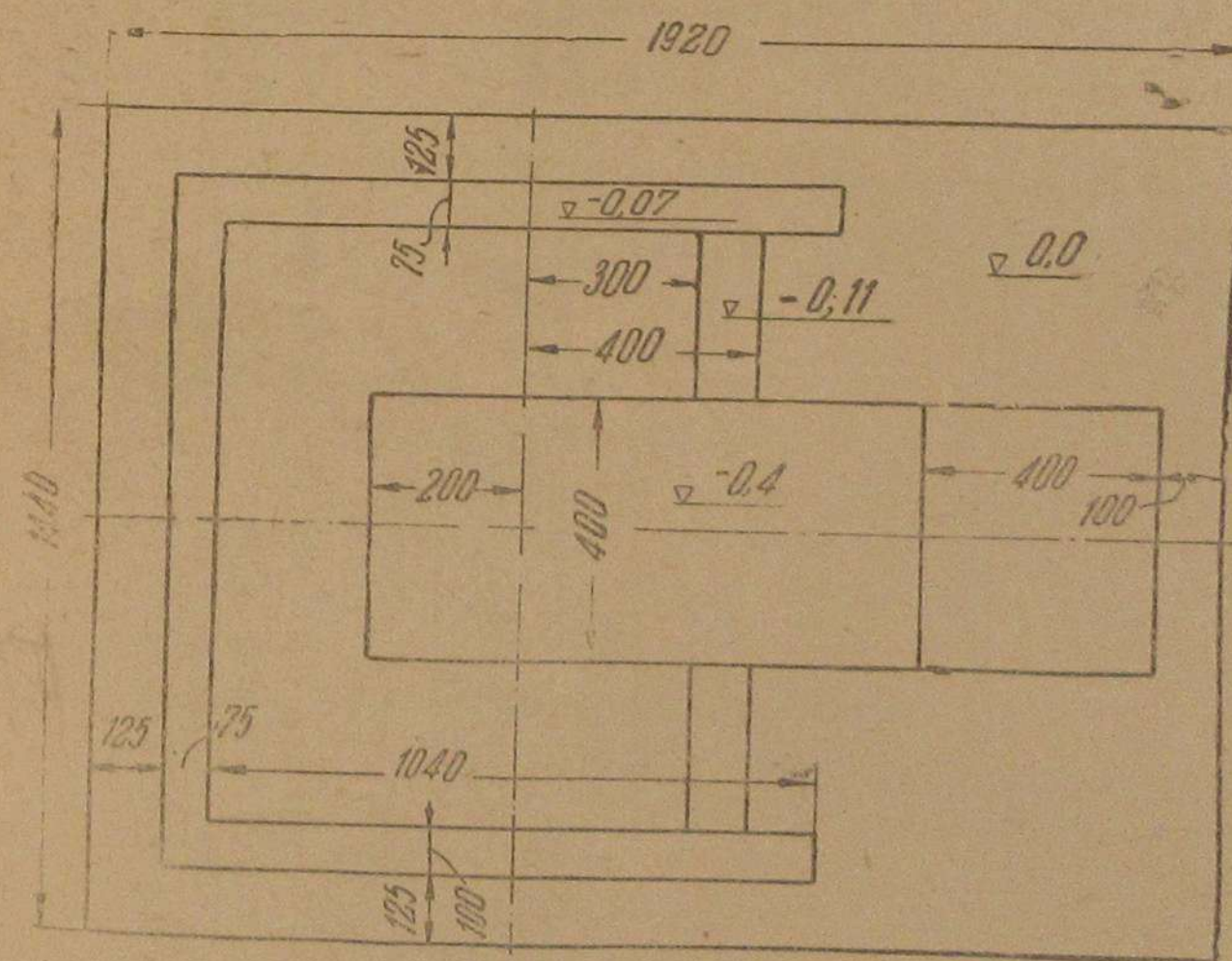


Рис. 44. План гидравлического затвора газогенератора „ГНХА-2“ (разрез I—I)

Выгребание золы производится через гидравлический затвор без нарушения процесса газификации и приостановки работы, что особенно важно при использовании в качестве топлива в газогенераторе торфа со значительным содержанием золы.

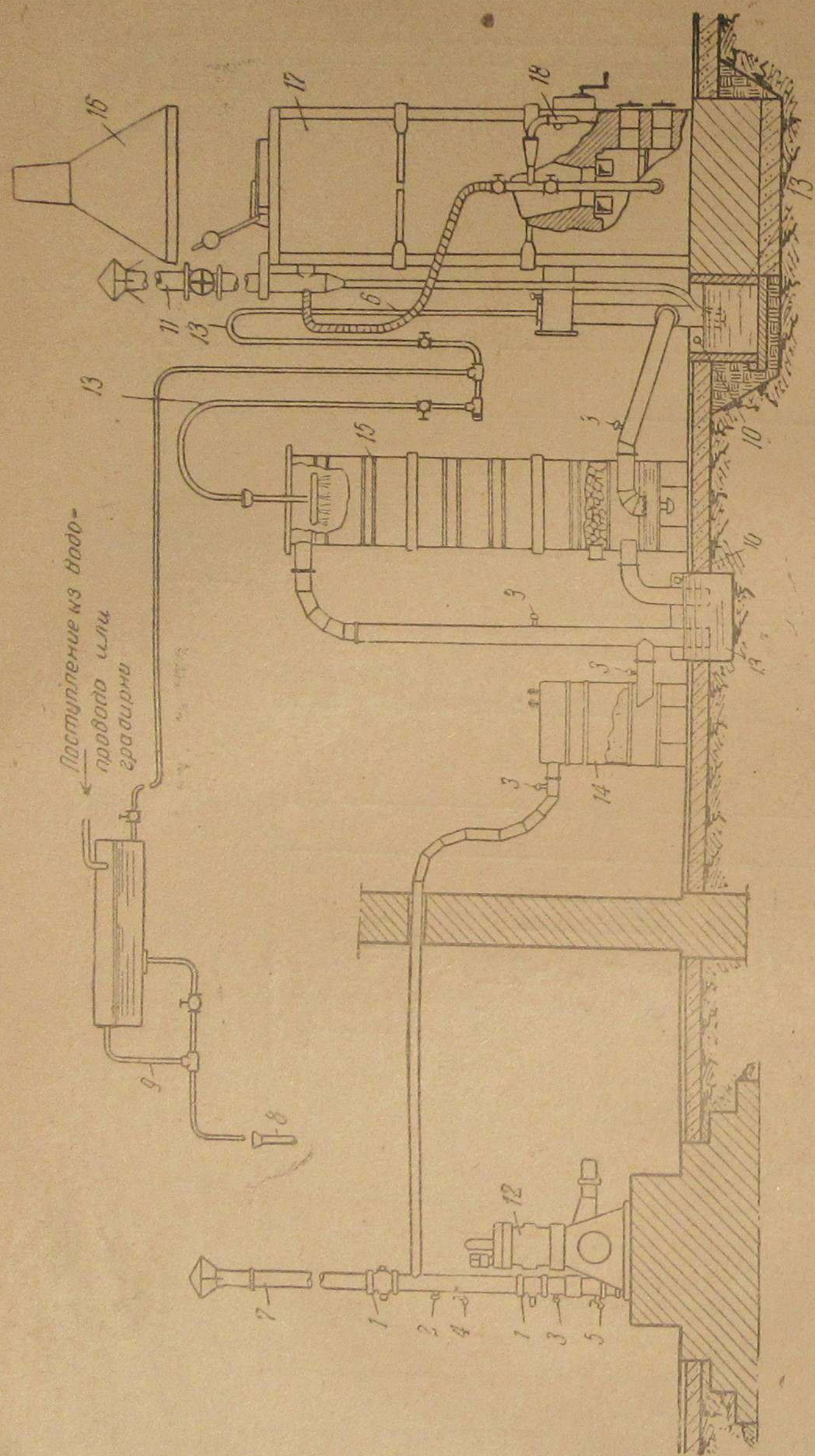


Рис. 45. Схема газогенераторной установки „Промзернопроекта“:

- 1 — проходной кран; 2 — штуцер для термометра; 3 — штуцер для манометра; 4 — пробный кран;
 5 — спуск конденсата; 6 — отвод конденсата; 7 — продувочная труба (свеча); 8 — спусковая труба;
 9 — переливная труба в огейном баке; 11 — расгоночная труба; 12 — двигатель;
 13 — гидравлический затвор; 14 — сухой очиститель; 15 — скруббер; 16 — зонт;
 17 — газогенератор; 18 — ручной вентилятор.

Конструкция и принцип работы очистителя в этих газогенераторных установках („ГИХА-2“) ничем не отличаются от конструкции его в газогенераторной установке „ГИХА-1“ (см. выше, стр. 37).

Газогенераторная установка „Промзернопроекта“

Эта установка рассчитана на минимальную производительность 100 куб. м в час сухого газа при работе на древесных чурках смешанных пород размером $80 \times 80 \times 120$ мм и максимальной производительность — 140 куб. м в час. Она состоит из кирпичной газогенераторной печи, металлического скрубера, сухого очистителя, двух гидравлических затворов, установленных — один между газогенератором и скруббером, другой — между скруббером и сухим очистителем и ручного вентилятора нагнетательного действия, подающего воздух в газогенератор через вытяжную трубу (рис. 45).

Отличительной особенностью схемы газогенераторной установки „Промзернопроекта“ является подвод охлаждающей воды между газогенератором и скруббером, благодаря чему достигается, во-первых, грубая очистка газа от уноса и смолы, во-вторых, предварительное охлаждение газа для предотвращения обратных реакций и защиты насадки скрубера от тления. Этот подвод воды может рассматриваться как первая ступень грубой очистки газа.

Газогенератор „Промзернопроекта“ выполняется в виде кирпичной шахты с прямоугольным сечением размером (в свету) 510×510 мм в зоне горения и 275×275 мм в зоне восстановления (рис. 46а и 46б). При длительной работе газогенератора с максимальной производительностью 140 куб. м в час сухого газа сечение зоны восстановления необходимо увеличить до размера 320×340 мм. Высота газогенератора 3,2 м. Наружные размеры в плане $1,255 \times 1,255$ м.

Стенки шахты имеют толщину в $1\frac{1}{2}$ кирпича. Наружная кладка выполняется из красного, хорошо обожженного кирпича на глиняном растворе. В зоне высоких температур устраивается огнеупорная футеровка в полкирпича на растворе из огнеупорной глины и шамота. Устойчивость кладки шахты обеспечивается путем обвязывания ее металлическим каркасом со стяжными болтами на горизонтальных поясах.

Верх газогенератора перекрывается листовым железом для защиты кладки от разрушения при загрузке шахты топливом. Уплотнение между ним и кладкой осуществляется рамкой из полосового железа, входящего в штробу кладки, наполненную мастикой из асбеста и глины.

Крышка загрузочного люка снабжена песочным затвором, предупреждающим проникновение газа в помещение, и противовесом. Она может быть открыта со стороны обслуживающей рабочей площадки.

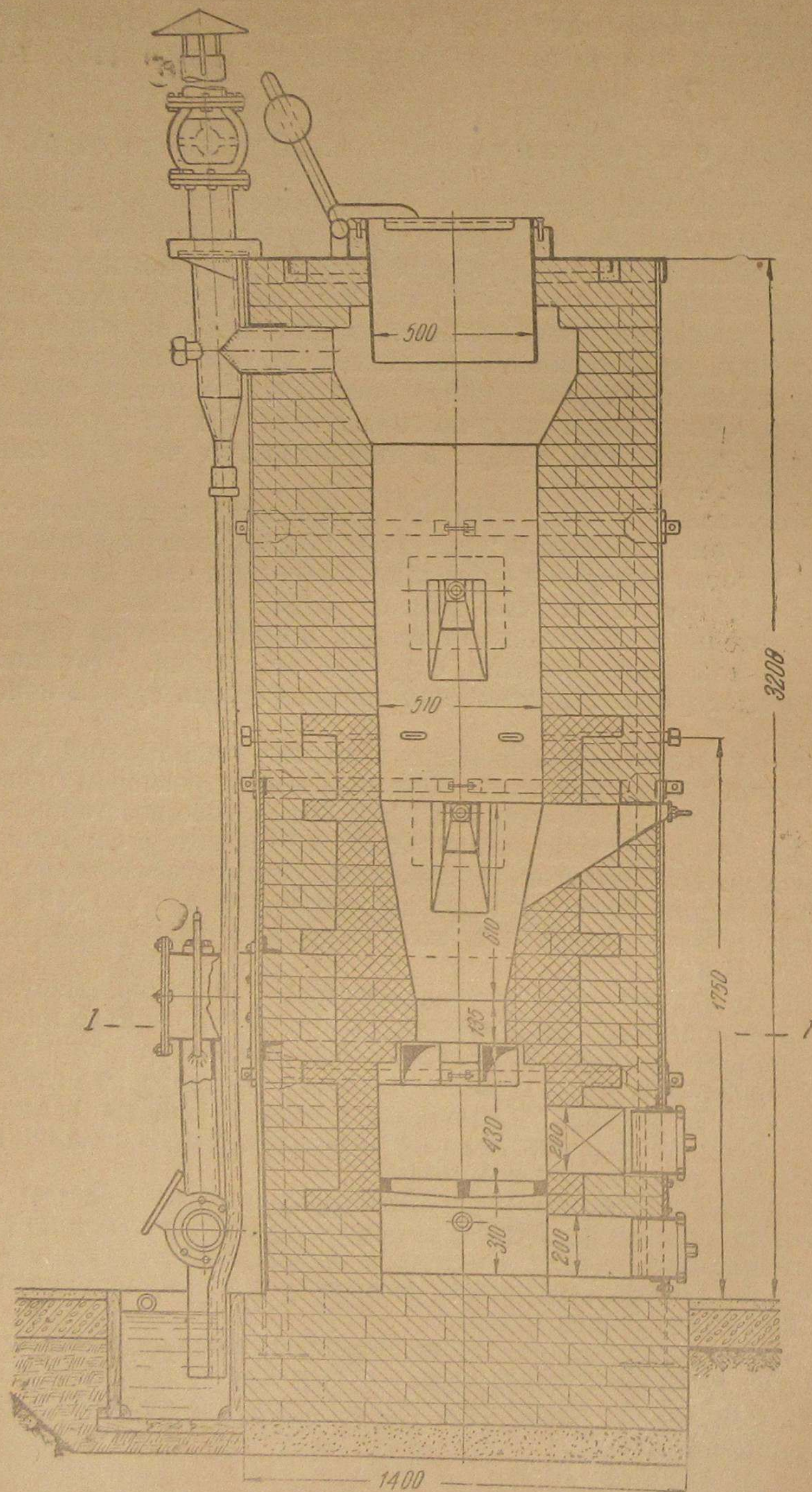


Рис. 46а. Газогенератор „Промзернопроекта“

В боковых стенках шахты для предупреждения зависания топлива в шахте газогенератора предусматриваются три небольших люка для периодической шуровки. Через эти же шуровочные отверстия может вестись наблюдение за состоянием слоя топлива.

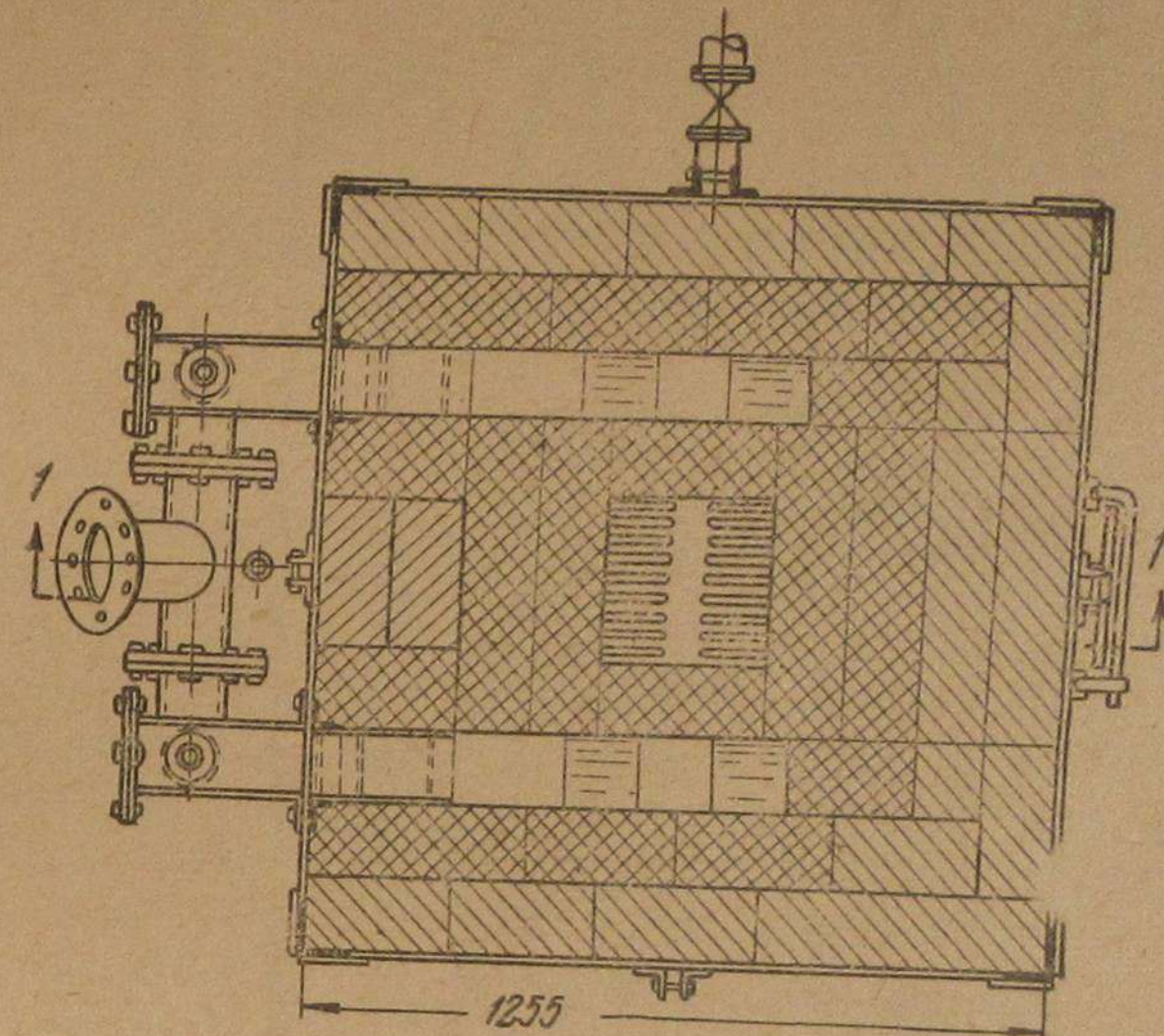


Рис 46б. Газогенератор „Промзернопроекта“

Отсос газа из шахты осуществляется через четыре окна в кладке, расположенные на одном уровне. Дальнейший путь газа: каналы внутри стенок газогенератора, металлические прямоугольные короба с фланцевыми крышками для периодической очистки от уноса, вертикальные стояки, помещенные свободными концами в гидравлические затворы. Отвод газа производится из горизонтального коллектора, соединяющего оба вертикальных стояка.

В вертикальных стояках осуществляется первая ступень грубой очистки газа путем распыливания воды через $\frac{1}{2}$ " трубы, подведенные сверху.

Ниже уровня газоотсоса располагается неподвижная колосниковая решетка для поддержания слоя топлива. Замена и установка колосников в период ремонта газогенератора производится через верхнюю растопочную дверцу. Через нее производится растопка газогенератора, после чего весь проем закладывается кладкой насухо без перевязки для защиты дверцы от высокой температуры, развиваемой в зоне золы и шлака (см. главу 1).

Ниже колосниковой решетки находится зольник. Очистка его от золы производится через зольниковые дверцы, во время остановки газогенератора. Зольниковые дверцы размещаются на общей фронтальной плите с растопочной дверцей.

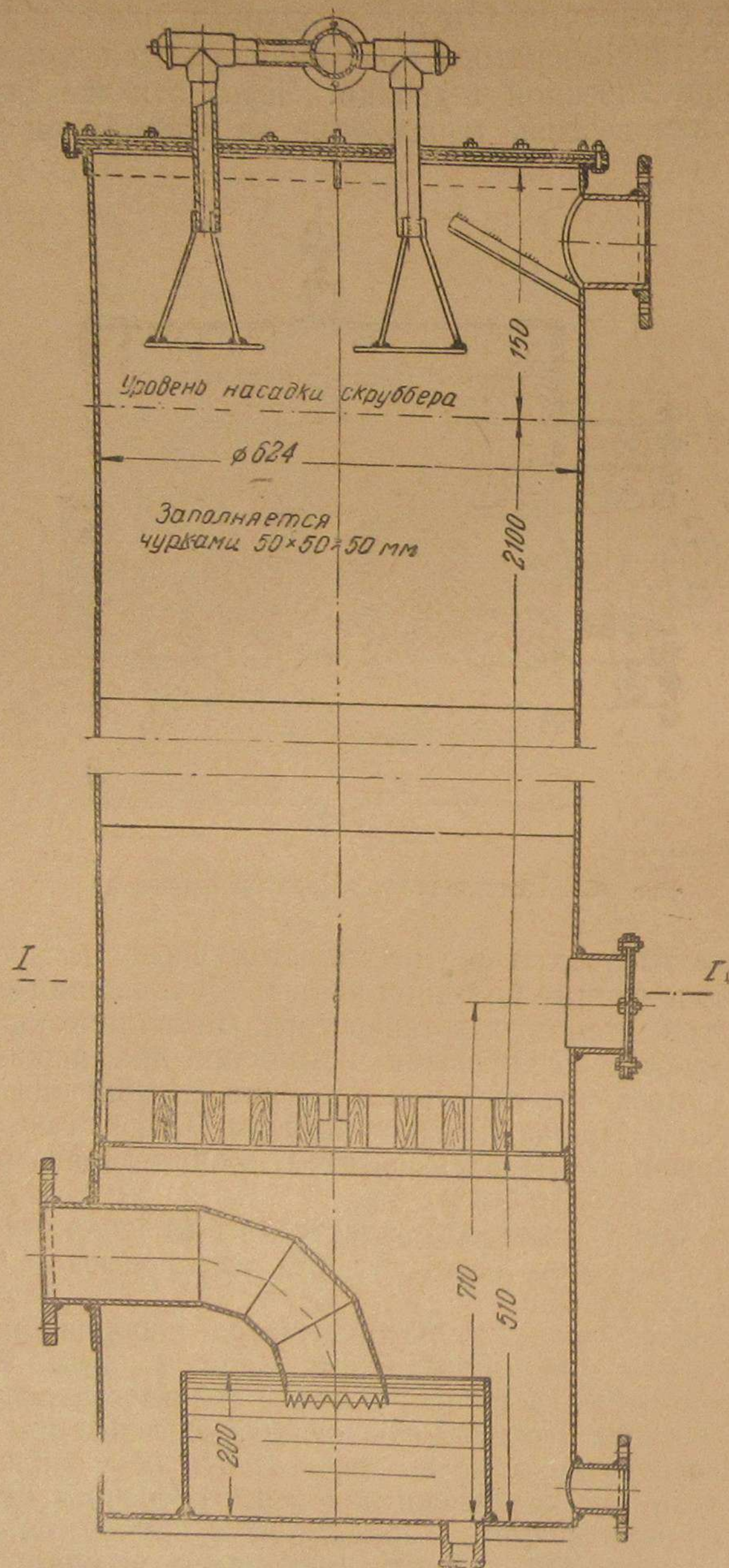


Рис. 47а. Скрубер „Промзернопроекта“

Для отвода продуктов сгорания и водяных паров газогенератор снабжается растопочной трубой диаметром 5", конденсат из которой отводится по трубе диаметром 2" в гидравлический затвор.

Подвод воздуха в газогенератор осуществляется через 8 фурменных отверстий, расположенных на одном уровне. Газогенератор может также работать с закрытыми фурмами, с подводом воздуха через растопочную трубу сверху вниз, с равномерным распределением его по всему периметру шахты, что достигается устройством уширенного кольца в верхней части кладки шахты. Такой процесс газификации (при закрытых фурмах) может оказаться полезным при сжигании очень сырого древесного

топлива влажностью до 45%. В случае использования более сухих дров процесс газификации ведется с открытыми фурмами при закрытой растопочной трубе.

Скрубер изготавливается из трех железных листов размером 1000×2000 мм (ОСТ 10020-39) толщиной 3 мм на сварке.

Высота скрубера без ножек 3 м, диаметр 0,624 м (рис. 47а и 47б).

В качестве насадки для скрубера можно использовать кокс с размером кусков не ниже 50×50 мм или деревянную чурку того же размера.

Насадку располагают на деревянной решетке. Высота слоя насадки — 2 м.

При входе в скрубер газ барботирует через воду, т. е. проникает через толщу водяной подушки и при этом резко охлаждается. Перед штуцером для отвода газа устраивается отклоняющий козырек для уменьшения уноса водяных капель.

Скрубер имеет съемную крышку, которая скрепляется болтами с фланцем из уголка, приваренным к корпусу скрубера.

Через крышку пропущены трубки трех оросителей каскадного типа. Для проверки состояния насадки устраивается смотровой люк диаметром 5".

Сухой очиститель изготавливается из одного железного листа размером 1000×2000 мм (ОСТ 10020-39) толщиной 3 мм на сварке (при этом его габарит соответствует габариту одной бочки). Высота сухого очистителя 1000 мм, внутренний диаметр — 0,624 м (рис. 48).

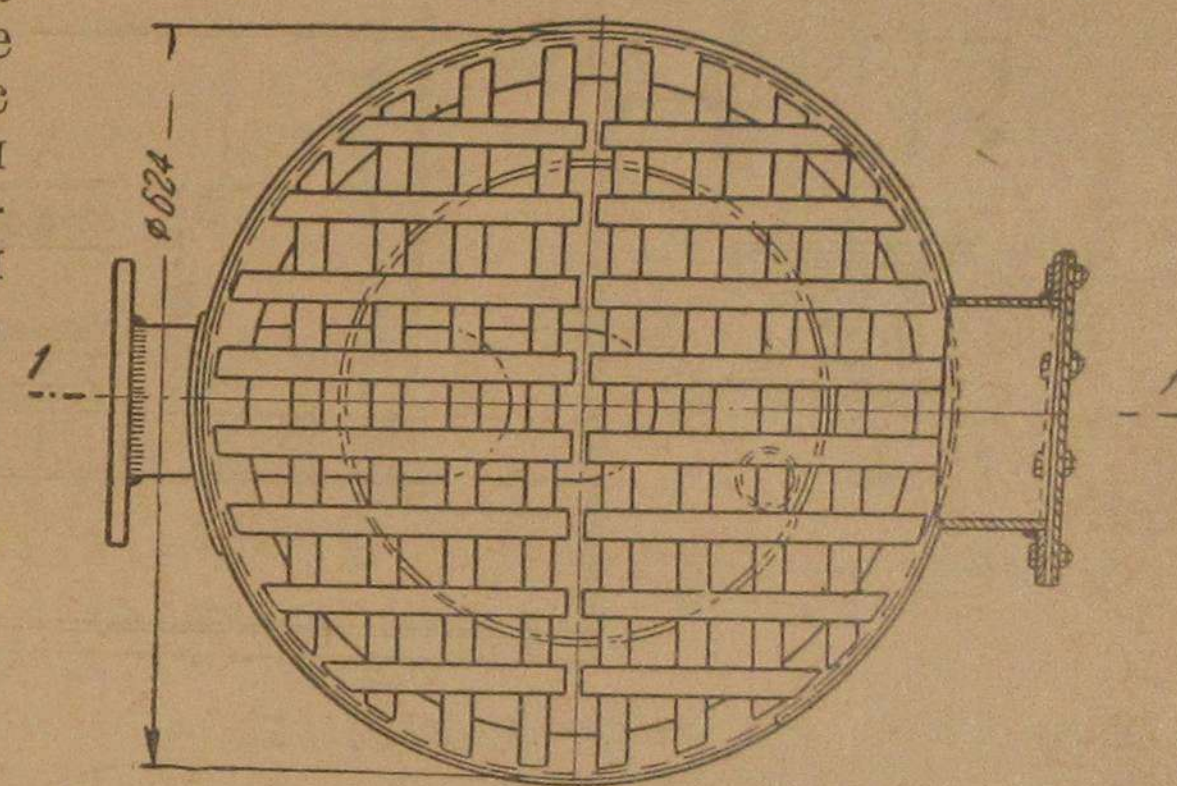


Рис. 47б. Скрубер „Промзернопроекта“

Шахта скрубера имеет сечение 510×400 мм. Она заполняется насадкой из кокса высотой 1,5 м, опирающейся на решетку.

В дно шахты пропущена труба для удаления скруберной воды. Свежая вода подводится сверху через ороситель-дождевик. Газ выходит из верхней части шахты скрубера в кирпичный боровок и, опускаясь по нему вертикально вниз, попадает в сухой очиститель.

Шахта сухого очистителя имеет сечение 500×400 мм и заполняется хворостом, опирающимся на решетку. Газ выходит из верхней части шахты в газовую трубу диаметром 2".

Все боковые грани кирпичного массива хорошо цементируются. Цементируются также внутренние стенки и дно шахты скрубера. Все три шахты закрываются металлическими крышками.

Для повышения качества газа, получаемого от этой установки, в дальнейшем в ее конструкцию были введены следующие усовершенствования: 1) устройство по наружному периметру

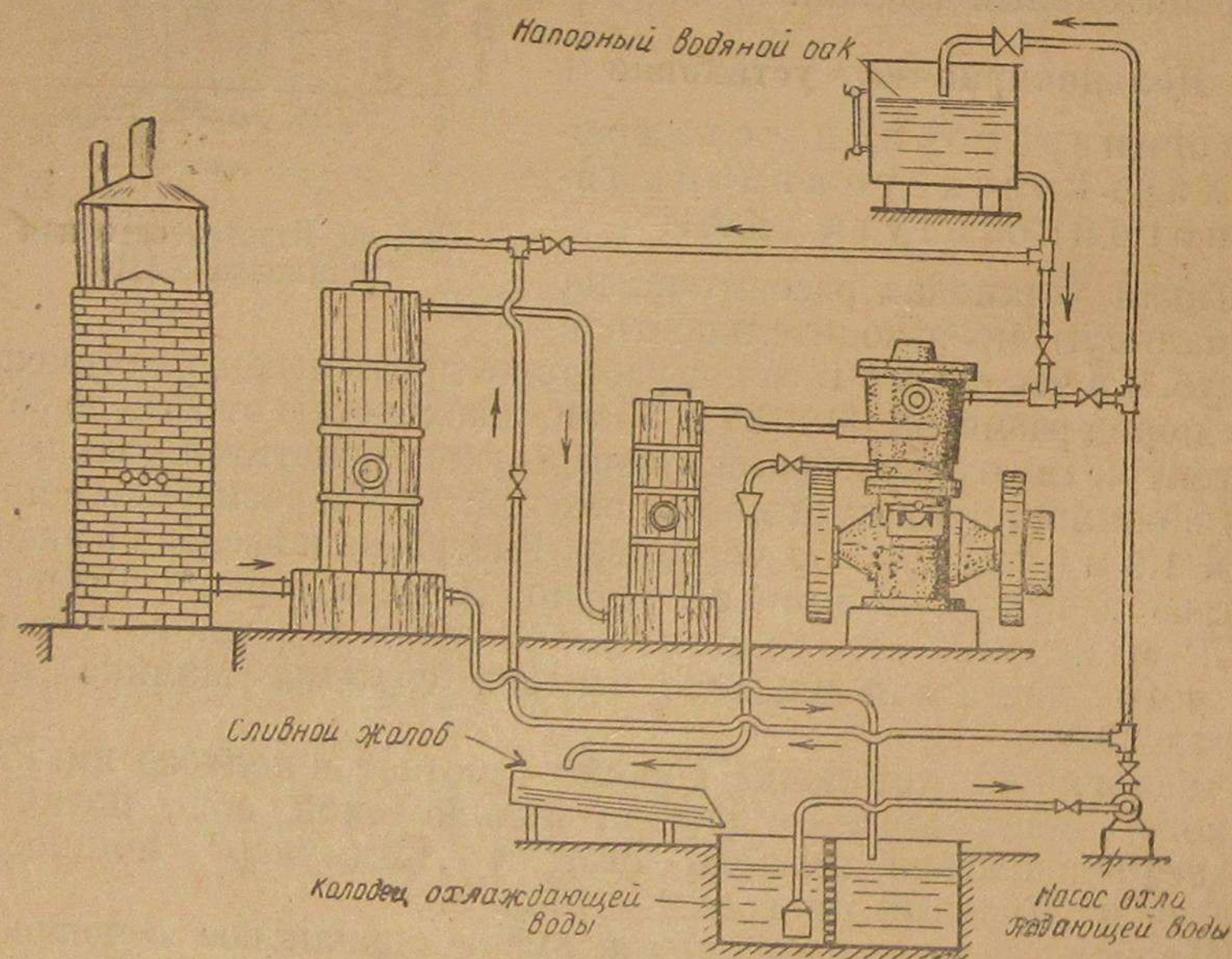


Рис. 50. Схема газогенераторной установки „Сибиди“

основания установки барьера высотой 250 мм с засыпкой пространства между ним и массивом речным песком, 2) устройство песочного затвора перед фронтом дверей в виде кирпичного кольца, 3) установка общей деревянной рамки высотой 200 мм вокруг крышек скрубера и сухого очистителя, заполняемой песком во время работы газогенераторной установки.

5. Модернизация газогенераторных установок „СИБАДИ“

В течение 1943—1944 г. на многих мелких предприятиях и в больницах были выстроены газогенераторные установки по проекту Сибирского автодорожного института („Сибиди“), состоящие из кирпичного газогенератора упрощенной конструкции, деревянного скрубера и деревянного сухого очистителя (рис. 50).

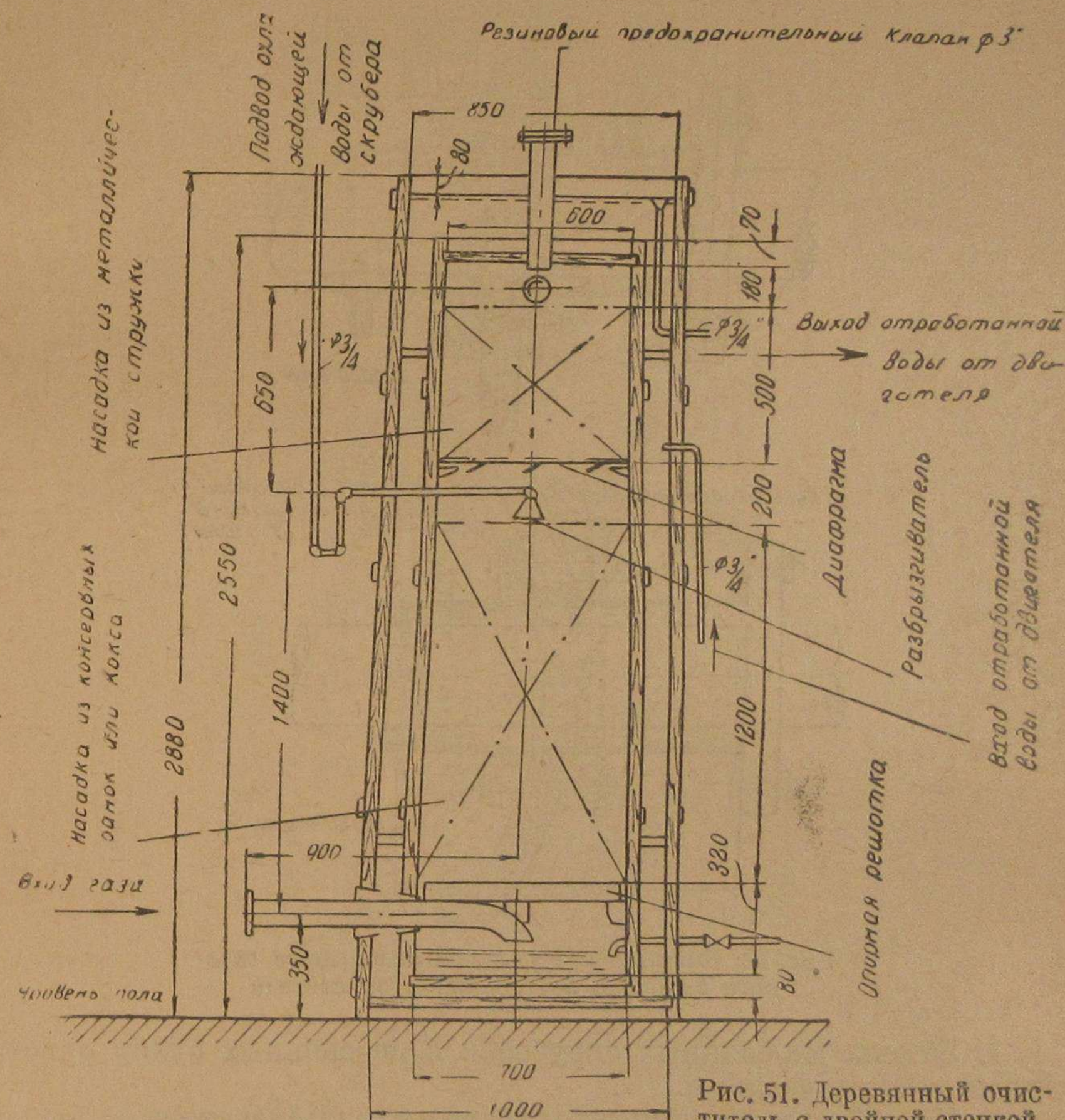


Рис. 51. Деревянный очиститель с двойной стенкой

Эти установки плохо зарекомендовали себя в работе. Основным недостатком этих установок являлось наличие деревянных скруберов.

От прикосновения с горячими газами деревянная клепка высыхала и сквозь щели начинал подсасываться воздух, обедняя газовую смесь.

Применение деревянных скруберов возможно только с двойными стенками, при постоянном заполнении водой кольцевого промежутка между ними (рис. 51, 52), с устройством резинового предохранительного клапана в верхнем днище скрубера. Были предложены следующие способы для устранения дефектов установок „Сибади“

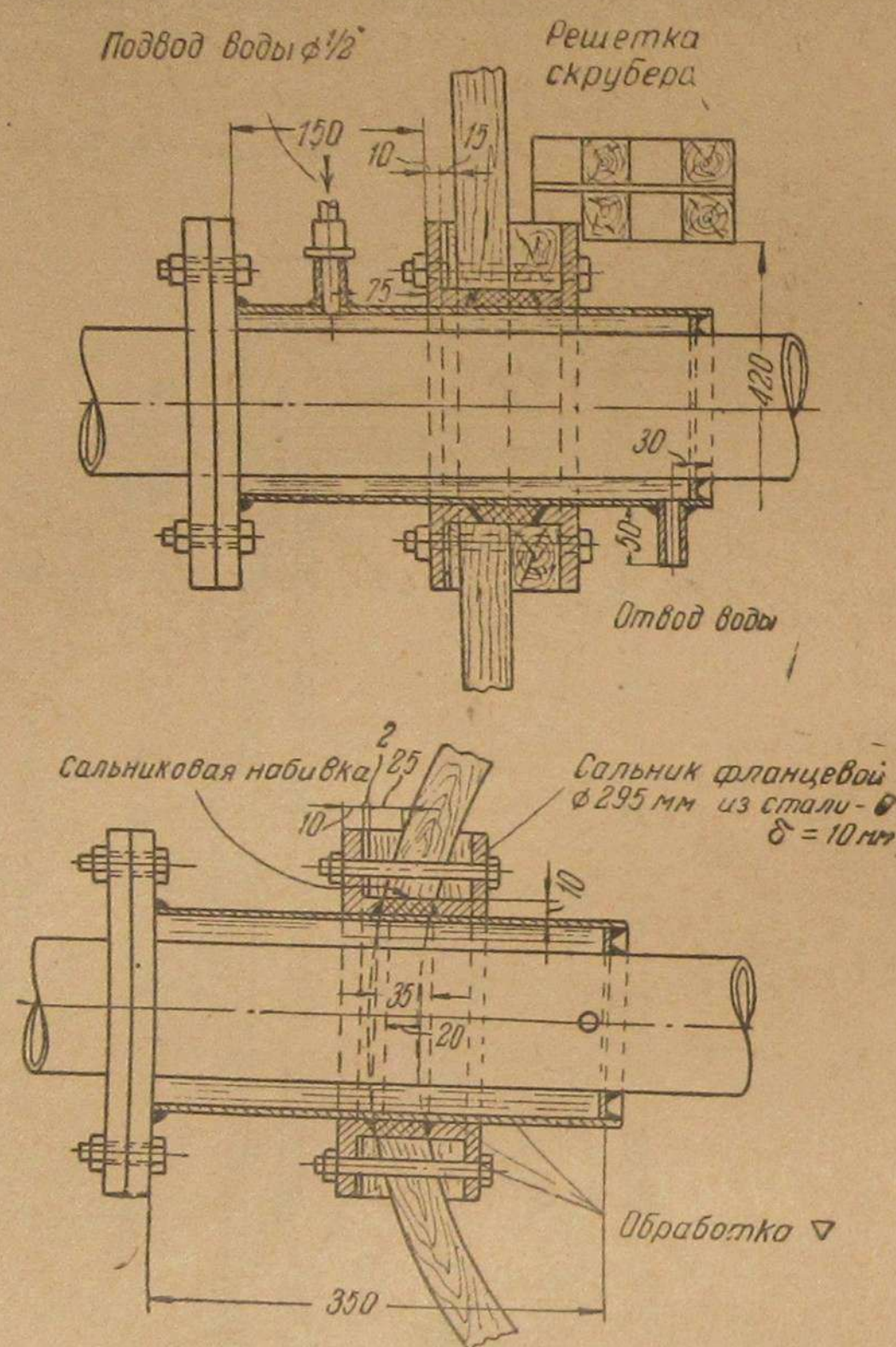


Рис. 52. Конструкция уплотнения входного газового патрубка в деревянном очистителе

1. Замена деревянных скруберов и деревянных сухих очистителей металлическими.

2. Устройство кирпичного барьера у газогенератора до уровня фурм с заполнением пространства между ним и наружными стенками газогенератора мелким сухим песком (рис. 53) для предотвращения присоса воздуха через нижнюю часть кладки.

3. Устройство песочного затвора перед фронтом растопочной дверки в виде кирпичного колодца высотой 600 мм (засыпаемого песком после закладывания деревянного щитка) для предотвращения присоса воздуха через неплотности в дверке.

4. Переделка растопочной трубы с приданием ей уклона наружу и устройством трубы диаметром 2\"

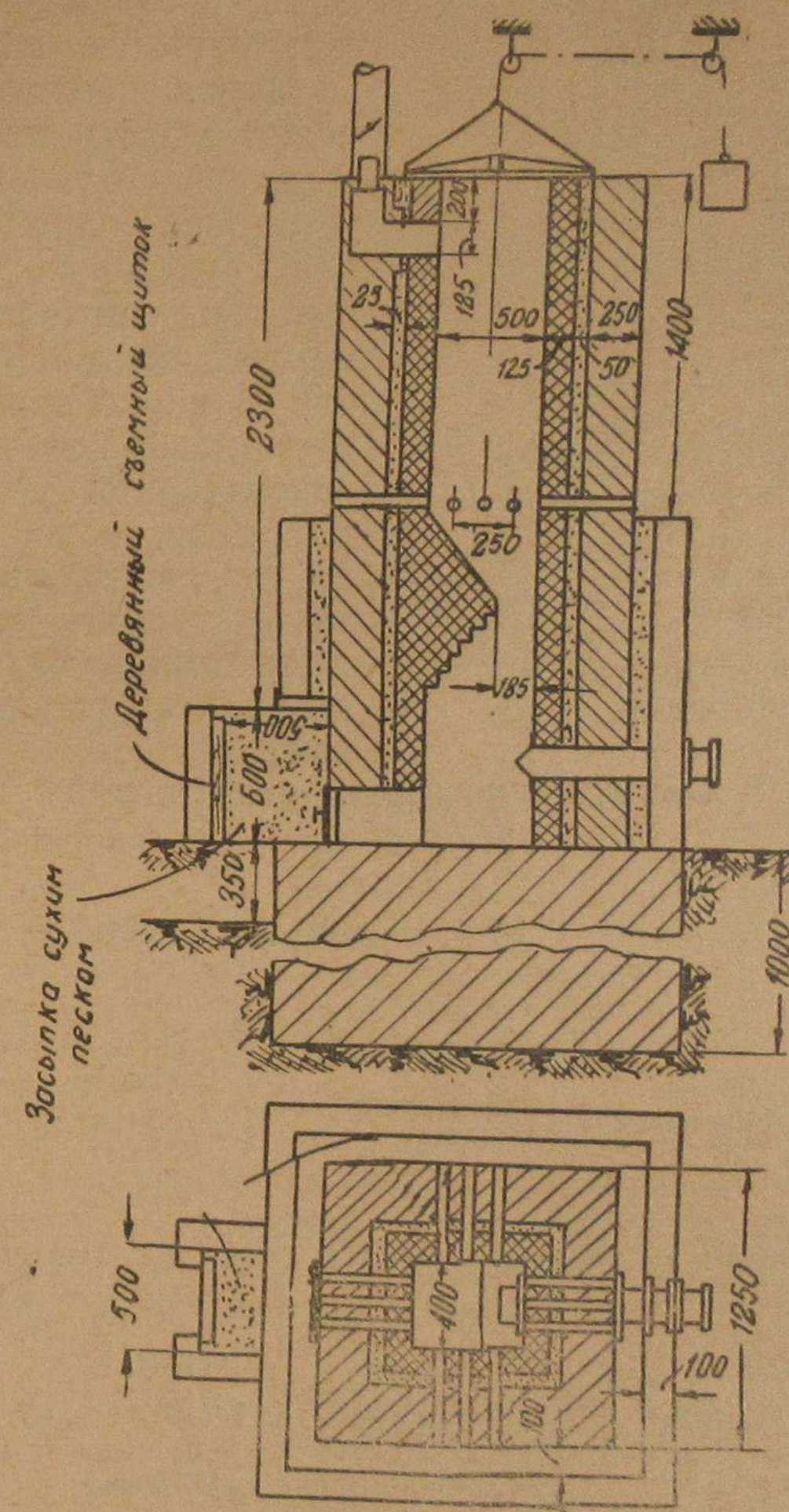


Рис. 53. Переустройство нижней части газогенератора „Сибади“

6. Выбор типа газогенераторной установки

При выборе типа газогенераторной установки необходимо всемерно учитывать местные условия: род и качество топлива, габариты помещения, наличие стройматериалов, инструмента и станочного оборудования.

Производительность газогенераторной установки не должна иметь значения при выборе ее типа, так как все газогенераторные установки, описанные выше, могут быть легко пересчитаны на заданную производительность (см. главу VI).

Марка двигателя также не может влиять на тип газогенератора. От газогенераторной установки одной и той же конструкции могут с успехом питаться самые разнообразные марки двигателей. В зависимости от марки двигателя может изменяться только схема газогенераторной установки. Так например, если переводимый на газ двигатель может работать только электрическим зажиганием, то обязательной становится установка ручного вентилятора.

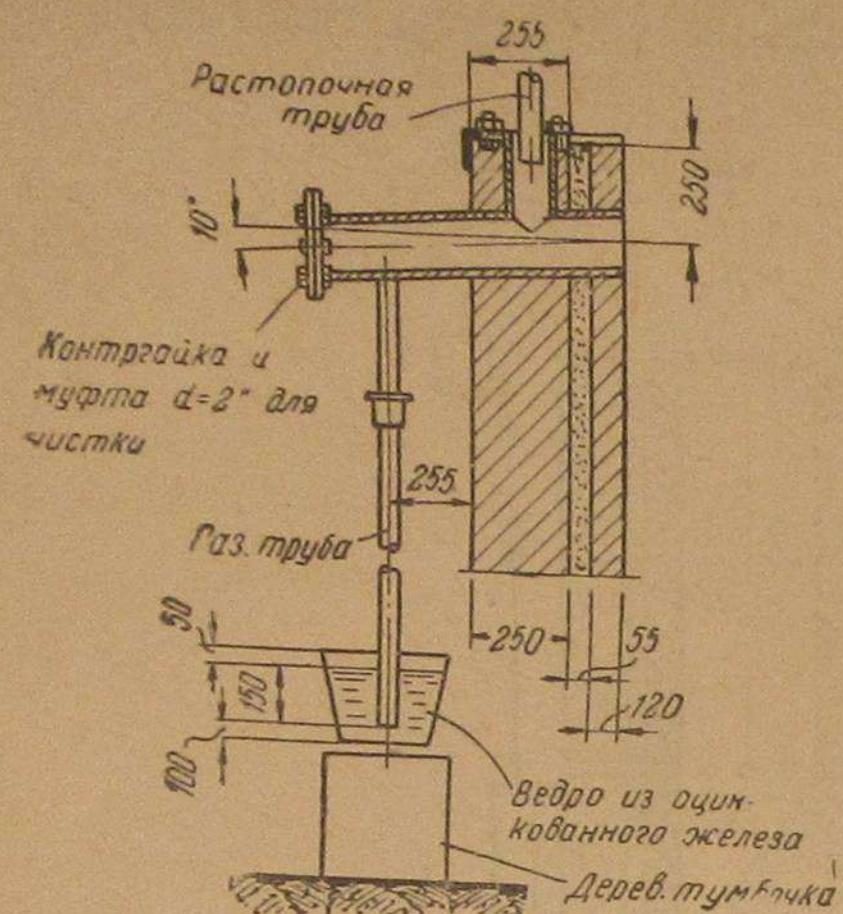


Рис. 54. Переделка распашной трубы

В таблице 8 даются указания, облегчающие выбор газогенераторной установки.

Таблица 8

Выбор типа газогенераторной установки

Тип газогенераторной установки	Мощность двигателя	Характеристика помещения	Основные необходимые строительные материалы	Род топлива
Промэнергопроект	Свыше 25 л. с.	Высокое, просторное	Кирпич, железо листовое в достаточном количестве	Сырая древесина
Инж. Дубовского	Свыше 40 л. с.	Открытая площадка или помещение низкое, но со значительной площадью	Железо листовое в достаточном количестве	Сухая древесина
ХАИ	до 40 л. с.	Стесненное	Кирпич	Сухая древесина
ГИХА-2	Свыше 12 л. с.	Стесненное низкое	Кирпич, обрезки листового железа	Сухая древесина, торф
ГИХА-1	до 18 л. с.	Очень стесненное	Кожух утермарковской печи	Сухая древесина

ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ НА СИЛОВОМ ГАЗЕ

Ввиду большого разнообразия марок и типов двигателей внутреннего сгорания, имеющих на мелких предприятиях, нельзя указать какого-либо общего способа по их переводу на силовой газ. Нельзя так же рекомендовать какие-либо стандартные чертежи для изготовления дополнительных деталей, необходимых для их переоборудования.

1. Переоборудование двухтактного нефтяного двигателя низкого сжатия с калоризатором

Можно ожидать устойчивой работы двухтактного двигателя переоборудованного по следующему способу:

1) Газ подводится к смесителю простого тройникового типа с тремя дроссельными заслонками (рис. 55, 56, 57), две из которых (газовая и воздушная) — с регулировкой вручную, а третья — газо-воздушная, иногда соединяемая при помощи тяг с регулятором числа оборотов.

2) Газо-воздушная смесь вводится в картер двигателя (рис. 60), благодаря чему происходит продувка цилиндра и некоторое количество свежей смеси уносится вместе с отработанными газами наружу.

3) Для предотвращения возможных взрывов в картере двигателя на нем вместо одного из воздушных клапанов устанавливается предохранительный клапан, конструкции которого могут быть разнообразны (рис. 61).

4) В момент вспышки газо-воздушной смеси в цилиндре возможно обратное движение газа к газогенератору, что вредно отражается на работе всей газогенераторной установки; газ начинает отсасываться неравномерно, работа двигателя также становится неравномерной, и часть его мощности теряется. Во избежание этого на газо-воздушной трубе двигателя рекомендуется устанавливать обратный клапан (нормальной конструкции).

5) Для увеличения степени сжатия двигателя с 4 до 6—7 атм. либо ставят дополнительные прокладки в головках шатунов, либо имеющийся калоризатор заменяют новым с меньшим объемом газового пространства.

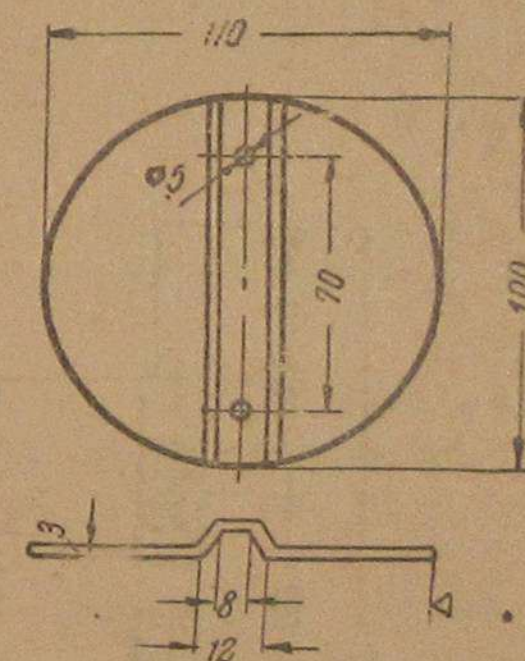


Рис. 55. Дроссельная заслонка

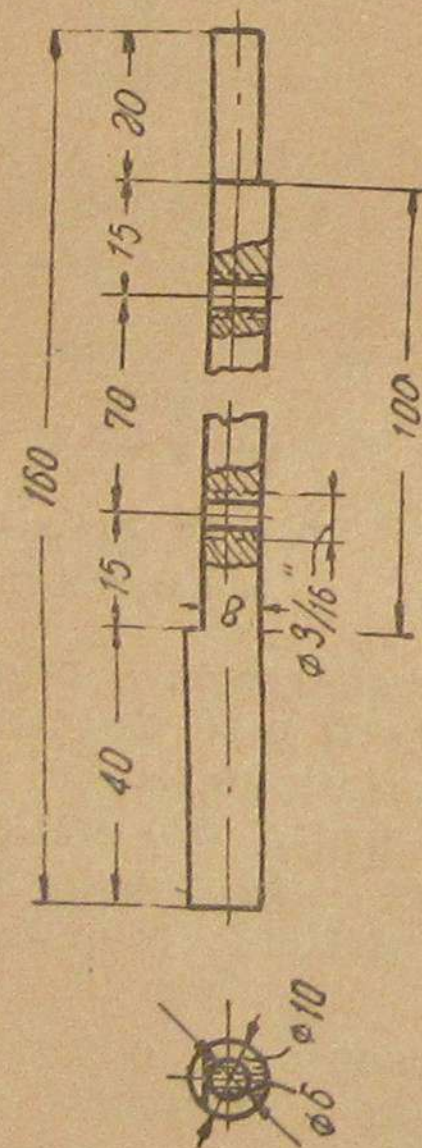


Рис. 56. Ось дроссельной заслонки

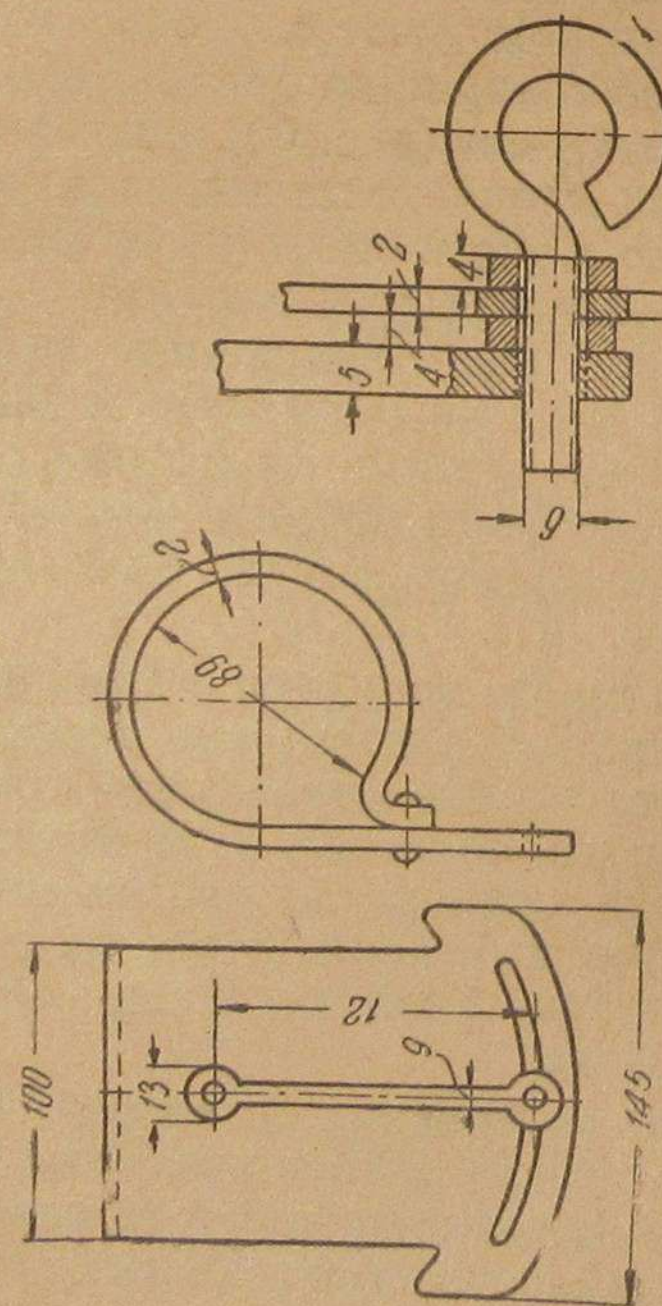


Рис. 57. Управление дроссельной заслонкой

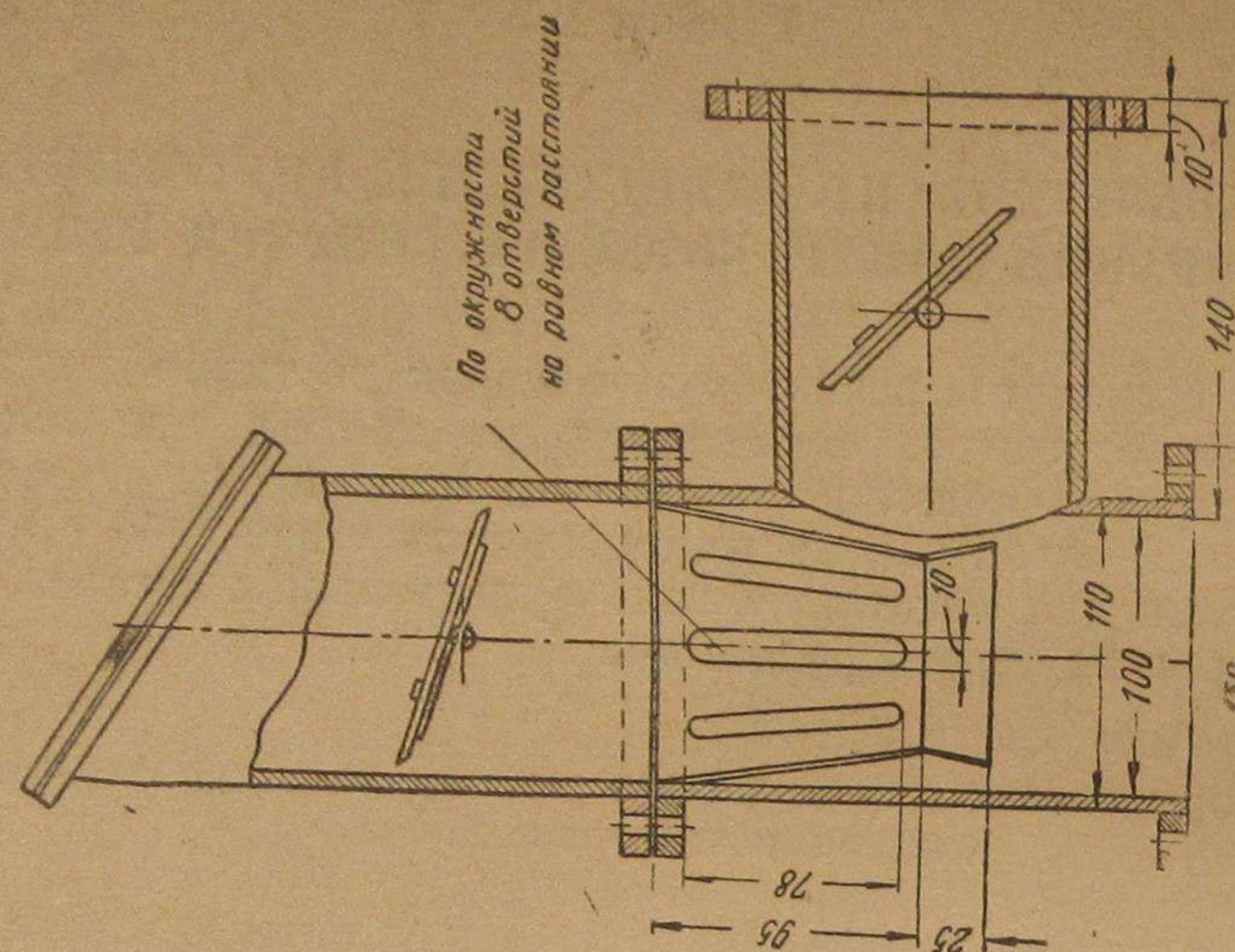


Рис. 58. Смеситель общий к многоцилиндровому двигателю

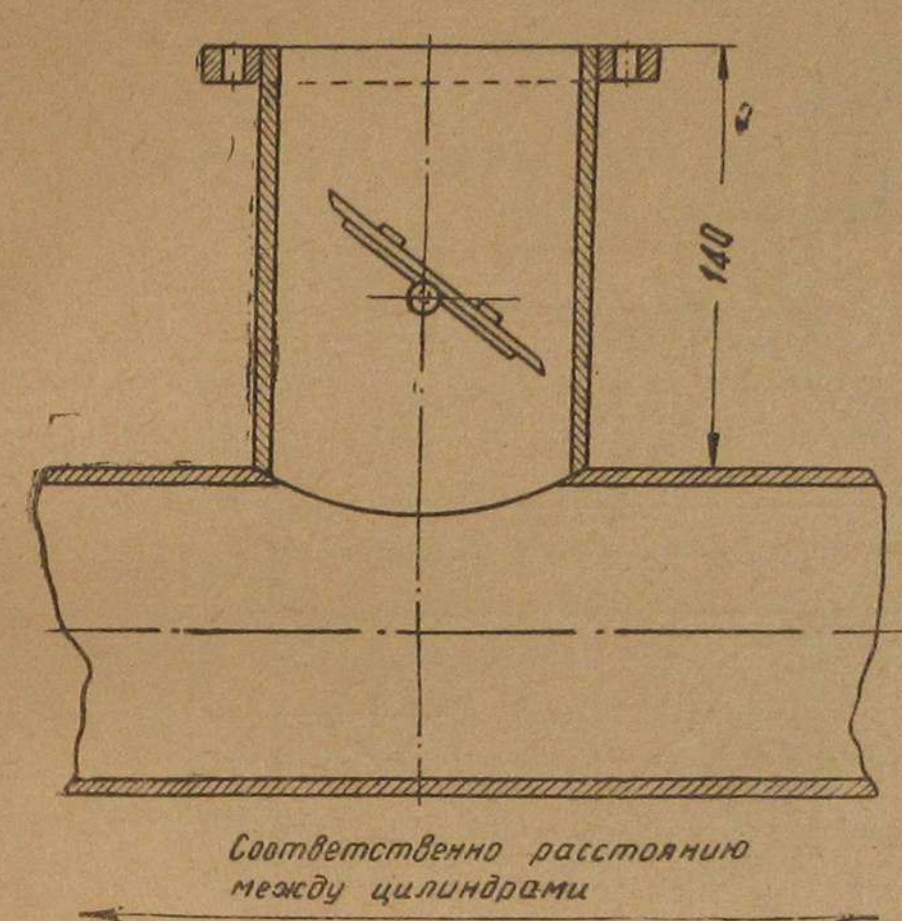


Рис. 59. Индивидуальный распределитель газа

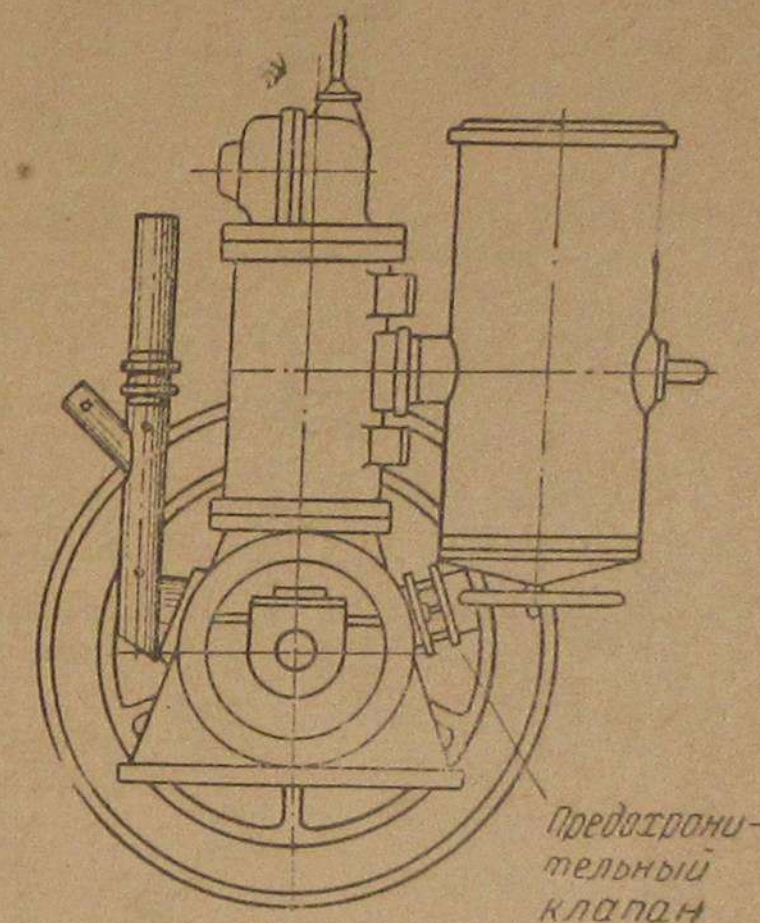


Рис. 60. Подвод газа к двухтактному двигателю

6) Для сохранения номинальной мощности двигателя повышают число его оборотов. Необходимость увеличения числа оборотов становится понятной при рассмотрении поверочной формулы мощности двигателя (см. главу VI), из которой следует, что при прочих равных условиях мощность двигателя возрастает пропорционально числу его оборотов.

Изготовление тройникового смесителя, предохранительного клапана и подвода трубопроводов газо-воздушной смеси к картеру двигателя может быть осуществлено на месте по чертежам на рисунках 55, 56, 57, 58 и 59.

Наибольшие затруднения вызывает переделка системы регулирования, так как регуляторы числа оборотов разных марок двигателей, как правило, имеют значительные расхождения в своих конструкциях; поэтому для них нельзя рекомендовать какого-либо общего рецепта переоборудования. Этот вопрос всякий раз приходится решать в индивидуальном порядке (применительно к имеющемуся типу двигателя) с приглашением специалиста.

Однако в случае постоянной нагрузки двигателя можно на первое время отказаться от механического регулирования заслонки газо-воздушной смеси, ограничившись одной ручной регулировкой.

Для тех систем двигателей, где рассмотренный способ не оправдывает себя в эксплуатации (например, для двигателя Мелитопольского завода), отказываются от использования калоризаторной головки и переходят на электрическое зажи-

переводимых на газ, подробно описано в конце настоящей главы.

Способ перевода этих двигателей проверен на практике и показал неплохие результаты.

62

3) обязательная переделка системы регулирования.

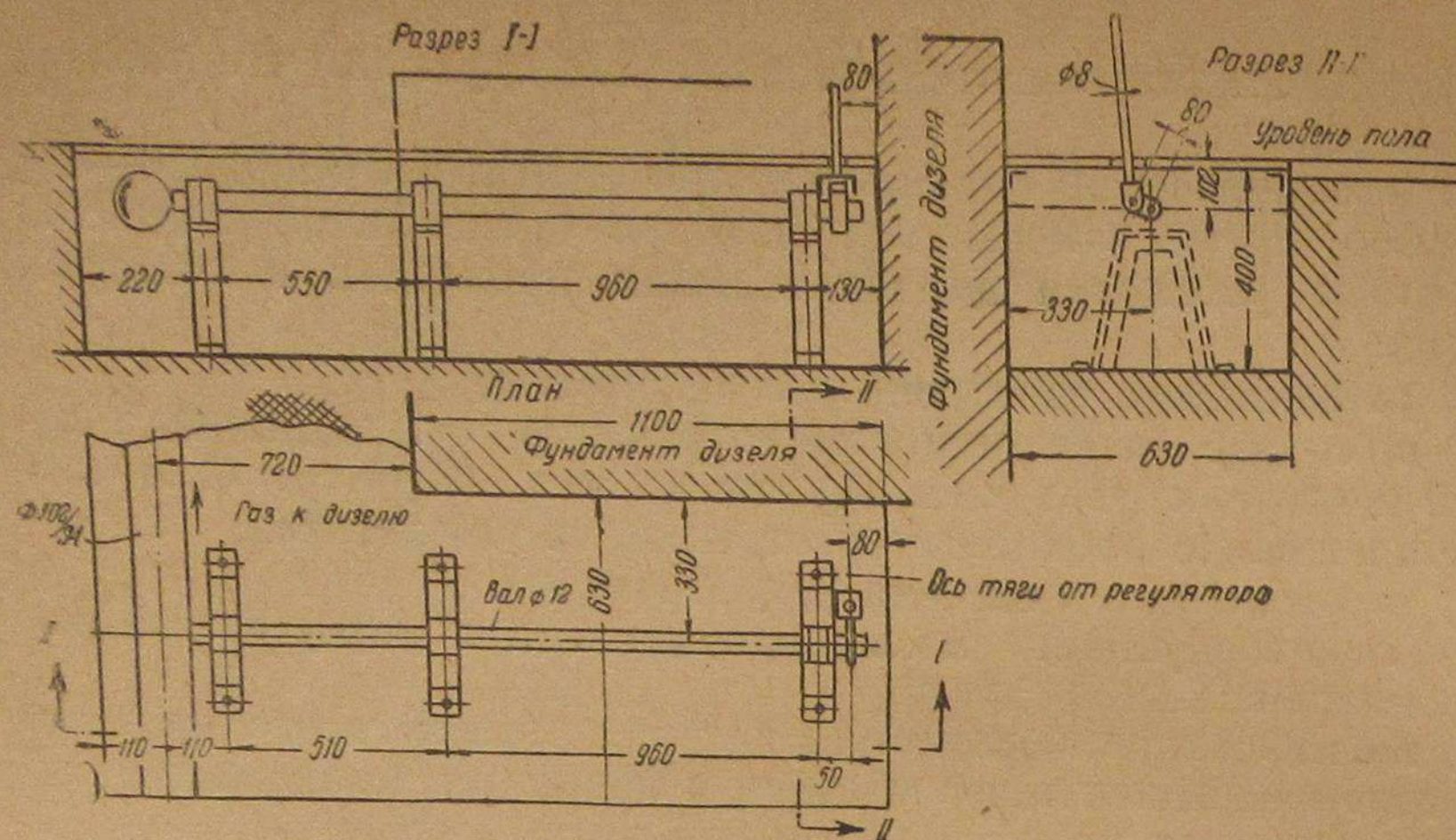


Рис. 62. Схема автоматического регулирования заслонкой на расстоянии

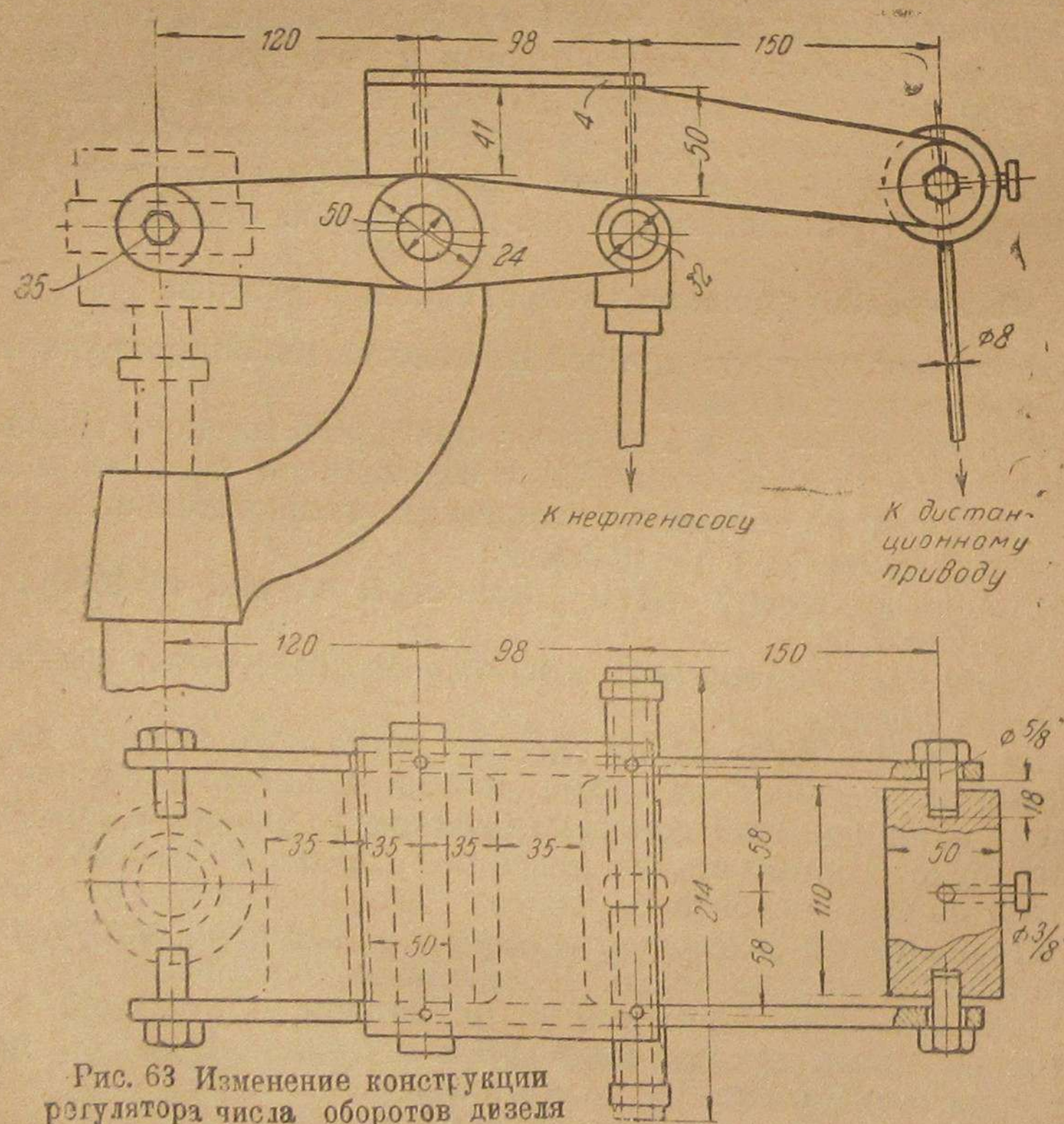


Рис. 63 Изменение конструкции регулятора числа оборотов дизеля

Значительные трудности представляет изменение конструкции регулятора числа оборотов при переоборудовании его на газ. Например, для дизеля Литценмейера пришлось делать дистанционную передачу к газовой заслонке (рис. 62) и добавлять консольный рычаг, накладку, валик, осевой болт, стопорный болт и тягу (рис. 63).

Ниже приводится подробное описание переоборудования на газ по второму способу компрессорного дизеля б. Людвиг Нобель, установленного в артели „Ткацкая деталь“ в с. Сокатове Ивановской обл.

Он построен в 1907 г. заводом б. Людвиг Нобель. Двигатель двухцилиндровый, вертикальный, компрессорный, четырехтактный. Число оборотов при полной нагрузке — 180. Состояние двигателя к моменту переоборудования было удовлетворительное. При переводе на газообразное топливо двигатель подвергся следующей переделке.

Все кулачки распределительного вала, бывшие на двигателе при работе на нефти, были удалены. Это вызывалось необходимостью изменить распределение по времени и продолжительности открытия и закрытия клапанов. Взамен снятых кулачков был изготовлен комплект новых и установлено следующее распределение: пусковой клапан — открытие 3° после верхней мертвой точки, закрытие — 113° после верхней мертвой точки; всасывающий клапан — открытие 20° после верхней мертвой точки, закрытие — 30° после нижней мертвой точки; выхлопной клапан — открытие 50° до нижней мертвой точки, закрытие — 10° после верхней мертвой точки. После такой регулировки распределения было достигнуто отсутствие перекрытия выхлопа и всасывания, а благодаря этому устранена опасность воспламенения газа в смесителе.

Нефтяной насос двигателя был снят. Оставшаяся после насоса площадка использована под установку прерывателя — распределителя типа, применяемого на автомобилях ГАЗ. Так как распределитель четырехцилиндровый, то свободные два конца, предназначенные для подачи искры в 3 и 2 или в 1 и 4 цилиндры, замкнуты накоротко и соединены с массой двигателя.

В качестве источника высокого напряжения установлена индукционная катушка-боббина от автомашины ГАЗ с напряжением питания в 6 вольт. Электропроводка — однополюсная; обратным проводом служит масса двигателя. Питание первичной обмотки производится от 6-вольтового кислотного аккумулятора емкостью в 140 ампер-часов. Подзарядка аккумулятора ведется автомобильной динамомашинной.

Для воспламенения газовой смеси в цилиндре использована одна (на каждый цилиндр) свеча типа ЭС-Н со стеатитовым сердечником. Попытки использовать свечи с фарфоровым сердечником успеха не имели вследствие очень быстрого их прогорания.

Дальнейшая переделка двигателя сводилась к изменению степени сжатия и монтажа газопитающей аппаратуры.

Изменение степени сжатия в двигателе было произведено путем удаления прокладок, регулирующих вредное пространство и расположенных в стыке разъемного шатуна.

Газопитательная аппаратура состоит из общего смесителя с двумя заслонками (газовая и воздушная), устанавливаемого на газопроводе перед дизелем (рис. 58), и индивидуальных распределителей газа с одной заслонкой, устанавливаемых на ответвлениях к газопроводу к каждому цилиндру (рис. 59).

4. Электрическое зажигание

Учитывая, что почти все системы двигателей внутреннего сгорания при переводе их на газогенераторное топливо нуждаются в устройстве электрического зажигания, необходимо подробнее остановиться на этом вопросе.

Наибольшее распространение в автомобилях и тракторах получили две электрические схемы: 1) с батарейным зажиганием; 2) с зажиганием от магнето высокого напряжения.

Ниже приводится краткая характеристика приборов электрического зажигания.

а) Запальные свечи работают при напряжении 12—16 тыс. вольт и имеют диаметр резьбы 18 или 22 мм для ввертывания непосредственно в головку или крышку цилиндра двигателя или в специальный стакан или шайбу (рис. 64).

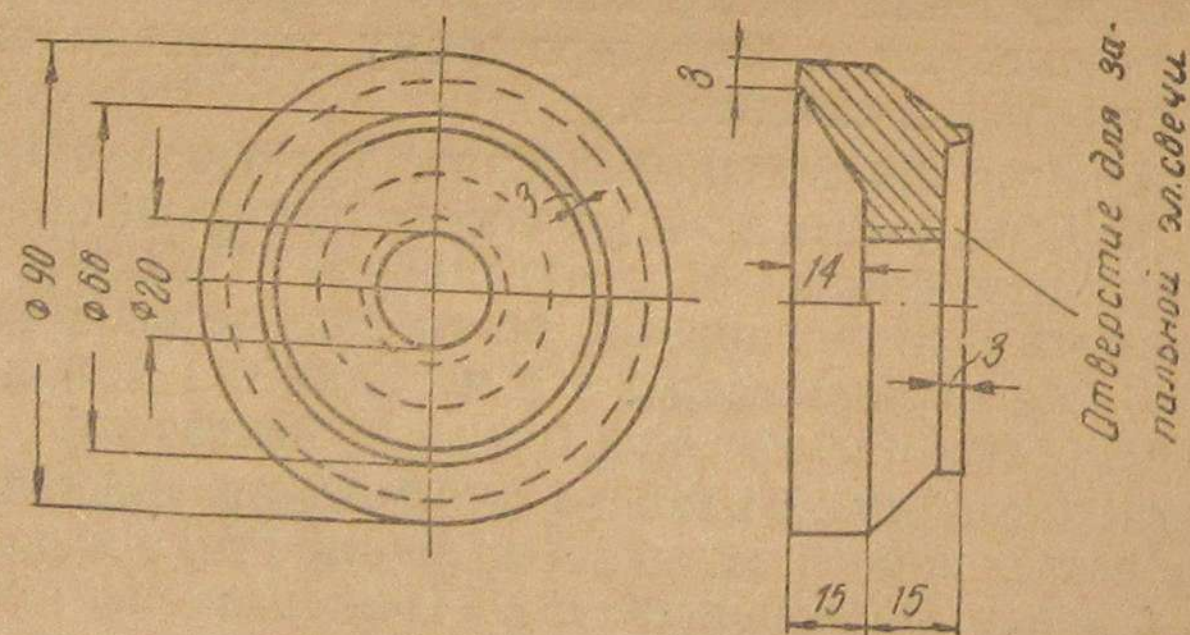


Рис. 64. Шайба для запальной электросвечи

В момент подачи тока в воздушном зазоре свечи длиной 0,5—0,6 мм проскакивает искра и воспламеняет газо-воздушную смесь.

б) Стартерная батарейка типа 3-СТ состоит из 3 свинцово-кислотных аккумуляторов и дает напряжение 6 вольт при средней силе разрядного тока 5 амп.

Ее зарядку удобнее всего производить от постоянного тока электрического генератора по схеме, изображенной на рис. 65.

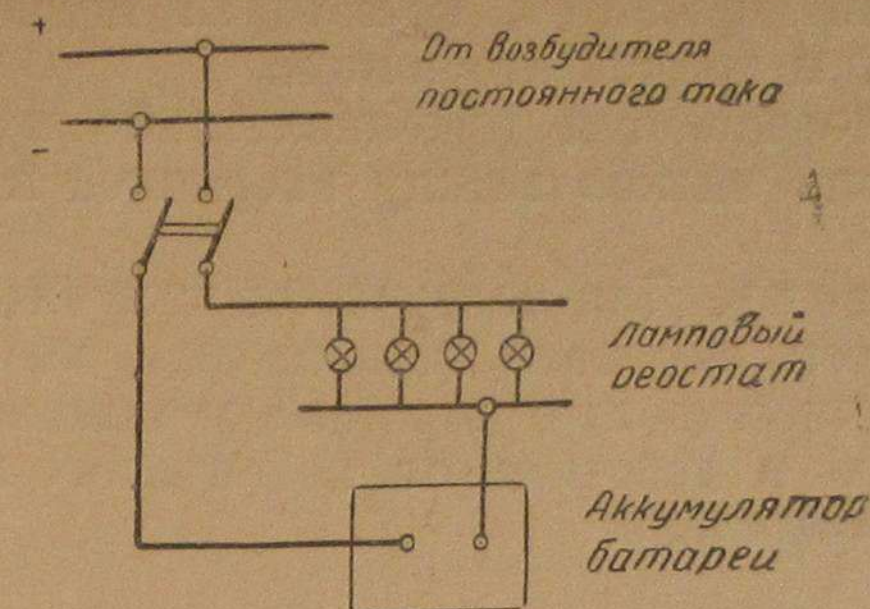


Рис. 65. Схема зарядки стартерной аккумуляторной батареи

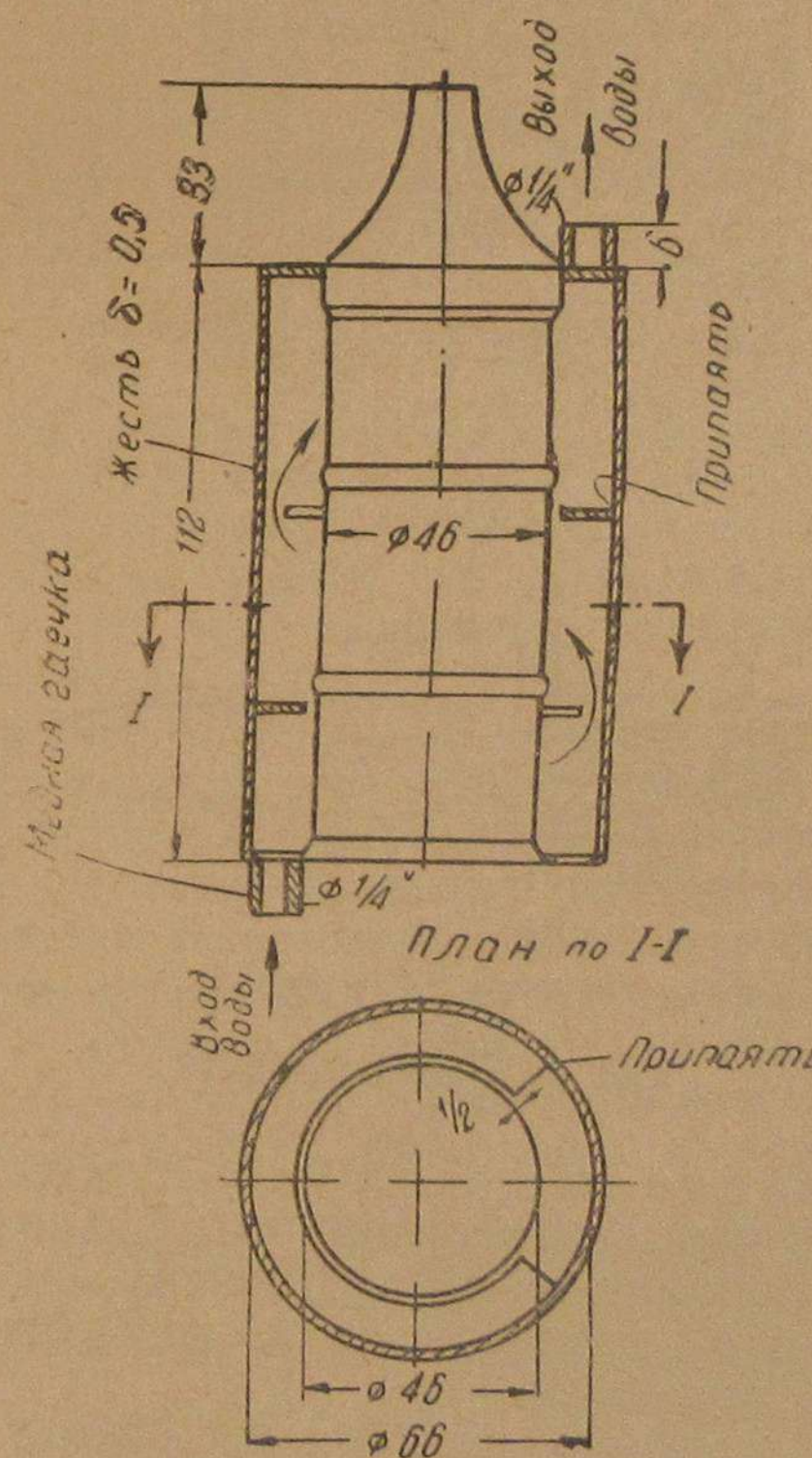


Рис. 66. Бабина с водяной рубашкой

в) Индукционная катушка Румкорфа (рис. 66) или бабина предназначена для преобразования тока низкого напря-

жения в ток высокого напряжения 12—16 тыс. вольт. Эта катушка состоит из двух обмоток, надетых на общий железный сердечник: толстой первичной, к которой подводится ток низкого напряжения, и тонкой вторичной.

Напряжение повышается приблизительно пропорционально соотношению числа витков между вторичной и первичной обмотками.

г) Прерыватель. Для того чтобы получить во вторичной обмотке бабины ток высокого напряжения, необходимо прерывать ток в первичной цепи с помощью механического прерывателя, приводимого в действие от коленчатого или распределительного вала двигателя.

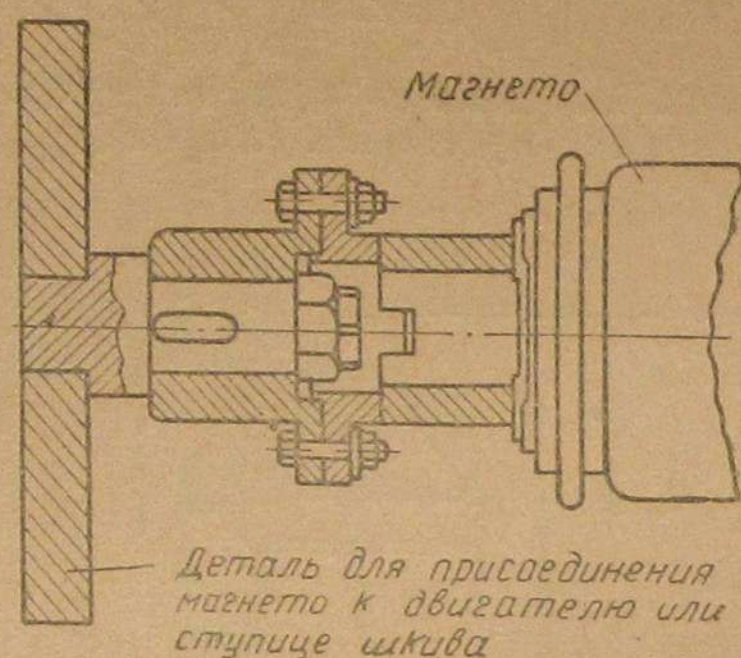


Рис. 67. Присоединение магнето к валу двигателя

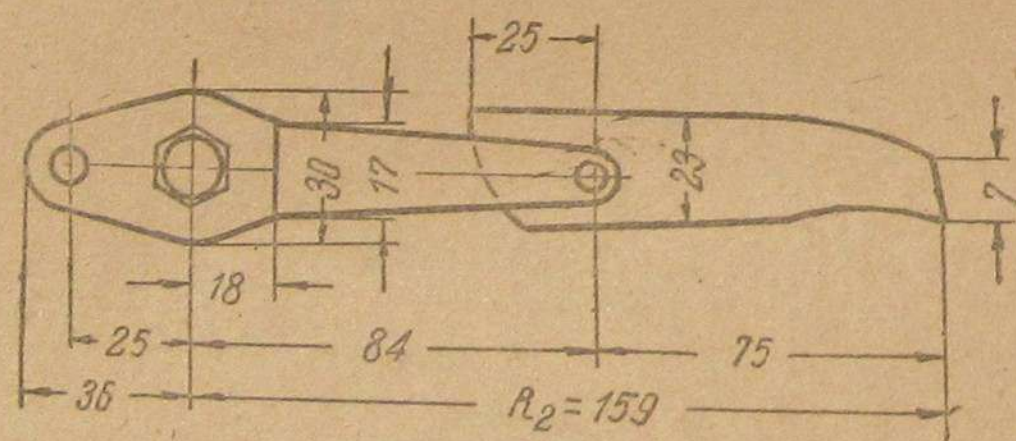


Рис. 68. Рычаг поворота

д) Распределитель. Для того чтобы подать ток высокого напряжения к свечам соответствующих цилиндров в нужный момент согласно порядку их работы, необходим распределитель, также приводимый во вращение от коленчатого или распределительного валов двигателя.

е) Магнето высокого напряжения бывает двух типов: с неподвижными обмотками и вращающимся постоянным подковообразным магнитом (типа „Сцинтилла“, изготавливаемого электрозаводом) и с вращающимися обмотками, намотанными на якорь (типа Бош).

Магнето присоединяется или непосредственно к валу двигателя через специальную деталь (рис. 67) или для приведения его в действие от распределительного вала применяется специальное устройство, изображенное на рис. 68—70; на валу магнето устанавливается рычаг, оттягиваемый пружиной (рис. 68), а на распределительном валу шайба с удлиненным кулачком (рис. 69). В общем виде установка показана на рис. 70.

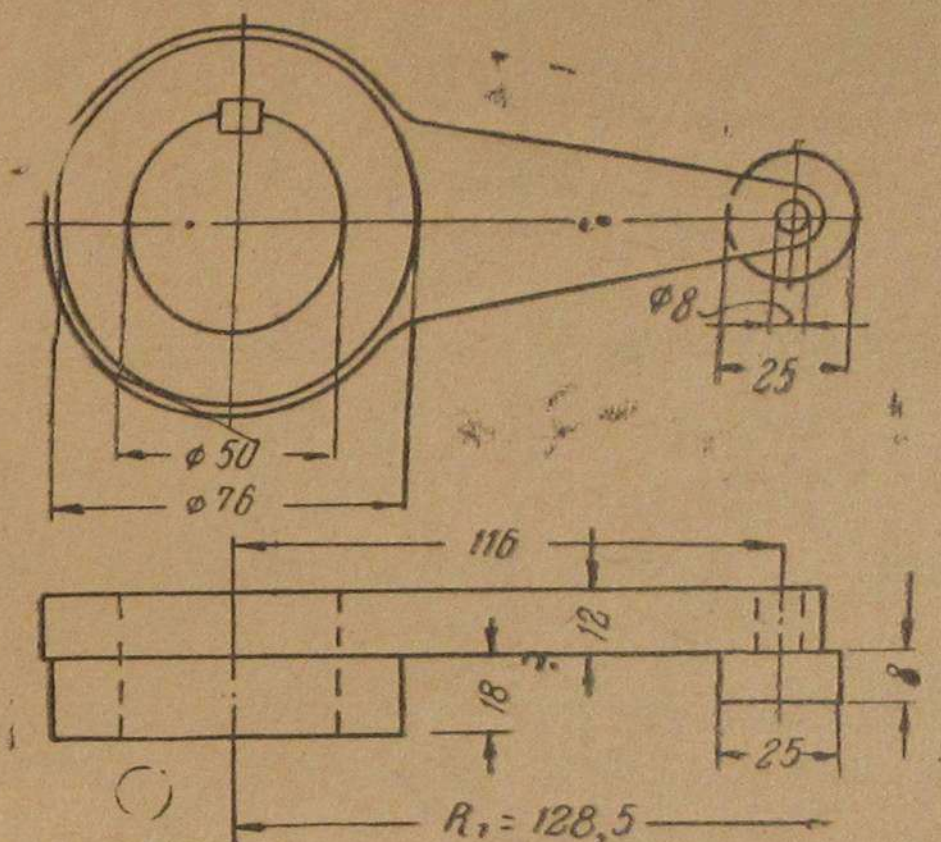


Рис. 69. Шайба с удлиненным кулачком

Шайба „Г“ при своем вращении отводит рычаг „В“ в сторону. В определенный момент он соскакивает с шайбы и с помощью пружины „Б“ возвращается в исходное положение, ударяясь об ограничитель „Д“.

Оба типа высоковольтного магнето по существу представляют собой магнитно-электрическую машину и индукционную катушку, объединенные в одном приборе.

Наиболее проста схема батарейного зажигания (рис. 71). Аккумуляторная батарея (1) посылает ток низкого напряжения через прерыватель (2) в первичную обмотку индукционной катушки (3)—бабины. В качестве обратного провода от первичной обмотки бабины к аккумуляторной батарее используется металлическая масса двигателя, именуемая в дальнейшем просто „массой“.

Ток высокого напряжения, возникающий во вторичной обмотке бабины в момент прерывания первичного тока, направляется к вращающейся щетке распределителя и далее через один из секторов к запальной свече соответствующего цилиндра.

Таким образом, число секторов распределителя должно быть не менее числа цилиндров.

В случае применения стандартного автомобильного распределителя к одноцилиндровому двигателю все сектора должны быть электрически соединены между собой.

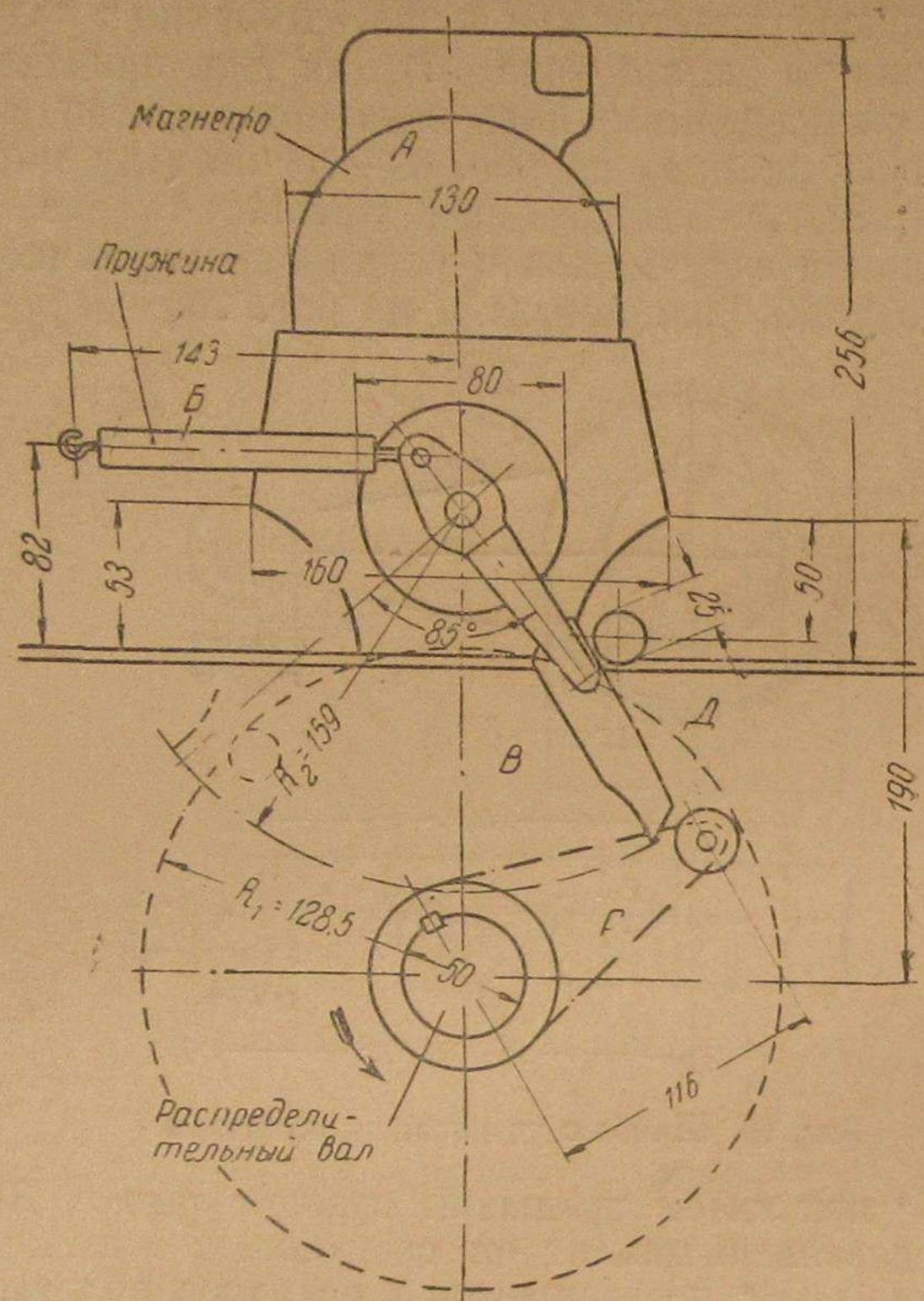


Рис. 70. Установка магнето к четырехтактному двигателю

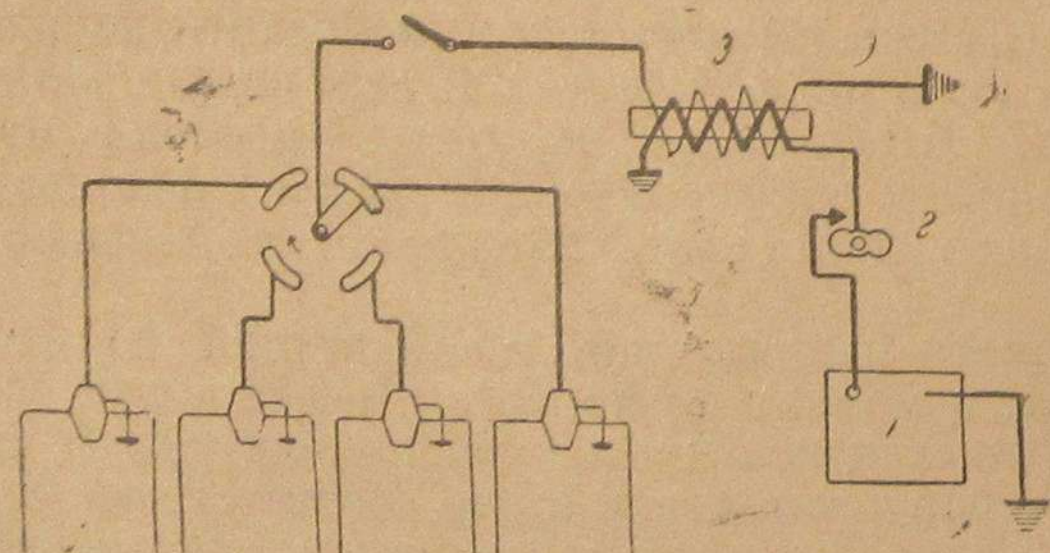


Рис. 71. Схема батарейного зажигания

Обратным проводом между вторичной обмоткой бабины и запальной свечой служит масса.

Между числом оборотов распределителя и числом оборотов прерывателя должны существовать вполне определенные соотношения, зависящие от числа цилиндров двигателя, приведенные в нижеследующей таблице 9.

Таблица 9

Число цилиндров двигателя	Число оборотов прерывателя на один оборот распределителя	
	при $m = 1$	при $m = 2$
2	2	1
3	3	$1\frac{1}{2}$
4	4	2
6	6	3

Примечание. m — число перерывов, осуществляемое прерывателем за один свой оборот.

Для изменения „угла опережения“ по отношению к положению поршня конструкция прерывателя предусматривает возможность смещения его на небольшой угол с помощью рукоятки.

При батарейной схеме зажигания запуск двигателя не представляет никаких трудностей, если аккумуляторная батарея в момент пуска не разряжена. Распределитель (5) рекомендуется устанавливать непосредственно на распределительном валу двигателя.

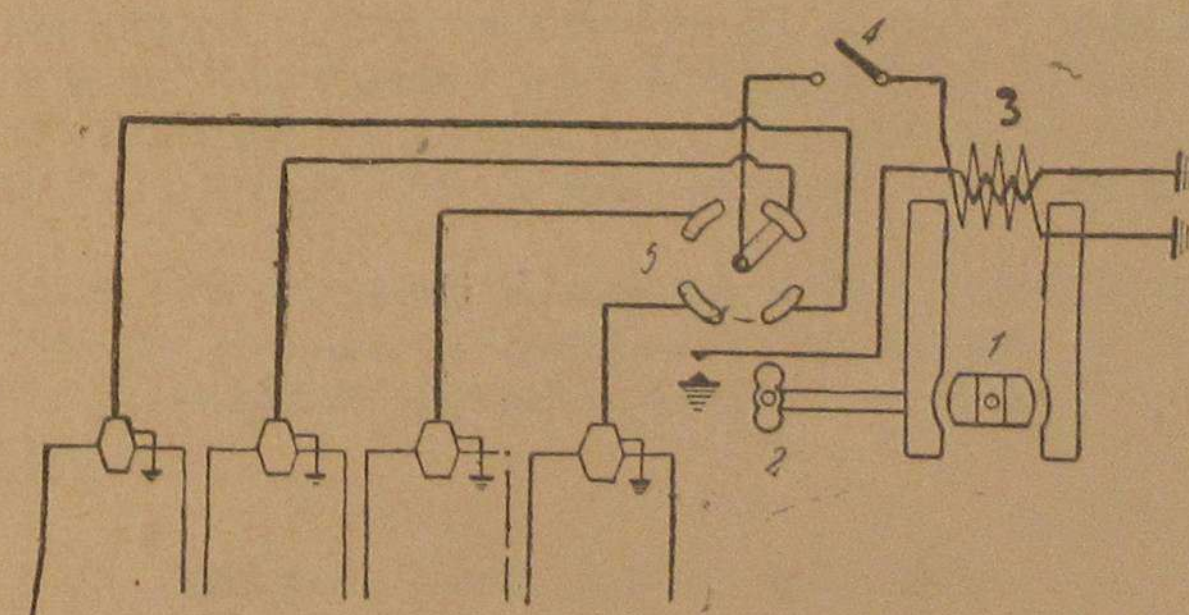


Рис. 72. Схема зажигания с высоковольтным магнето

Схема зажигания с высоковольтным магнето „Сцинтилла“, которое применяется, например, на 4-цилиндровых моторах тракторов СТ-2, представлена на рис. 72.

В результате вращения внутри магнето (1) подковообразного магнита возникает ток низкого напряжения в первичной обмотке

индуктора (3). В моменты его прерывания с помощью прерывателя тока (2) возникает ток высокого напряжения в тонкой обмотке индуктора, который, пройдя выключатель проверки зажигания (4), поступает в распределитель (5), а из него в запальную свечу одного из цилиндров двигателя.

Вторые клеммы первичной и вторичной обмоток индуктора, прерывания и запальных свеч, присоединяются к массе.

Подковообразный магнит насаживается на одну ось с прерывателем тока, имеющим $m-2$. Эта ось через шестерни соединяется с осью распределителя.

При подборе диаметров шестеренок следует руководствоваться соотношениями, указанными в таблице 9.

Запуск двигателя при этой схеме зажигания встречает трудности вследствие необходимости получения достаточно сильной искры на контактах свечи.

Для этого либо пользуются (как и на тракторах) специальным ускорителем, либо устанавливают распределитель вне распределительного вала, сообщив ему повышенное число оборотов. Все это сильно усложняет работы по переоборудованию двигателя. Поэтому от указанной схемы зажигания, чтобы упростить монтаж, следует по возможности воздерживаться.

Глава V

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Строительные и монтажные работы по газогенераторным установкам малой мощности, за исключением электросварочных работ, можно производить собственными силами.

Для этого требуется слесарь, подручный к нему и печник.

1. Электросварочные работы

Проведение электросварочных работ своими силами встречает большие трудности.

Обычно заказ на электросварочные работы передается на ближайшее металлообрабатывающее предприятие, имеющее электросварочный аппарат и электросварщика.

При подготовленных деталях сам процесс электросварки, даже для газогенераторной установки сложной конструкции, напр. инж. Дубовского, занимает не более 8 рабочих часов.

Главным неудобством в этом случае является транспортировка громоздких деталей газогенераторной установки к месту производства электросварочных работ и обратно. Поэтому целесообразнее, по договоренности с предприятием, привозить на 1—2 дня сварочный аппарат и электросварщика к себе и производить все электросварочные работы на месте.

Для питания электросварочного аппарата током можно запустить переводимый на газ двигатель на жидком топливе.

Перед тем как привозить электросварочный аппарат к себе, нужно проверить, соответствует ли его мощность и род потребляемого им тока мощности и типу своего электрического генератора.

В качестве электродов для электросварки может быть использована железная проволока (вязанка), диаметром 5 или 6 мм, в количестве, зависящем от конструкции газогенераторной установки, а именно:

Газогенераторная установка конструкции инж. Дубовского	12 кг.
„ „ „ Промзернопроекта	10 кг.
„ „ „ ГИХА-2	6 кг.

К сварочным швам деталей газогенераторных установок не предъявляются требования в отношении прочности. Однако плотность швов должна быть безупречной, в противном случае через

неплотности швов будет подсасываться воздух, газ будет обедняться и двигатель на газе не сможет работать. Это надо твердо помнить работнику, производящему приемку сваренных деталей с завода. Для лучшего обнаружения неплотностей в швах можно рекомендовать производить при приемке деталей гидравлическое испытание их без давления.

2. Обмуровочные (печные) работы

Фундаменты под газогенераторные установки выполняются кирпичные на известковом растворе с подстилкой из бутового камня. Если в фундаменте устраивается гидравлический затвор, то станки его следует тщательно зацементировать толстым слоем цемента, в противном случае получается утечка воды из гидравлического затвора сквозь кладку фундамента. Это может привести к подмывке фундаментов, как это случилось, например, на электростанции Костромской психиатрической больницы при испытании газогенераторной установки „ГИХА-2“.

Под сухие очистители и газовые горшки фундаменты могут не устраиваться. Газогенераторная установка упрощенной конструкции „ГИХА-1“ при наличии бетонного пола в помещении может целиком монтироваться без фундаментов.

Приступая к кладке шахты газогенератора, нужно учитывать, что вследствие постоянного разрежения, поддерживаемого в газогенераторе работающим двигателем (до 80—100 мм водяного столба), имеется опасность подсоса воздуха через кладку; воздух, проникая внутрь газогенератора (а в газогенераторной установке конструкции Харьковского авиационного института — внутрь скрубера и сухого очистителя), обедняет газ, уменьшая его теплотворную способность, и нарушает устойчивую работу переоборудованного на газ двигателя.

Поэтому обмуровочные работы по цельнокирпичным или кирпично-металлическим газогенераторным установкам нужно производить с исключительной тщательностью.

В зоне высоких температур кладка делается из огнеупорного кирпича на растворе из огнеупорной глины и шамота. Остальная кладка выполняется из красного хорошо обожженного кирпича на глиняном растворе.

Перед кладкой прежде всего нужно рассортировать кирпич и лучший употребить для кладки стенок нижней части генератора. Битый кирпич в кладку не допускается. Перед кладкой красный кирпич кладут в воду. Швы кладки нужно стремиться делать возможно тоньше (не более 5 мм). Для того чтобы проверить, получится ли хорошая перевязка кирпича, следует перед кладкой на растворе каждый раз выкладывать кирпич насухо. Наружную поверхность кладки газогенератора, после просушки его, штукатурят тонким слоем глиняного раствора и белят. Толщина штукатурки — 1—1½ см. Штукатурку наносят

двумя слоями: первый слой, более жидкий, наносится на предварительно промытые и расчищенные швы кладки горячего газогенератора, а второй слой, более густой — с затиркой.

Рекомендуемый состав штукатурки: 1 часть глины, 2 части песка и 0,2 части асбестовой ваты.

Для получения хорошего глиняного раствора требуется правильная дозировка частей глины и песка. Количество песка считается достаточным, если при растирании раствора между пальцами ощущается сплошной шероховатый слой песчинок, а не глина с отдельными песчинками в ней.

Гарнитуру необходимо устанавливать одновременно с кладкой. Зазор между гарнитурой и кладкой всюду должен быть минимальным. Он уплотняется шнуровым или листовым асбестом. Остаточные щели тщательно промазываются глиной.

3. Подготовка насадки

При подготовке насадки для скруберов следует руководствоваться следующими правилами:

а) Кокс размельчается до кусков размером 70—80 мм для заполнения нижних слоев и размером 30—50 мм — для верхних слоев. От использования коксовой мелочи в качестве насадки необходимо воздержаться.

б) Известковый камень размельчается до кусков 70—80 мм и кладется на решетку слоем не выше 500 мм.

в) Древесная чурка заготавливается размером около 80×80×100 мм. Желательно в чурках высверлить отверстия диаметром 20 мм в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

г) Кольца Рашига изготавливаются из отходов листовой стали толщиной 0,8 мм путем сгибания пластинок на круглых оправках преимущественно размером 15×15 мм.

Еще лучше изготовить кольца Рашига из старых медных гильз винтовочных патронов.

4. Ручной вентилятор

Очень часто законченная монтажом газогенераторная установка не вводится в эксплуатацию за отсутствием ручного вентилятора. При испытании одной из газогенераторных установок авторы настоящей книги обошлись без вентилятора, используя с успехом вместо него ручное горно.

В конструкцию ручного горна были внесены следующие изменения.

В напорный переходный патрубок от вентилятора была вставлена картонная подкладка „А“ (рис. 73, 74), перекрывавшая подачу воздуха в расширяющуюся часть патрубка. К нему же с противоположной стороны был присоединен при помощи двух болтов диаметром 6 мм новый фланец „Б“ с отводом диамет-

ром 1" для присоединения гибкого шланга соответствующего диаметра. В остальном конструкция переносного кузнечного горна осталась без изменения.

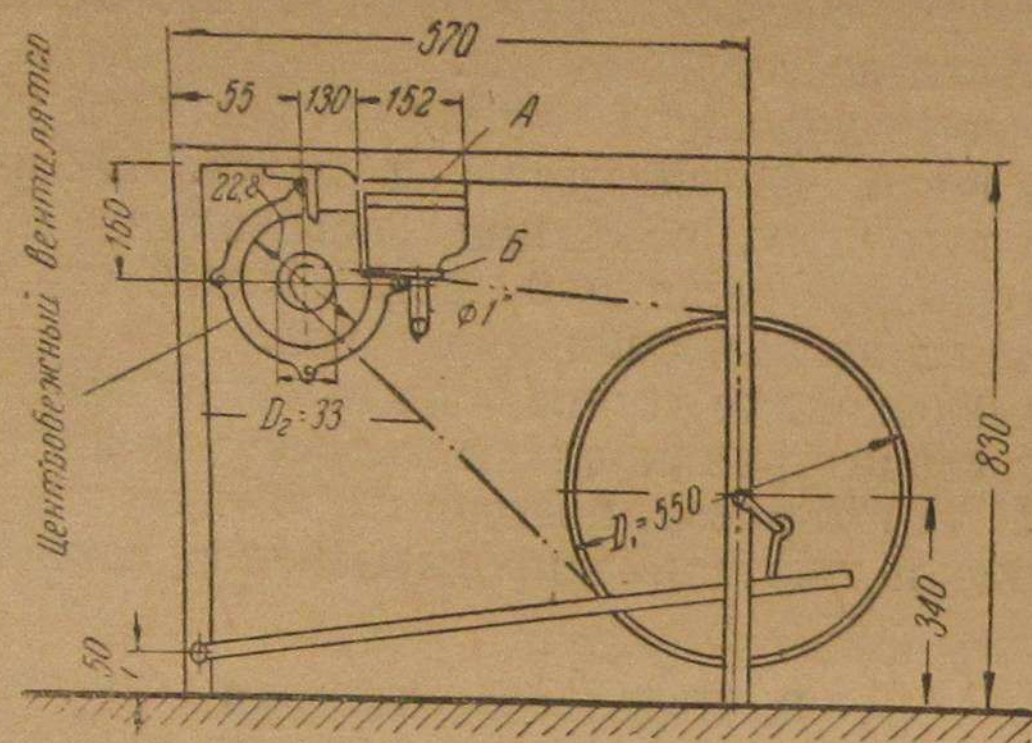


Рис. 73. Переоборудование переносного кузнечного горна в качестве пускового вентилятора

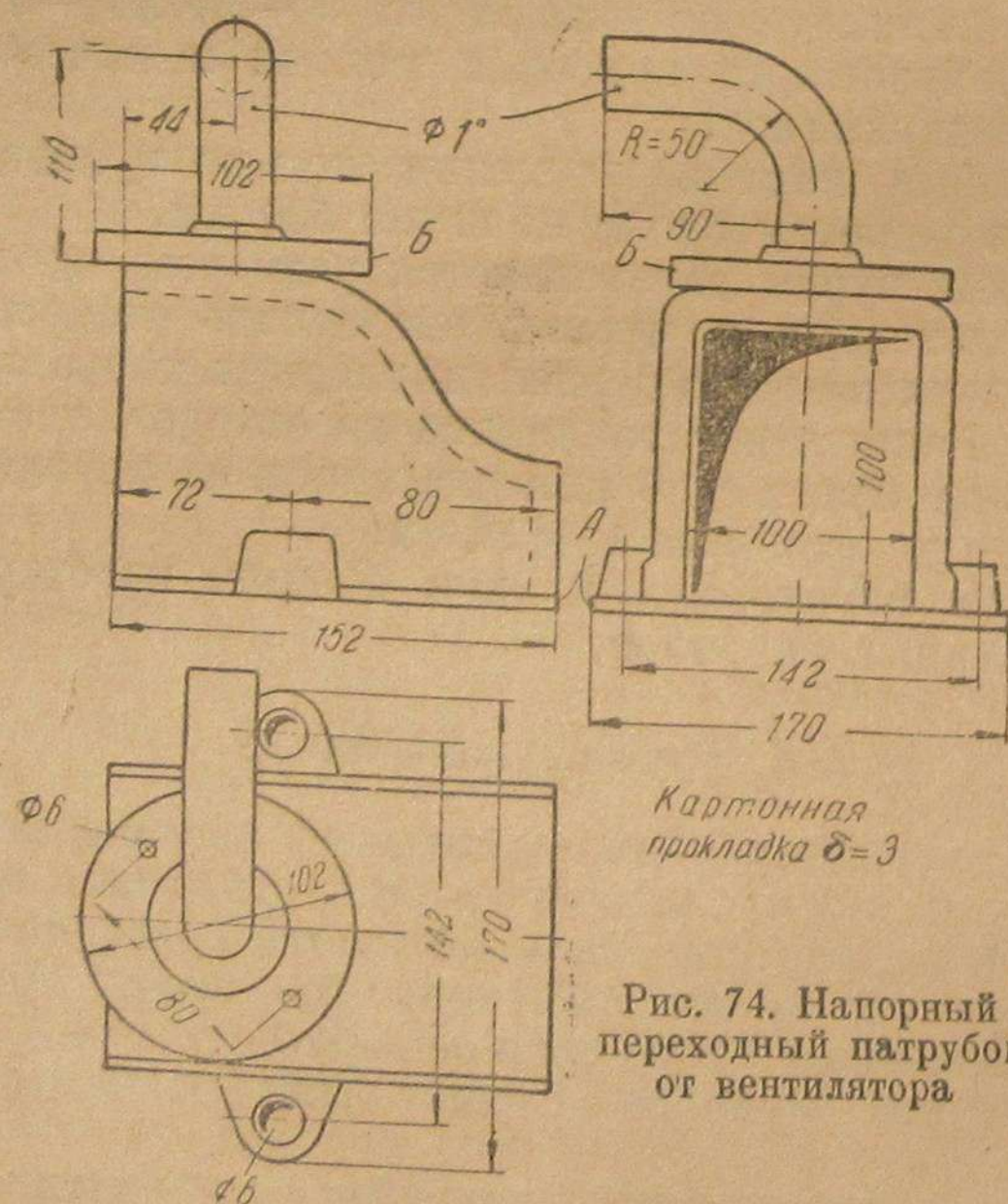


Рис. 74. Напорный переходный патрубок от вентилятора

5. Сушка газогенератора

Сушка газогенератора производится при открытых зольниковой дверце и загрузочной крышке легким огнем в течение 1—

1½ часов, 2 раза в сутки до тех пор, пока внешние стенки кладки перестанут отпотевать. Дальнейшую сушку ведут с прикрытой зольниковой дверцей, увеличивая температуру топки. Весь процесс сушки газогенератора продолжается от 3 до 7 дней.

6. Слесарные работы

Газопроводы изготавливаются из тонкостенных стальных сварных труб или газовых труб.

Разъемных соединений (фланцев или муфт) следует по возможности избегать, производя сварку труб в стык.

Разъемные соединения должны обеспечивать полную герметичность.

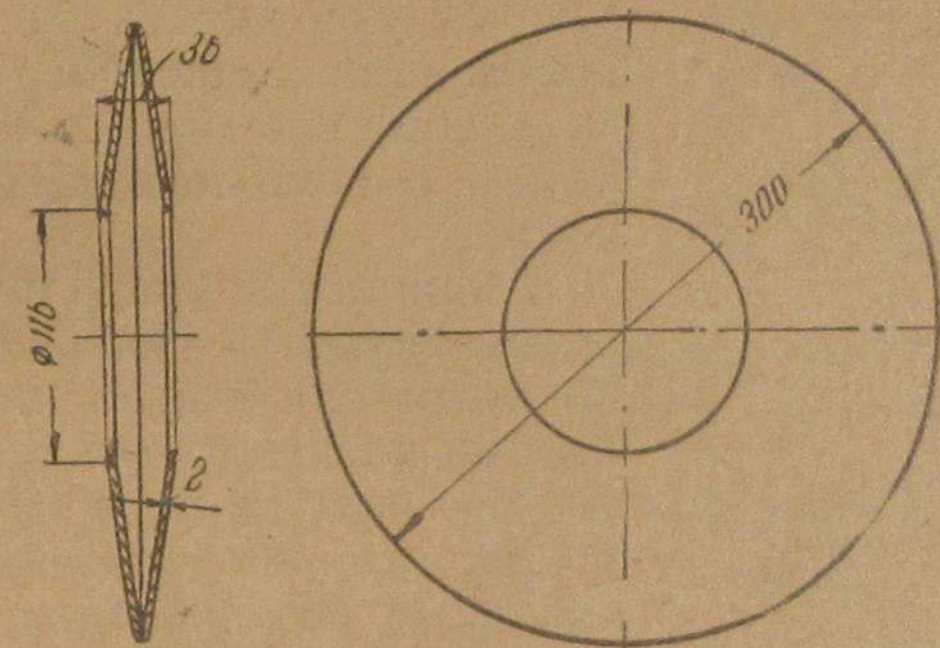


Рис. 75. Линзовый компенсатор

Между фланцами устанавливаются прокладки из прографиченного или просмоленного асбестового шнура.

Муфты тщательно обмазываются суриком.

На газоотводящей трубе между газогенератором и скруббером для свободного удлинения ее при нагревании устанавливается линзовый компенсатор (рис. 75), сваренный из 2-миллиметрового железа.

РАСЧЕТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

1. Понятие об индикаторной диаграмме

Для того чтобы уяснить себе, как работают двигатели внутреннего сгорания, нужно рассмотреть различные процессы изменения состояния газа (например, воздуха), находящегося в цилиндре с подвижным поршнем (рис. 76).

а) Изохорный процесс

Вначале рассмотрим, как будет вести себя газ, если его нагревать или охлаждать, не меняя объема, т. е. если каким-либо образом удерживать в одном и том же положении поршень. Этот процесс изменения состояния газа при постоянном объеме называется „изохорным“.

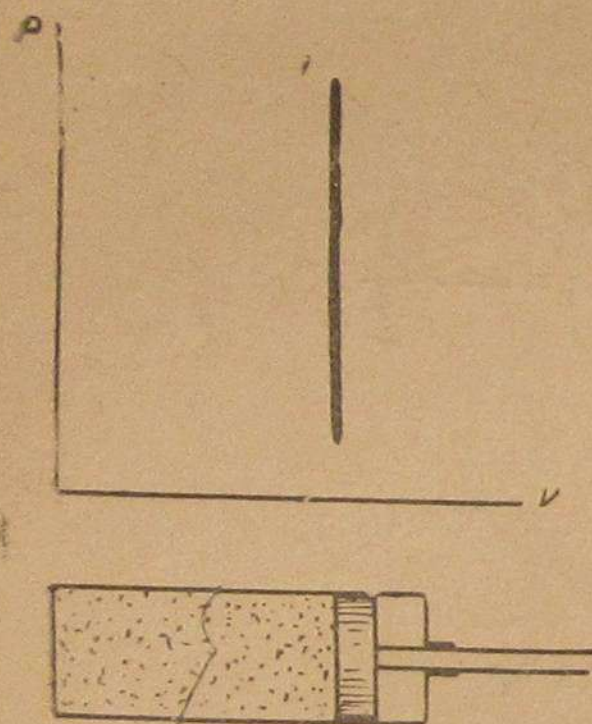


Рис. 76. Диаграмма изохорного процесса изменения состояния газа

Расположим над цилиндром так называемую PV -диаграмму, в которой по вертикали (оси ординат) в определенном масштабе откладываются давления газа в атмосферах (или в кг/см), а по горизонтали (оси абсцисс) — удельные объемы газа в кубических метрах на 1 кг его веса.

Изохорный процесс в PV -диаграмме изобразится прямой линией, параллельной оси ординат.

С изменением температуры газа будет изменяться и давление его, а объем газа будет оставаться неизменным. Опытом установлено, что давление газа P будет изменяться прямо пропорционально изменению абсолютной температуры T

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

Примечание. Абсолютная температура T равна температуре в градусах Цельсия + 273.

б) Изобарный процесс

Рассмотрим далее поведение газа при постоянном давлении, т. е. нагревании его с воздействием на поршень неизменной силы, вследствие чего поршень будет перемещаться и производить работу. Такой процесс изменения состояния газа при постоянном давлении называется „изобарным“.

На PV -диаграмме изобарный процесс изобразится прямой линией, параллельной оси абсцисс рис. (77).

Легко показать, что заштрихованная площадь диаграммы представляет собой работу, произведенную поршнем.

Из элементарной механики известно, что работа равна силе, помноженной на путь: $L = Fh$, где F — сила, h — путь.

Заштрихованная площадь представляет собой прямоугольник с высотой P и основанием V ; площадь прямоугольника, как известно, равна произведению основания на высоту, т. е. PV , изменение объема $V = Sh$, где: S — площадь поршня, h — ход (путь поршня). Подставляя вместо V его значение, получим, что площадь прямоугольника равна: PSh

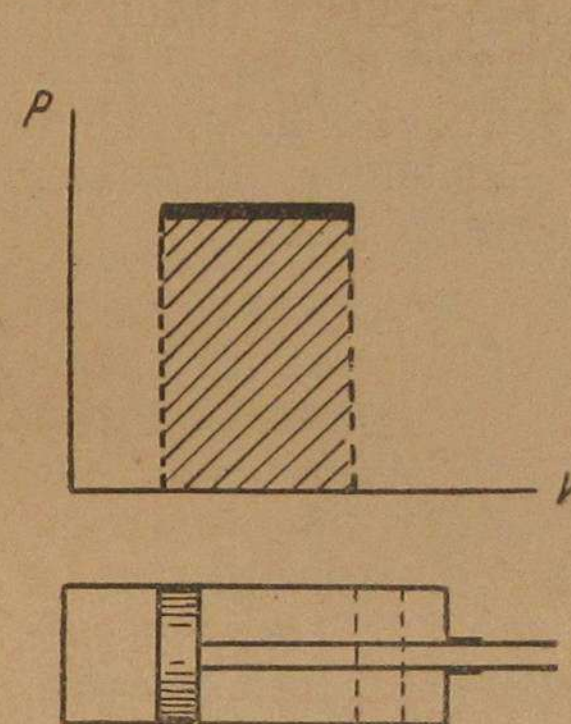


Рис. 77. Диаграмма изобарного процесса

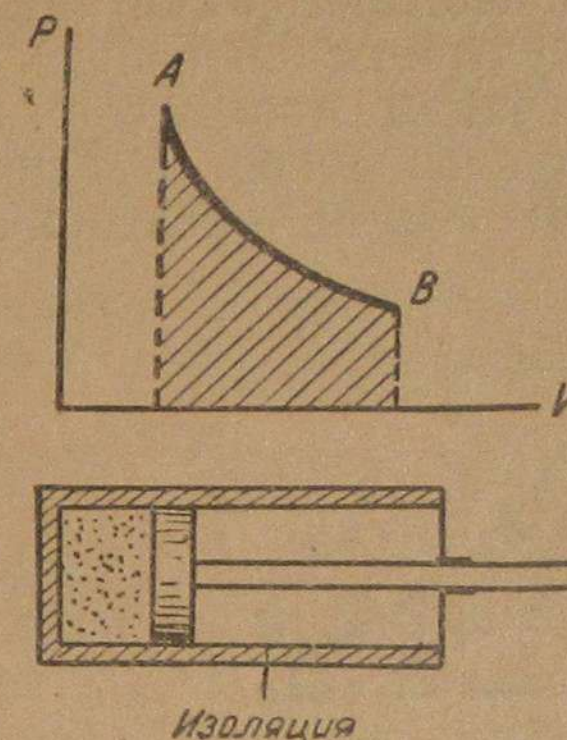


Рис. 78. Диаграмма адиабатического процесса

Известно, что давление P — это сила, приходящаяся на единицу поверхности. Таким образом произведение PS есть не что иное, как суммарная сила, действующая на поршень, т. е. площадь прямоугольника равна силе, помноженной на путь, а следовательно представляет собой в определенном масштабе произведенную поршнем работу.

в) Адиабатический процесс

Так называется процесс изменения состояния газа при отсутствии всякого теплообмена между ним и внешней средой, что может быть достигнуто при хорошей изоляции стенок цилиндра (рис. 78).

Этот процесс в PV -диаграмме изображается кривой линией АВ. Работа газа здесь также изображается площадью под кривой. Она совершается в этом случае за счет внутренней тепловой энергии газа, в результате чего температура газа понижается.

г) Цикл Отто

Большинство мелких двигателей внутреннего сгорания работает по циклу Отто. По этому же циклу работают все двигате-

ли, переоборудованные на газ, в случае работы без присадки жидкого топлива. Его можно изобразить на PV -диаграмме, показанной над схемой двигателя (рис. 79).

При первом ходе (1-м такте) поршня слева направо через впускной клапан „А“ в цилиндр поступает смесь воздуха с газом при постоянном давлении (линия CD).

Когда поршень окажется в крайнем правом положении, клапан „А“ закрывается. Затем поршень, двигаясь справа налево (2-й такт), сжимает горючую смесь. Происходит адиабатическое сжатие (линия DE), так как благодаря быстрой скорости движения поршня теплообмена между газом и стенкой цилиндра почти не происходит. В момент, когда поршень окажется в крайнем левом положении, происходит зажигание горючей смеси (например, при помощи электрической искры). Нагревание образовавшихся продуктов сгорания происходит мгновенно; поршень не успевает заметно продвинуться. Увеличение давления происходит при постоянном объеме — изохорически (линия EE).

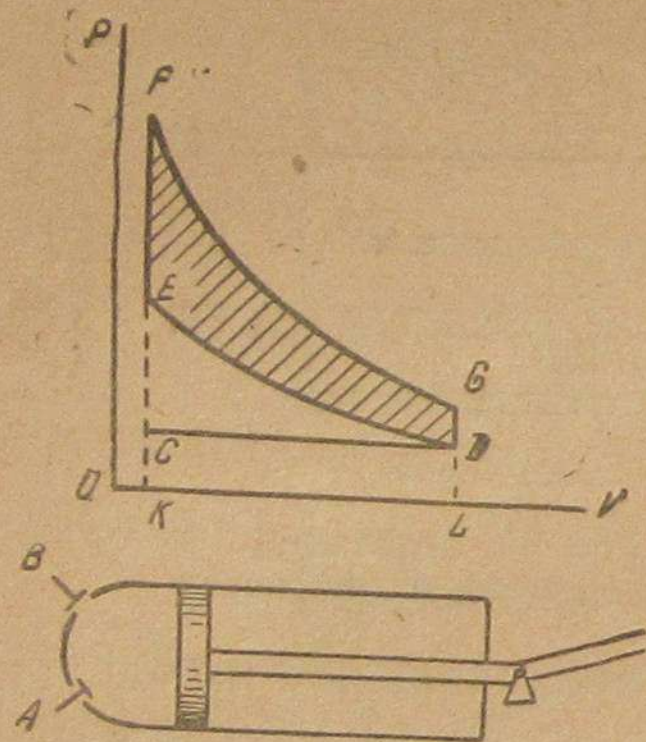


Рис. 79. Цикл Отто

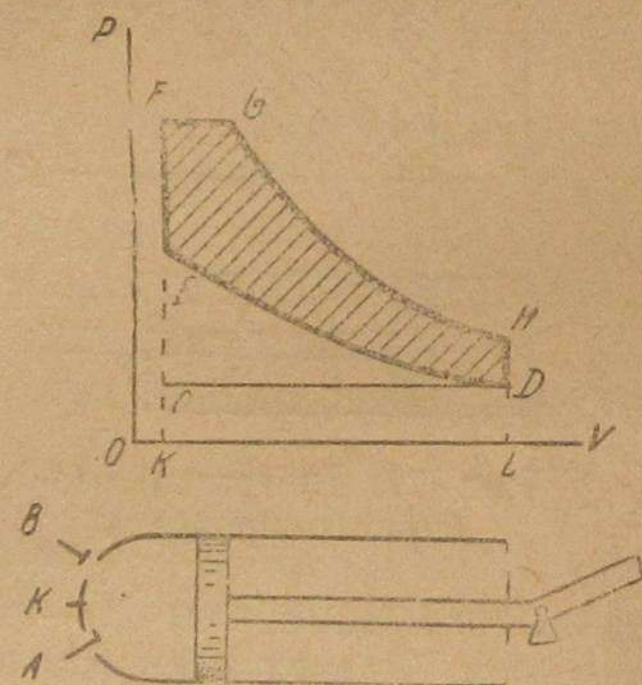


Рис. 80. Цикл Сабатэ

При движении поршня слева направо (3-й такт) происходит адиабатическое расширение (линия FG). В крайнем правом положении открывается выпускной клапан B , и газы начинают выходить при постоянном объеме (линия GD). При движении поршня справа налево (4-й такт) газы продолжают уходить при постоянном давлении (линия DC).

Площадь $KFGLK$ представляет работу, совершенную газом при расширении (в 3-м такте), а $EDLKE$ — работу, затраченную на сжатие газа во 2-м такте. Полезная работа двигателя выразится заштрихованной площадью $FGDE$. Следует заметить, что работа, полученная в 1-м такте, равна работе, затраченной в 4-м такте, т. е. суммарная работа этих тактов равна нулю.

д) Цикл Сабатэ

По этому циклу работают двигатели, переоборудованные на питание газом с присадкой жидкого топлива.

Этот цикл изображен на PV -диаграмме, показанной над схемой двигателя (рис. 80).

При 1-м такте — при движении поршня слева направо, через впускной клапан A засасывается горючая смесь (линия CD).

При 2-м такте — при движении поршня справа налево, при закрытом клапане A сжимается горючая смесь адиабатически (по линии DE). В крайнем левом положении через форсунку K впрыскивается жидкое топливо; попадая в высокую температуру ($600—800^\circ$), оно самовозгорается и воспламеняет горючую смесь, которая сгорает мгновенно (изохора EF); само же жидкое топливо сгорает медленнее при постоянном давлении в начале 3-го такта (изобара FG).

Далее происходит адиабатическое расширение (линия GH).

В крайнем правом положении открывается выпускной клапан B и начинается выход газов при постоянном объеме (линия HD).

При 4-м такте через открытый выпускной клапан B происходит дальнейшее выталкивание продуктов сгорания из цилиндра. Так заканчивается цикл Сабатэ.

В действительности PV -диаграммы двигателей имеют немного другой вид. Нет острых углов и строго выдержанных адиабатических процессов.

Такие диаграммы можно получить при помощи особого прибора, называемого индикатором, который сам вычерчивает диаграммы, нанося величину изменения давления в цилиндре двигателя в зависимости от хода поршня. Получаемые диаграммы называются индикаторными. Они служат для подсчета работы, произведенной двигателем, и кроме того позволяют выявить имеющиеся у двигателя недостатки.

Все переоборудованные на газ двигатели внутреннего сгорания при питании одним газом, без присадки жидкого топлива, работают по циклу Отто, а с присадкой жидкого топлива по циклу Сабатэ. В дальнейшем изложении будут часто встречаться следующие обозначения газовой смеси:

P — давление в килограммах на квадратный сантиметр,

T — абсолютная температура в градусах Кельвина; для того, чтобы перевести эту температуру в градусы Цельсия, нужно из нее вычесть 273, т. е. $t = T - 273$,

V — удельный объем смеси в кубических метрах, отнесенный к 1 кг смеси.

Индексы при буквах будут характеризовать состояние смеси:

o — начальное состояние смеси (до поступления во всасывающую трубу или картер двигателя),

a — начало сжатия,

c — конец сжатия,

b — конец выхлопа,

z — момент вспышки смеси,

P — конец предварительного расширения.

Таким образом на Pv -диаграмме (рис. 80) P_a будет отвечать точке D , P_c — точке E и P_z — точке F .

В таблице 10 приведены значения величин P и T для разных состояний смеси, в зависимости от тактности, быстроходности и особенности конструкции двигателей.

Т а б л и ц а 10

Расчетные величины, характеризующие состояние смеси

Тип двигателя	P_o атм.	T_o °K	P_a атм.	T_a °K	P_e атм.	T_e °K
Четырехтактная машина	0,98	310	0,75—0,85	320	1,1	900
Двухтактная машина						
а) Быстроходная с продувочными окнами ниже выхлопных	0,98	310	1,06	350	1,1	750
б) То же тихоходная	0,98	310	1,04	350	1,1	750
в) Быстроходная с продувочными окнами на одной высоте с выхлопными	0,98	310	1,21	350	1,1	750
г) То же тихоходная	0,98	310	1,07	350	1,1	750
д) Быстроходная с продувочными окнами выше выхлопных	0,98	310	1,25	350	1,1	750
е) То же тихоходная	0,98	310	1,1	350	1,1	750

2. Основные коэффициенты, характеризующие работу двигателя

1) Экономический коэффициент полезного действия определяет долю полезно использованного тепла от общего количества тепла Q , подведенного к двигателю.

$$\eta_e = \frac{632N_e}{Q}$$

где N_e — развиваемая двигателем полезная мощность или эффективная, т. е. отнесенная к валу двигателя в лошадиных силах;

632 — количество калорий тепла, эквивалентного одной лошадиной силе;

Экономический коэффициент полезного действия двигателей, переводимых на газ, можно ориентировочно оценивать от 0,22 до 0,27, или находить из теплового расчета двигателя (см. ниже) или, наконец, определять как произведение трех других коэффициентов.

$$\eta_e = \eta_m \eta_t \eta_o$$

где η_m — механический к. п. д. двигателя;
 η_t — термический к. п. д. двигателя;
 η_o — относительный к. п. д. двигателя;

2) Механический к. п. д. двигателя представляет собой отношение полезной мощности к ней же + потеря на трение

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_e + N_m}$$

где N_m — потери на взаимное трение деталей и преодоление сопротивления воздуха.

При оборудовании двигателей на газ их механический к. п. д. может приниматься из таблицы 11 в его прежней величине, как и при работе на жидком топливе.

Т а б л и ц а 11

Значения механического к. п. д.

Тип двигателя	η_m
Двигатель низкого сжатия (нефтянка)	0,70—0,80
Дизель компрессорный	0,72—0,80
Дизель бескомпрессорный	0,80—0,88

3) Термическим к. п. д. двигателя называется отношение тепла, выделяемого по теоретическому циклу, эквивалентного работе (измеряемой заштрихованной площадью — рис. 79) в течение часа к общему количеству подведенного к двигателю тепла

$$\eta_t = \frac{Q'}{Q}$$

где Q' — тепло, выделяемое по теоретическому циклу в течение часа.

Для цикла Отто:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\xi^{k-1}}$$

где ξ — степень сжатия двигателя $= \frac{V_o}{V_c}$

K — показатель адиабаты $= \frac{C_p}{C_v}$

где C_p — теплоемкость при постоянном давлении,
 C_v — при постоянном объеме.

Рекомендуемые степени сжатия приведены в нижеследующей таблице 12.

Таблица 12

Рекомендуемые степени сжатия

Тип двигателя	ϵ
Двигатели низкого сжатия двухтактные	6—7
То же четырехтактные	6—8
Компрессорные дизели	13—16
Бескомпрессорные дизели	10—16
Газовые двигатели при питании силовым газом	7—9

Для цикла Сабатэ

$$\eta_i = 1 - \frac{\lambda 0,5^{\kappa-1}}{\lambda - 1 + 0,5^{\kappa\lambda}} \cdot \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}}$$

где $\lambda = \frac{P_z}{P_c}$ — степень повышения давления, находящаяся в тепловом расчете двигателя.

Термический коэффициент полезного действия для двигателей, переоборудуемых на силовой газ, может ориентировочно оцениваться в 0,45.

4) Относительным к. п. д. двигателя называется отношение действительно выделенного в цилиндре тепла, затраченного на развитие индикаторной мощности, т. е. полезной мощности, и на преодоление потерь на трение, к теплу, выделенному по теоретическому циклу.

$$\eta_0 = \frac{632 (N_e + N_m)}{Q'}$$

Относительный к. п. д. двигателей, переводимых на газ, определяется из теплового расчета.

5) Большое значение при тепловых расчетах двигателей имеет коэффициент наполнения цилиндра — η_v , показывающий использование объема цилиндра при заполнении его рабочей смесью.

Теоретически за один цикл в цилиндр двигателя должно поступить рабочей смеси

$$V = S \frac{\pi D^2}{4},$$

где S — ход поршня;
 D — диаметр поршня.

В действительности за один цикл в цилиндр двигателя смеси поступает меньше

$$V' = V \eta_v \frac{P_0 273}{1,033 T_0}$$

Теплосодержание смеси, засосанной за один цикл или, как принято говорить, „тепловой заряд цилиндра“:

$$Q' = \frac{V' Q_p}{1 + \alpha L_0} = \frac{V \eta_v Q_p}{1 + \alpha L_0} \frac{P_0 273}{1,033 T_0},$$

где: Q_p — теплотворная способность 1 куб. метра нормального силового газа (отнесенного к температуре 0° С и давлению 760 мм ртутного столба) в калориях (см. табл. 13);
 L_0 — теоретический расход воздуха в куб. м для сгорания 1 куб. метра газа (см. табл. 13);
 α — коэффициент избытка воздуха, показывающий, во сколько раз действительный расход воздуха больше теоретического. Этот коэффициент всегда больше единицы. Для двигателей, работающих на газе — 1,1 до 1,3.

Таблица 13

Характеристика силового газа

Природа силового газа	Удель- ный вес в кг при °С 760 мм рт. ст.	Объемный состав газа в %					Тепло- творная способн. Q_p кал/м ³	L_0 м ³ /м ³ газа
		Водо- род H ₂	Метан CH ₄	Окись угле- рода CO	Угле- кисло- та CO ₂	Азот N ₂		
Из древесины . .		11,8	2,1	25,6	7,3	53,2	1252	1,07
Из торфа	1,22	10,0	4,0	15,0	14,0	57,0	1058	1,27
Из бурого угля . .	1,12	16,0	2,0	20,0	8,0	54,0	1200	1,05
Из кокса	1,20	7,0	2,0	27,6	4,8	58,6	1190	1,00
Из антрацита . . .	1,04	24,2	2,0	16,6	11,3	45,9	1293	1,15

Вышеприведенная формула „теплового заряда цилиндра“ показывает, что для увеличения его величины (влияющей на мощность двигателя и его устойчивую работу) необходимо стремиться:

а) повышать начальное давление газовой смеси путем применения схемы газогенераторной установки с наддувом (см. гл. VII),

б) уменьшать начальную температуру газовой смеси за счет лучшего охлаждения газа в скрубере,

в) уменьшать коэффициент избытка воздуха.

Коэффициент наполнения цилиндра находится из формулы:

$$\eta_v = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \cdot \frac{P_0 T_0}{P_0 (T_a' + \gamma T_s)}$$

где: T_a' — температура смеси, нагретой в результате соприкосновения со стенками цилиндра и поршнем;

γ — коэффициент остаточных газов, находимый по таблице 14;

P_o, T_o, P_a, T_a — находится из таблицы 10.

Расчетный коэффициент наполнения цилиндра для двухтактных двигателей

$$\eta_v^1 = \eta_v (1 - h)$$

где h — высота продувочных окон в долях хода поршня = от 0,18 до 0,22.

Таблица 14

Величины для определения коэффициента заполнения

Тип двигателя	T_a^1	Коэффициент остаточных газов γ
Четырехтактные машины	330°	0,05
Двухтактные машины	325°	0,25
тихоходные	340°	0,3
быстроходные		

Коэффициент наполнения цилиндра ориентировочно оценивается для двигателей, работающих на газе:

быстроходных от 0,72 до 0,8,

тихоходных от 0,78 до 0,88.

Для двухтактных двигателей должна еще делаться указанная выше поправка на длину продувочных окон.

3. Мощность двигателя

Различают эффективную мощность двигателя, отнесенную к его валу N_e , и индикаторную мощность N_i , отнесенную к цилиндру:

$$N_i = N_e + N_m$$

где N_m — мощность, затрачиваемая на трение.

Величина N_i определяется по формуле:

$$N_i = \frac{\pi D^2}{4} \frac{S P_i n}{m \cdot 30 \cdot 75}$$

где: D — диаметр в см;

S — ход поршня в м;

n — число оборотов в минуту;

P_i — среднее индикаторное давление двигателя, находимое по тепловому расчету или ориентировочно по табл. 15;

m — число тактов двигателя;

Таблица 15

Значения среднего индикаторного и среднего эффективного давлений

Тип двигателя	P_i
Двухтактные двигатели	2,5—3,0
Четырехтактные двигатели	3,0—3,5

Более точно, среднее индикаторное давление для двигателя, работающего по циклу Отто, будет:

$$P_i = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right]$$

где $n_1 = 1,36$

$n_2 = 1,32$

$\lambda = \frac{P_z}{P_c}$ степень повышения давления.

Среднее индикаторное давление для двигателя, работающего по циклу Сабатэ, выражается формулой:

$$P_i \cong \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[0,5 \lambda + \frac{0,9 \lambda}{n_2 - 1} - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right]$$

где обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

В полученные по этим формулам значения P_i необходимо внести коррективы в зависимости от тактности двигателя:

Для четырехтактных машин

$$P_i \text{ расчетное} = 0,96 P_i$$

Для двухтактных машин

$$P_i \text{ расчетное} = P_i (1 - h),$$

где: h — высота продувочных окон в долях от хода поршня.

Обычно h — от 0,18 до 0,25.

4. Примеры тепловых расчетов двигателей с работой по циклу Отто

ПРИМЕР 1.

Основные данные для расчета

Тип двигателя — двухтактный нефтяной двигатель марки „Красный прогресс“.

Мощность $N_e = 18$ л. с.
 Число оборотов $n = 300$ об/мин.
 Диаметр цилиндра $D = 225$ мм
 Ход поршня $h = 265$ мм
 Степень сжатия $\varepsilon = 3,8$ (по каталогу).

Примечание. Если величина ε в каталоге отсутствует или при переоборудовании двигателя на газ был изменен объем головки цилиндра, степень сжатия находится по замерам с натуры.

1) Давление в начале сжатия
 $P_a = 1,06$ ата (из таблицы 10).

2) Давление в конце сжатия

$$P_c = P_a \varepsilon^{n_1}$$

где

$$n_1 = 1,36 \text{ (см. стр. 87)}$$

$$P_c = 1,06 \cdot 3,8^{1,36} = 6,55 \text{ ата}$$

3) Температура в конце сжатия

$$T_c = T_a \varepsilon^{n_1 - 1}$$

где

$$T_a = 350^\circ \text{C (из таблицы 10)}$$

$$T_c = 350 \cdot 3,8^{1,36 - 1} = 563^\circ \text{C}.$$

4) Давление вспышки

$$P_z = m P_c \frac{T_z}{T_c}$$

где

$$T_z = 1700 - 2000^\circ \text{C}$$

m — из таблицы 16.

Значение m

Таблица 16

Природа газа	m		
	Четырех- тактные	Двухтактные	
		Быстро- ходные	Тихоход- ные
Силовой из древесины	0,92	0,94	0,94
„ из торфа	0,80	0,84	0,83
„ из бурого угля	0,92	0,94	0,93

$$P_z = 0,94 \cdot 6,55 \frac{1700^\circ}{563} = 18,3 \text{ ата}$$

5) Степень повышения давления

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c} = \frac{18,3}{6,55} = 2,79.$$

6) Теоретическое среднее индикаторное давление

$$P_i = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right]$$

$$P_i = \frac{6,55}{3,8 - 1} \left[\frac{2,79}{1,32 - 1} \left(1 - \frac{1}{3,8^{1,32 - 1}} \right) - \frac{1}{1,36 - 1} \left(1 - \frac{1}{3,8^{1,36 - 1}} \right) \right] = 4,78 \text{ кг/см}^2$$

7) Расчетное среднее индикаторное давление

$$P_i \text{ расчетное} = P_i (1 - h)$$

где $h = 0,25$

$$P_i \text{ расчетное} = 4,78 (1 - 0,25) = 3,58 \text{ кг/см}^2.$$

8) Среднее эффективное значение

$$P_e = P_i \eta_m$$

где $\eta_m = 0,70$ (см. таблицу 11)

$$P_e = 3,58 \cdot 0,70 = 2,50 \text{ кг/см}^2.$$

9) Мощность двигателя (эффективная)

$$N_e = \frac{\pi D^2}{4} \frac{S P_e n}{m \cdot 30 \cdot 75}$$

где: D — диаметр цилиндра = 22,5 см,

S — ход поршня = 0,265 м,

$n = 300$ об/мин.

m — тактность двигателя = 2

$$N_e = \frac{\pi 22,5^2}{4} \frac{0,265 \cdot 2,5 \cdot 300}{2 \cdot 30 \cdot 75} = 17,7 \text{ л. с.}$$

10) Потеря мощности

$$\frac{N_e - N_e'}{N_e} 100 = 1,7\%$$

11) Коэффициент наполнения цилиндра

$$\eta_v = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{P_a T_0}{P_0 (T_a' + \gamma T_0)}$$

где: $T_0 = 310^\circ$ (из табл. 10).
 $P_0 = 0,98$ (из табл. 10).
 $T_0 = 750$ (из табл. 10).
 $T_a' = 340^\circ$ (из табл. 14).
 $\gamma = 0,3$ (из табл. 14).
 $P_a = 1,06$ (из табл. 10).

$$\eta_v = \frac{3,8}{3,8 - 1} \cdot \frac{1,06 \cdot 310}{0,98 (340 + 0,3 \cdot 750)} = 0,81$$

С поправкой на высоту продувочных окон

$$\eta_v' = \eta_v (1 - h),$$

где h — высота продувочных окон в долях хода поршня

$$\eta_v' = 0,81 (1 - 0,25) = 0,61.$$

12) Часовой расход газа

$$V_{\text{час}} = 60nV' \frac{1}{1 + \alpha L_0},$$

где: V' — количество смеси, поступающей за один цикл м^3 ,
 n — число оборотов двигателя в минуту = 650,
 α — коэффициент избытка воздуха 1,2,
 L_0 — теоретически необходимый расход воздуха 1,07 (из таблицы 13).

Но

$$V' = V_0 \eta_v \frac{P_0 273}{1,033 T_0} = S \frac{\pi D^2}{4} \eta_v \frac{P_0 273}{1,033 T_0},$$

где: S — ход поршня = 0,265 м,
 D — диаметр поршня = 0,225 м,
 η_v — коэффициент наполнения цилиндра = 0,61,
 $P_0 = 0,98$ (из табл. 10),
 $T_0 = 310^\circ \text{C}$ (из табл. 10).

$$V' = 0,265 \frac{\pi \cdot 0,225^2}{4} 0,61 \frac{0,98 \cdot 273}{1,033 \cdot 310} = 0,0051 \text{ м}^3/\text{цикл}$$

$$V_{\text{час}} = 60 \cdot 300 \cdot 0,0051 \frac{1}{1 + 1,2 \cdot 1,07} = 40 \frac{\text{куб. м. норм. газ}}{\text{час}}$$

13) Экономический коэффициент полезного действия двигателя

$$\eta_e = \frac{632 N_e}{V_{\text{час}} Q_p}$$

где: Q_p — теплотворная способность силового газа из древесного топлива (см. табл. 13) с поправкой на влажность

$$Q_p = Q_p' \frac{100 - W}{100}$$

Оценивая влажность $W = 6\%$, определится

$$Q_p = 1252 \cdot \frac{100 - 6}{100} = 1180 \text{ кал/кг.}$$

$$\eta_e = \frac{632 \cdot 17,7}{40 \cdot 1180} = 0,237$$

Вышеприведенные расчеты требуют большой затраты времени. В тех случаях, когда не требуется большой точности, возможно ограничиться упрощенными расчетами, принципы которых приводятся ниже:

ПРИМЕР 2

Расчет четырехтактного нефтяного двигателя Мамина.

Диаметр цилиндра $D = 312 \text{ мм}$
 Ход поршня $S = 454 \text{ мм}$
 Число оборотов $n = 225 \text{ в минуту}$
 Коэффициент наполнения $\eta_v = 0,8$

а) Часовой расход смеси

$$B_{\text{смеси}} = 7,5 \eta_v \pi D^2 S n \frac{273}{1,033 (273 + t_{\text{газа}})}$$

$$B_{\text{смеси}} = 7,5 \cdot 0,8 \pi \cdot 0,312^2 \cdot 0,454 \cdot 225 \frac{1 \cdot 273}{1,033 (273 + 30)} = 186 \text{ н. м}^3 \text{ смеси/час}$$

б) Часовой расход генераторного газа

$$B_{\text{газа}} = B_{\text{смеси}} \frac{1}{1 + 1,07} = 186 \frac{1}{1 + 1,07} = 90 \text{ нм}^3 \text{ газа/час}$$

ПРИМЕР 3

Расчет четырехтактного дизеля сист. Литценмейера (зав. Бромлей) мощностью 125 л. с.
 Расход моторного топлива $\nu = 220 \text{ гр/л. с. час.}$

$$\eta_e = \frac{632}{6 Q_p} = \frac{632}{0,22 \cdot 10000} 100 = 28,7\%$$

Часовой расход газа при полной нагрузке

$$B_{газ} = \frac{632 N_e}{\eta_e Q_p} = \frac{632 \cdot 125}{0,287 \cdot 992} = 278 \text{ кг/час.}$$

5. Определение габаритных размеров газогенераторной установки

На основании полученных в результате теплового расчета величин: часового расхода топлива $B_{топлива}$ часового расхода нормального газа $B_{газ}$ или данных из таблицы 4, можно определить основные размеры газогенераторной установки.

1) Живое сечение шахты газогенератора в зоне горения

$$Q_1 = \frac{B_{топлива}}{b_1}$$

где b_1 — интенсивность газификации топлива в килограммах в час на квадратном метре поперечного сечения зоны горения.

для древесного топлива . . . $b_1 = 350 - 500 \text{ кг/кв. м}$
 для торфа $b_1 = 80 - 100 \text{ кг/кв. м}$
 для бурого угля $b_1 = 100 - 120 \text{ кг/кв. м}$

2) Живое сечение шахты газогенератора в зоне восстановления

$$Q_2 = \frac{B_{топлива}}{b_2}$$

где b_2 — интенсивность газификации топлива в зоне восстановления

для древесного топлива . . . $b_2 = 700 - 1000 \text{ кг/кв. м}$
 для торфа $b_2 = 150 - 200 \text{ кг/кв. м}$
 для бурого угля $b_2 = 200 - 250 \text{ кг/кв. м}$

3) Высота зоны восстановления от фурменного пояса до места газоотсоса или колосниковой решетки принимается равной от 1,0 до 1,2 диаметра (или стороны квадрата) шахты в зоне горения.

4) Высота газогенератора подсчитывается на основании вместимости бункера газогенератора, т. е. верхней части шахты газогенератора, лежащей выше зоны горения.

Вместимость бункера принимается исходя из обеспечения определенного запаса топлива (или времени нахождения топлива в бункере), а именно:

для древесного сырого топлива влажностью 35—50%	6 часов
для древесного полусухого топлива влажностью 25—35%	4 часа
для древесного сухого топлива влажностью 25%	3 часа
для торфа	4 часа
для бурого угля	4 часа

5) Размеры скрубберов.

Высота скруббера оросительного без насадки	4,7—5,5 м
То же с насадкой из кокса	2,6—3,2 м
„ с кольцами Рашига	1,8—2,2 м

Поперечное сечение скруббера с насадкой принимается по скорости нормального газа 0,1—0,18 м/сек (в живом сечении за насадкой). Поперечное сечение скруббера без насадки — 0,4—0,7 м/сек.

6) Размеры сухих очистителей.

Поперечное сечение сухого очистителя принимается по скорости нормального газа (в живом сечении 0,06—0,1 м/сек за фильтрующей массой). Высота сухого очистителя принимается 1,5—1,9 м.

7) Диаметр газопровода определяется путем расчета сопротивления прохождению газа.

Ориентировочно скорость газа принимается 5-6 м/сек.

ПРИМЕР ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРА

А. Шахта

Высота шахты от верха до уровня газоотбора	м 0,25
Площадь сечения шахты по фурменному поясу $0,58 \times 0,58$	кв. м 0,336
Площадь суженного сечения шахты при работе на 1 двигатель Мамина 25 л. с.	кв. м 0,109
Площадь среднего сечения шахты	кв. м 0,25
Объем шахты от верха до газоотбора $0,25 \times 2,5$	куб. м 0,625
Внешние габариты газогенератора	
высота	м 3,03
ширина	м 1,38
длина	м 1,38

Б. Фурмы

Диаметр фурм (внутренний)	мм 20
Число фурм	шт 8
Суммарная площадь сечения фурм $8 \times 0,785 \times 0,02^2$	кв. м 0,0025

В. Растопочная труба

Внутренний диаметр растопочной трубы . .	мм 102
Площадь поперечного сечения вытяжной трубы	кв. м 0,008
Внутренний диаметр трубы для отвода кон- денсата	мм 19 (3/4")

Г. Газоотвод

Суммарная площадь сечения газоотсасыва- ющих патрубков	кв. м 0,028
Площадь поперечного сечения коллектора $0,2 \times 0,1$	кв. м 0,02
Диаметр газоотводной трубы в скруббер . . .	мм 94
Площадь поперечного сечения трубы . . .	кв. м 0,007

Д. Гидравлический затвор

Глубина	мм 400
Объем до газоотбора $0,58 \times 0,58$ (3,03 — — 2,5 + 04)	кб. м 0,31

а) Расчет газогенератора

1) Состав топлива

Органический состав древесного топлива

$$\begin{aligned} C_o &= 50,5\% \\ H_o &= 6,2\% \\ N_o &= 0,6\% \\ O_o &= 42,7\% \end{aligned}$$

Рабочий состав топлива при зольности $A_p = 1\%$ и влажно-
сти $H_p = 20\%$.

$$C_p = \frac{100 - A_p - W_p}{100} = 50,5 \cdot 0,79 = 39,7\%$$

$$\begin{aligned} H_p &= 6,2 \cdot 0,79 = 4,9\% \\ N_p &= 0,6 \cdot 0,79 = 0,5\% \\ O_p &= 42,7 \cdot 0,79 = 33,9\% \\ N_p &= 20\% \\ A_p &= 1\% \end{aligned}$$

Рабочий состав древесного топлива при зольности $A_p = 1\%$ и
влажности $W_p = 35\%$

$$\begin{aligned} C_p &= 50,5 \cdot 0,64 = 32,3\% \\ H_p &= 6,2 \cdot 0,64 = 4,0\% \\ N_p &= 0,6 \cdot 0,64 = 0,4\% \\ O_p &= 42,7 \cdot 0,64 = 27,3\% \\ W_p &= 35\% \\ A_p &= 1\% \end{aligned}$$

2) Состав генераторного газа из древесного топлива по дан-
ным испытаний близких по типу газогенераторов, в процентах
по объему. (В случае отсутствия данных испытаний — пользо-
ваться табл. 13).

Горючие компоненты

$$\begin{aligned} CO &= 12,8\% \\ H_2 &= 15,1\% \\ CH_4 &= 2,6\% \end{aligned}$$

Негорючие компоненты

$$\begin{aligned} CO_2 &= 14,6\% \\ N_2 &= 54,2\% \\ O_2 &= 0,7\% \end{aligned}$$

Итого 100%

3) Выход сухого генераторного газа на 1 кг рабочего топлива

Предполагается, что вся зола уходит в провал и что в про-
вале содержится столько же горючих.

Если допустить, что горючее в провале состоит целиком из
углерода, то потери углерода в провале составят также $C_{ш} = 1\%$.

Таким образом действительное содержание углерода, уча-
ствующего в образовании генераторного газа, составит:

$$\begin{aligned} C_{\phi} &= C_p - C_{ш} = 39,7 - 1 = 38,7\% \text{ при } W_p = 20\% \\ C_{\phi} &= C_p - C_{ш} = 32,3 - 1 = 31,3\% \text{ при } W_p = 35\% \end{aligned}$$

Выход сухого газа на 1 кг топлива

$$V = \frac{C_{\phi}}{0,536 (CO_2 + CO + CH_4)}$$

при топливе с влажностью 20%

$$V = \frac{38,7}{0,536 (14,6 + 12,8 + 2,6)} = 2,40 \text{ Нм}^3/\text{кг.}$$

при топливе с влажностью 35%

$$V = \frac{31,3}{0,536 (14,6 + 12,8 + 2,6)} = 1,94 \text{ Нм}^3/\text{кг.}$$

4) Расход воздуха на газификацию (кг топлива).
Действительный расход воздуха составляет

$$L = \frac{1}{79,1} \left[N_2 V - \frac{N_p}{1,25} \right]$$

Для древесного топлива влажностью 20%

$$L = \frac{1}{79,1} \left[54,2 \cdot 2,40 - \frac{0,5}{1,25} \right] = 1,65 \text{ Нм}^3/\text{кг.}$$

Для топлива влажностью 35%

$$L = \frac{1}{79,1} \left[54,2 \cdot 1,94 - \frac{0,4}{1,25} \right] = 1,33 \text{ Нм}^3/\text{кг.}$$

5) Теплотворная способность генераторного газа из древесного топлива

$$Q_p = 25,8H_2 + 30,5 CO + 85,3 CH_4 \text{ кал/п.м.}^3$$

$$Q_p = 25,8 \cdot 15,1 + 30,5 \cdot 12,8 + 85,3 \cdot 2,6 = 992 \text{ кал/мм}^3.$$

6) Расход воздуха на сжигание 1 куб. м. генераторного газа:
а) Теоретический расход воздуха

$$L_0 = \frac{1}{21} \left[\frac{CO}{2} + \frac{H_2}{2} + 2CH_4 - O_2 \right]$$

$$L_0 = \frac{1}{21} \left[\frac{12,8}{2} + \frac{15,1}{2} + 2 \cdot 2,6 - 0,7 \right] = 0,87 \frac{\text{Нм}^3_{\text{воздуха}}}{\text{Нм}^3_{\text{газа}}}$$

б) Действительный расход воздуха

$$L = \alpha L_0 = 1,2 \cdot 0,87 = 1,06 \frac{\text{Нм}^3_{\text{воздуха}}}{\text{Нм}^3_{\text{газа}}}$$

6) Часовой расход топлива газогенератором при работе на двигателе Мамина

при $W_p = 20\%$

$$B_{\text{мон}} = \frac{B_{\text{газа}}}{V} = \frac{90}{2,40} = 37,5 \text{ кг/час}$$

при $W_p = 35\%$

$$B_{\text{мон}} = \frac{90}{1,94} = 46,3 \text{ кг/час.}$$

7) Часовой расход топлива газогенератором при работе на двигатель дизель системы Литценмейера

при $W = 20\%$

$$B_{\text{мон}} = \frac{B_{\text{газа}}}{V} = \frac{278}{2,40} = 116 \text{ кг топ/час}$$

при $W = 35\%$

$$B_{\text{мон}} = \frac{278}{1,94} = 143 \text{ кг топ/час.}$$

8) Напряжение поперечного сечения шахты в поясе фурм по рабочему топливу при $W_p = 20\%$
при работе двигателя Мамина

$$b_1 = \frac{37,5}{0,336} = 112 \text{ кг/м}^2 \text{ час}$$

при работе дизеля Литценмейера

$$b_1 = \frac{116}{0,336} = 345 \text{ кг/м}^2 \text{ час.}$$

9) Напряжение суженного сечения шахты при работе двигателя Мамина

$$b_2 = \frac{37,5}{0,109} = 344 \text{ кг/м}^2 \text{ час.}$$

10) Скорость воздуха в фурмах при температуре помещения 20°C и влажности топлива $W_p = 20\%$ при работе двигателя Мамина =

$$C = \frac{LB}{3600 \omega} \cdot \frac{(273 + t_e)}{273}$$

$$C = \frac{1,65 \cdot 37,5}{3600 \cdot 0,0025} \cdot \frac{273 + 20}{273} = 7,4 \text{ м/сек.}$$

при работе дизеля Литценмейера

$$C = \frac{1,65 \cdot 116}{3600 \cdot 0,0025} \cdot \frac{273 + 20}{273} = 22,9 \text{ м/сек.}$$

11) Запас топлива в шахте при объемном весе подсушенного топлива 400 кг/м³ при работе двигателя Мамина

$$\frac{0,625 \cdot 400}{37,5} = 6,7 \text{ часа}$$

при работе дизеля Литценмейера

$$\frac{0,625 \cdot 400}{116} = 2,15 \text{ часа.}$$

б) Расчет очистителя

Сухой и мокрый очиститель выполнены в общем корпусе из двух железных бочек.

Диаметр очистителя 760 мм

Площадь поперечного сечения $\frac{\pi}{4} 0,76^2 = 0,453 \text{ м}^2$

Часовой расход газа при работе двигателя Мамина 90 Нм³/час

Секундный расход газа $\frac{90}{3600}$ 0,025 Нм³/сек

Скорость фильтрации $\frac{0,025}{0,453}$ 0,055 м/сек

Часовой расход газа при работе дизеля 278 Нм³/час

Секундный расход газа $\frac{278}{3600}$ 0,077 Нм³/сек

Скорость фильтрации $\frac{0,077}{0,453}$ 0,17 м/сек

Для мокрого очистителя скорость 0,055 м/сек. приемлема, для сухого — мала.

Объем всего очистителя $2,2 \cdot 0,453$ 1,0 м³

Объем „ „ на 1 л. с. $\frac{1,0}{125} 1000$ 8,0 лит/л. с.

Таким образом перед пуском дизеля Лицтенмейера желательно установить второй такой же очиститель.

Тогда получается скорость фильтрации $\frac{0,077}{2 \cdot 0,453} = 0,086 \text{ м/сек}$

объем очистителя на 1 л. с. $\frac{2 \times 1,0}{125} 1000 = 16,0 \text{ лит/л. с.,}$ что вполне допустимо.

в) Расчет газопроводов

Диаметр газопровода к двигателю Мамина 76 мм.

Скорость в газопроводе к двигателю Мамина

$$\frac{0,025}{\frac{\pi}{4} 0,076^2} = 5,5 \text{ м/сек.}$$

Скорость в газопроводе к дизелю Литценмейера

Диаметр газопровода между очистителем и дизелем 100 мм.

$$\frac{0,077}{\frac{\pi}{4} 0,1^2} = 9,8 \text{ м/сек,}$$

что может быть допущено при работе дизеля с неполной мощностью.

Диаметр газопровода между газогенератором и очистителем 100

Скорость в газопроводе при работе двигателя Мамина и температуре газа 500° С.

$$\frac{0,025}{\frac{\pi}{4} 0,1^2} \cdot \frac{273 + 500}{273} = 9,0 \text{ м/сек.}$$

Скорость в коллекторе (газоотсасывающем)

$$\frac{0,025}{0,2 \times 0,1} \cdot \frac{273 + 500}{273} = 3,6 \text{ м/сек.}$$

ПРИМЕР ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ С НАДДУВОМ

1. Основные данные по двигателю, переводимому на газ

В Костромской психиатрической больнице Министерства здравоохранения РСФСР переводу на газ подлежали: в 1 очередь — четырехтактный горизонтальный одноцилиндровый двигатель Мамина и во 2 очередь — четырехтактный горизонтальный сдвоенный дизель системы Литценмейера завода б. Бромлей выпуска 1909 г. мощностью 125 л. с.

Номинальная мощность двигателя Мамина — 30 л. с. при 225 об/мин. Диаметр цилиндра — 312 мм. Ход поршня — 454 мм.

Объем камеры сжатия при работе на нефти — 8,5 л. Объем рабочего хода цилиндра — 34,7 л, а полный объем полости цилиндра при работе на нефти — 43,2 л. Степень сжатия — 4,1. Двигатель имеет маховик диаметром 1918 мм и шкив Д-700 мм. Со шкива он передает мощность через 2 трансмиссии водяному калифорнийскому насосу, который потребляет 5 квт. С маховика мощность снимается динамомашинной в 22 квт, напряжением 230 в. при 960 об/мин.; диаметр шкива динамомашинной 410 мм.

Двигатель Мамина имел значительный износ, неисправный, всасывающий клапан, регулятор числа оборотов на нем отсутствовал. Плохо запускался на нефти. При нагрузке в 50 А понижал обороты и напряжение на динамомашине до 150 в. Таким образом его максимальная эффективная мощность на валу при работе на нефти составляла всего:

$$\frac{50 \cdot 15 \cdot 1,36}{1000 \cdot 0,8 \cdot 0,95} = 13,4 \text{ л. с.}$$

где: 1,36 — переводной коэффициент из киловатт в лощ. силы;
0,8 — к. п. д. динамомашинной;
0,95 — к. п. д. ременной передачи.

2. Выбор места для газогенераторной установки

Дизель установлен в новом машинном зале электростанции, а двигатель Мамина в старом машинном зале, отделенном от нового котельной. Для сокращения пути газа от газогенераторной установки к двигателям целесообразно было разместить ее где-то между ними. Однако кроме котельной другого помещения, которое можно было бы приспособить для газогенераторной установки, не оказалось. Пришлось пойти на вынужденное решение: потеснить гараж, примыкающий к новому машинному залу, и в нем расположить газогенераторную установку в непосредственной

близости от дизеля, поставив тем самым двигатель Мамина в тяжелые условия работы на очень длинном газопроводе. Некоторым доводом в пользу принятого решения служило то обстоятельство, что двигатель Мамина по своему состоянию может нести функции только резервного агрегата.

3. Схема

Как уже указывалось выше, на этом объекте осуществлена газогенераторная установка конструкции авторов настоящей книги „ГИХА-2“.

Она состоит из кирпичной газогенераторной печи, мокрого и сухого очистителя, заключенных в общем металлическом корпусе.

Ввиду вынужденной значительной длины газопровода от газогенераторной установки до двигателя Мамина (приведенная длина — 106,6 м, фактическая длина газопровода 34,6 м (рис. 81),

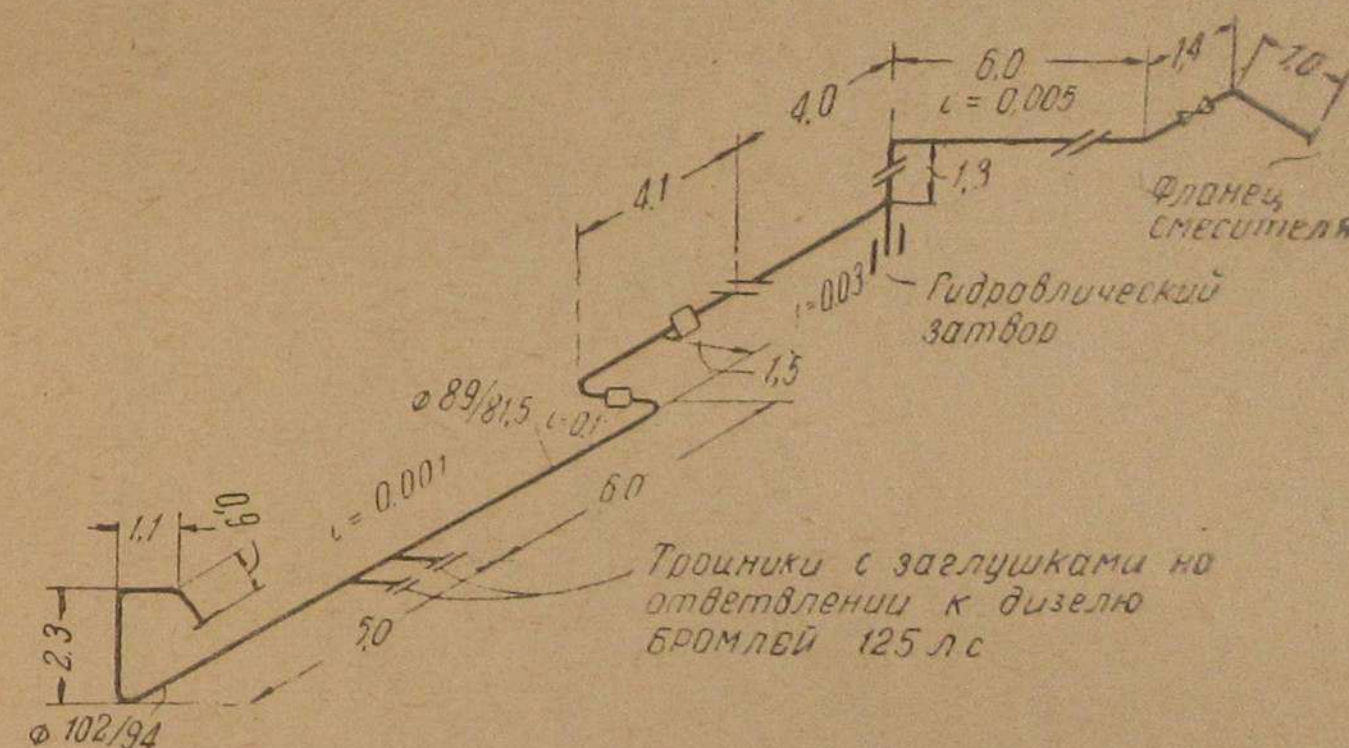


Рис. 81. Схема газопровода

Для обеспечения надежной работы последнего пришлось на газопроводе за очистителем поставить вентилятор. В результате получилась усложненная схема с наддувом (рис. 82).

На ней: А — газогенератор, Б — очиститель В — вентилятор для наддува, Г — смеситель к дизелю (пока не установлен), Д — смеситель к двигателю Мамина, Е — свеча, Ж — компенсатор, б, в, г — водяные манометры.

Компановка

Для газогенераторной установки от гаража было отделено обособленное помещение длиной 6,4 м, шириной 5,9 м, высотой 6 м (рис. 83).

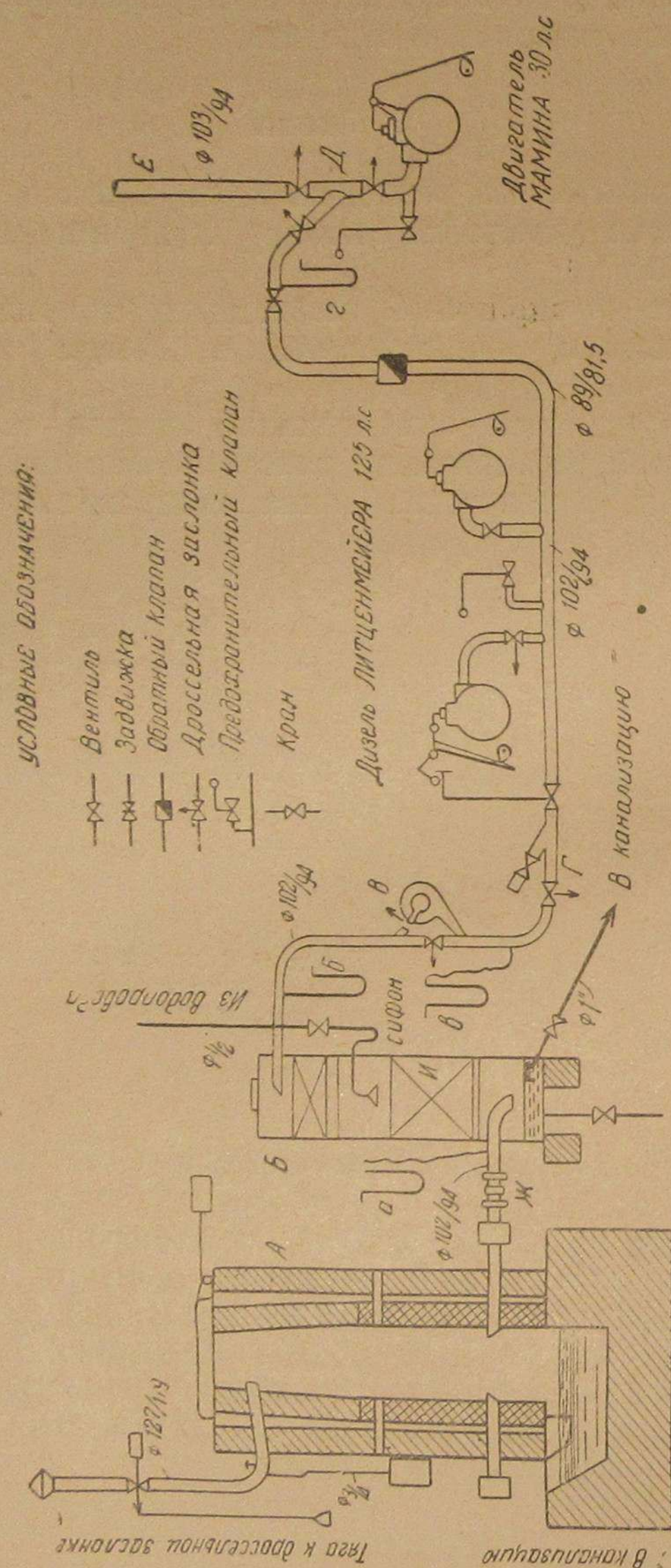


Рис. 82. Схема газогенераторной установки „ГИХА-2“ с наддувом

Конструкцию газогенератора временно пришлось выполнить с отступлениями от проекта (рис. 84), по следующим причинам:

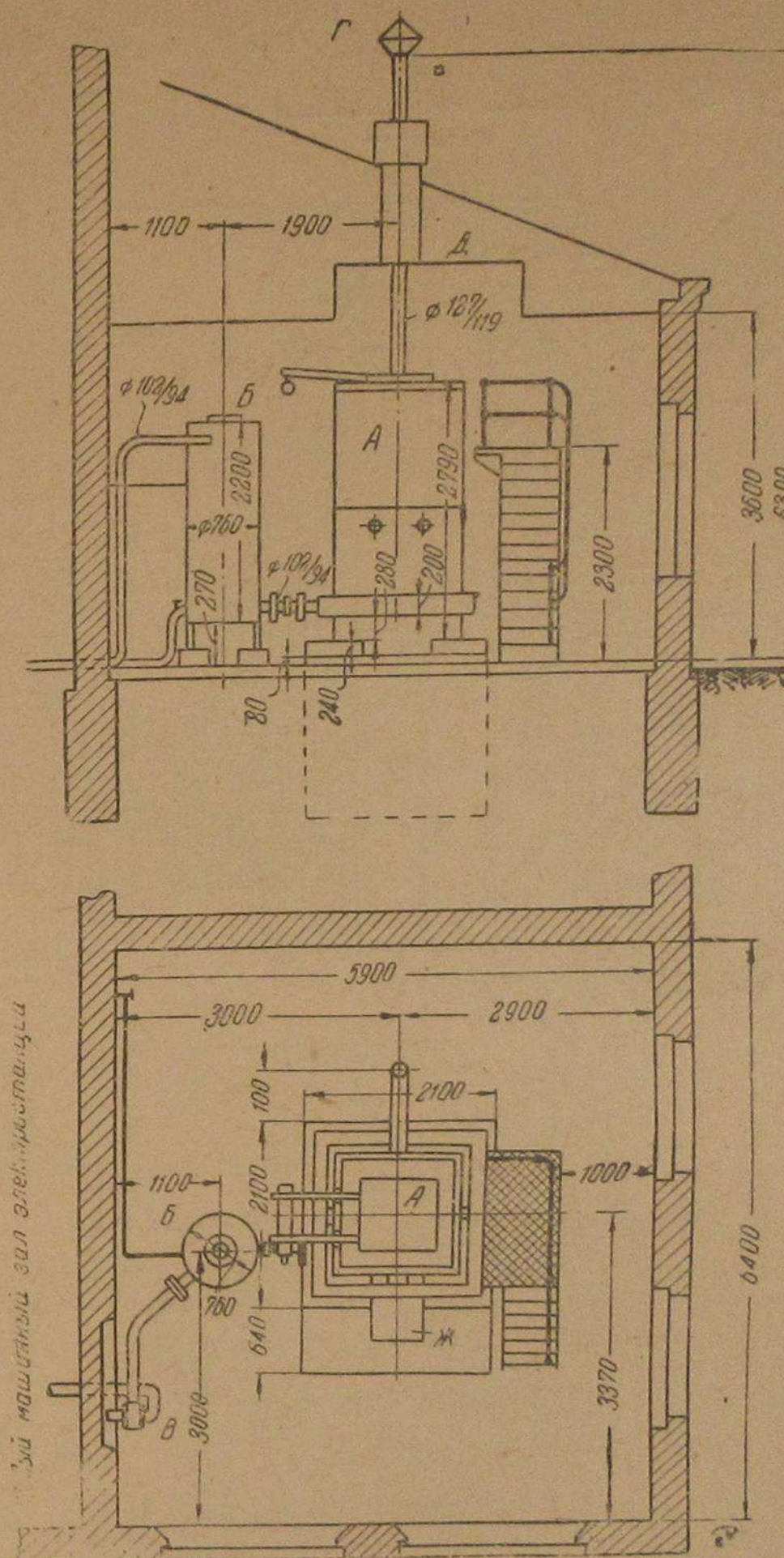


Рис. 83. Общий вид компоновки газогенераторной установки „ГИХА-2“ с наддувом

А — газогенератор, Б — очиститель, В — вентилятор для наддува, Г — вытяжная труба, Д — вытяжной зонг, Ж — гидравлический затвор газогенератора

Во-первых, за отсутствием огнеупорного кирпича вся футеровка выполнена красным кирпичом на глиняном растворе.

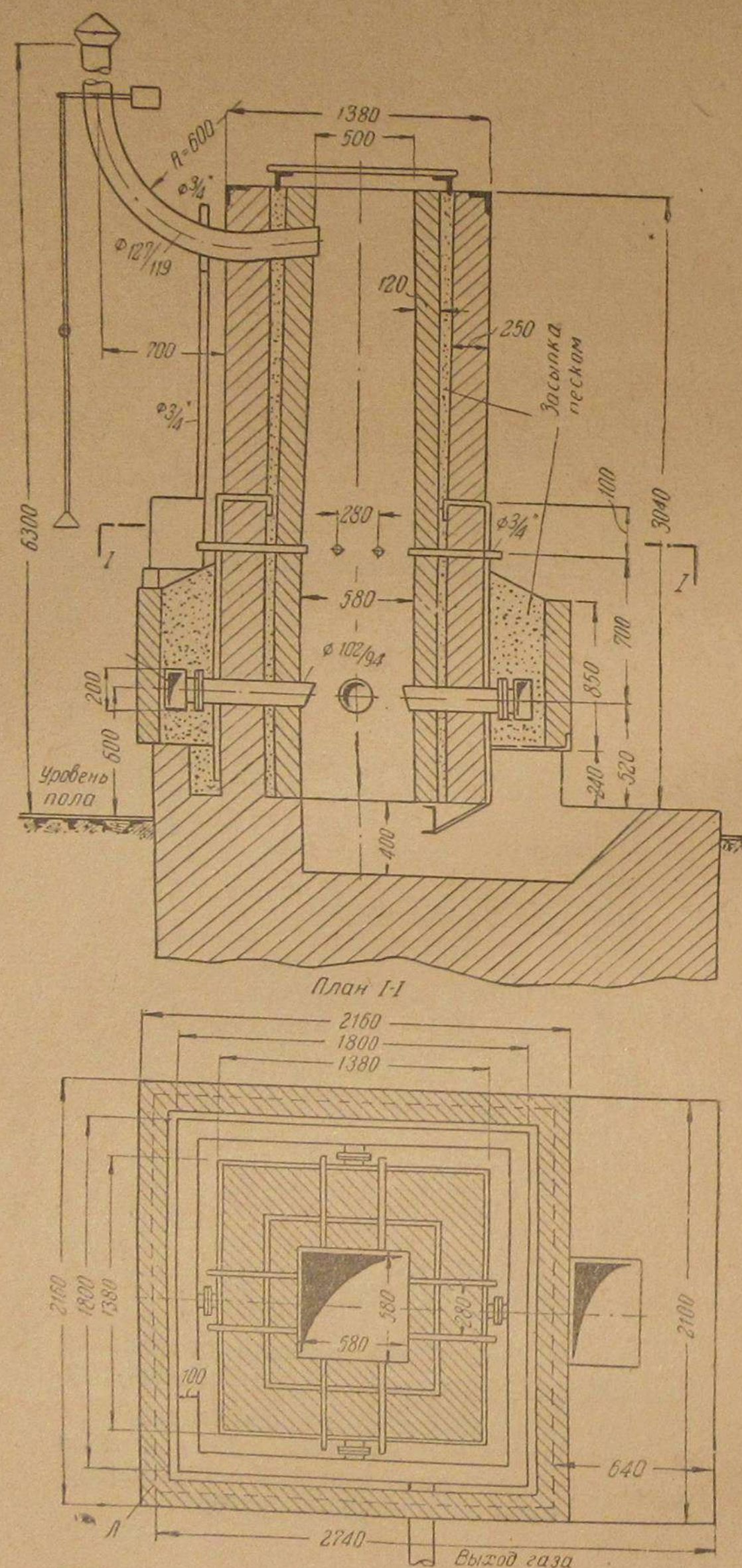


Рис. 84. Исполнительный чертеж газогенератора „ГИХА-2“

Во-вторых, вокруг газогенератора до уровня фурм выложен кирпичный барьер. Все пространство между ним и кожухом газогенератора заполнено мелким сухим песком. К этому средству пришлось прибегнуть вследствие того, что кожух газогенератора ошибочно оказался выполненным вместо сварки на заклепках с неплотным швом.

Вентилятор для наддува

В качестве вентилятора для наддува был использован электрический вентилятор для разжига от транспортной газогенератор-

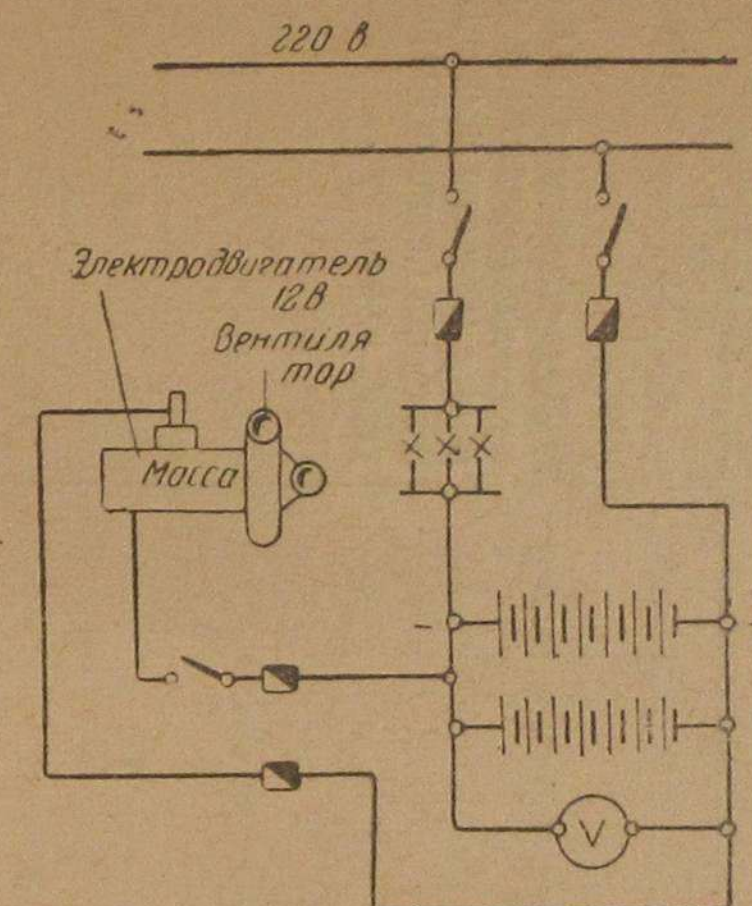


Рис. 85. Схема включения пускового вентилятора в электросеть напряжением 220 в. на буферную работу с аккумуляторной батареей

ной установки Г—42, включенной в сеть постоянного тока 220 в на буферную работу с аккумуляторной стратерной батареей (рис. 85)

Испытания

Производство наладочных работ, проведение испытаний и ввод в эксплуатацию этой газогенераторной установки продолжались в течение трех недель.

Результаты испытаний оказались удовлетворительными: двигатель после прекращения подачи жидкого топлива, не снижая числа оборотов, переходил на питание чистым газом с воспламенением газовой смеси от калоризатора, температура которого сохранилась постоянной. Мощность составила 81 от номинальной.

При производстве испытаний газогенераторных установок желательно вести подробные записи испытаний по форме журнала, указанного в приложении.

Ж У Р Н А Л
наладки к пуску газогенераторной установки (в Костромской психиатрической больнице)

Дата	Описание производимого испытания	Внешние признаки неисправной работы установки	Причина неисправности	Способ устранения неисправностей
1	2	3	4	5
19/IV 1944 г.	Испытания системы электрического зажигания нефтяного четырехтактного горизонтального одноцилиндрового двигателя Мамина мощн. 30 л. с., состоящей из магнето высокого напряжения системы Бош и запальной электросвечи автомобильного типа, ввернутой в специальную шайбу (см. рис. 64). Ток от магнето к свече передавался по низковольтному изолированному проводу, протянутому через резиновую трубку. Оборотным проводом служила "проводник-масса". На валик магнето был надет рычаг, отводимый в сторону кулачком, насаженным на распределительный вал двигателя. При некорректном угле поворота кулачка рычаг соскакивал, и увлекаемый пружиной, возвращался к исходному положению. Двигатель проверялся вручную.	Отсутствовала искра	Недостаточная высота кулачка, вследствие чего валик магнето повернулся на угол, около 30°.	Изготовить новую шайбу с удлиненным кулачком.

21/IV	То же с новой шайбой с удлиненным кулачком	Отсутствовала искра	Угол поворота валика магнето достигал 90° и лежал между вертикальной и горизонтальными осями, проведенными через ось его вращения, что соответствовало минимальному напряжению магнето данного типа	Переставить магнето так, чтобы ось вращения его валика находилась над осью распределительного вала двигателя
22/IV	То же при расположении магнето над распределительным валом двигателя	Сломался повторный рычаг, насаженный на валик магнето	Давление на рычаг от кулачка передавалось почти по нормали. Рычаг "заело"	Изменить форму конца рычага и поставить ролик на конце удлиненного кулачка
25/IV	То же при изменении формы конца поворотного рычага и установке на конце удлиненного кулачка ролика (см. рис. 69).	Система электрического зажигания работала удовлетворительно		
26/IV	Испытания по запуску двигателя Мамина, переоборудованного на электрическое зажигание, на бензине, распыляемом через сохраненную нефтяную форсунку	Двигатель не запускался	Струя распыляемого бензина не попадала на контакты электросвечи	Удлинить контакты электросвечи
26/IV	То же с устройством на электросвечи вспомогательных удлиненных контактов, имеющих меньший искровой промежуток, чем сохраненные рабочие контакты	Двигатель не запускался	Нефтяная форсунка не давала мелкого распыления бензина	Способа не найдено
27/IV	Первый розжиг газогенераторной печи. Розжиг производился из гидравлического затвора. Для уменьшения потерь топлива низ газогенераторной печи был заполнен боем кирпича через гидравлический затвор	Горение в печи (в гидравлическом затворе) слабое. Печь не разгорелась	Малый приток воздуха, ввиду заполненности гидравлического затвора золой, накопившейся при сушке кладки слабым огнем	Очистить гидравлический затвор от золы

Дата	Описание производимого испытания	Внешние признаки неисправной работы установки	Причина неисправности	Способ устранения неисправностей
1	2	3	4	5
27/IV	твор, верх которого через загрузочный люк было засыпано два мешка древесного угля, две мерки чурки $60 \times 60 \times 60$ мм влажностью 20% и две мерки березовых дров длиной 250 мм, влажностью 30%. Шахта печи заправлялась топливом на 400 мм выше уровня фурм. Дроссель на вытяжной трубе был открыт полностью. Были открыты фурмы То же, после очистки гидравлического затвора от золы, горение усилилось. Из вытяжной трубы пошел густой белый дым. Конец железной трубы, внесенный в очаг горения, раскалился до бела.	После залива гидравлического затвора горение в фурмах не появилось. Горение в печи слабое	Кладка печи не была достаточно высушена, на что указывал цвет дыма из вытяжной трубы	Поддерживать слабое горение в печи, для окончательной просушки ее кладки
28/IV	Фурменные отверстия были закрыты. Через два часа гидравлический затвор был залит водой, фурменные отверстия открыты; в первый момент после этого в них выбрасывало пар	Печь не разгоралась	Неправильный метод розжига, через гидравлический затвор, привел к образованию большого количества пара, сильно понизившего температуру внутри печи Прогорело топливо	После окончания просушки кладки печи применить новый метод розжига печи Вести систематическую загрузку топлива

28/IV	Первичный розжиг газогенераторной установки. Гидравлический затвор был заполнен водой до розжига. Через загрузочный люк были засыпаны чурки размером $50 \times 50 \times 50$ мм, затем две жаровни раскаленного угля из топки котла и поверх их чурки почти до верха шахты газогенератора То же, после очистки вытяжной трубы, выход дыма из фурмы прекратился. Через полчаса в фурмах началось горение; еще через 1 час оно приняло характер ровного соломенно-желтого пламени. Дым, выходящий из трубы, принимал серо-горичный оттенок	Из фурм вырвался дым, выхода дыма из вытяжной трубы не наблюдалось	Отсутствовала тяга, ввиду скопления смол и воды в вытяжной трубе у входа в штуцер $\frac{1}{2}$" для отвода конденсата	Вывинтить штуцер с вентилем и очистить через это отверстие вытяжную трубу от смол и воды. Заменить штуцер новым большего диаметра. Вместо вентилей перекрыть его пробкой.
28/IV	Газогенераторная печь	Газогенераторная печь	Разожглась и была готова к работе	
28/IV	Испытания по запуску двигателя Мамина на газе, подаваемом по 35 м газопроводу из газогенератора за счет избыточного давления, создаваемого в газогенераторе закрытием дросселя на вытяжной трубе	Двигатель не запускался	Подпор был недостаточен. До двигателя дошли следы газа. Помочь подсосом вручную не представлялось возможным. Для этого пришлось бы повернуть ручную двигатель на 120 оборотов.	Разыскать и установить ручной вентилятор у газогенератора для вдувания в него воздуха при запуске двигателя
28/IV	Испытания по запуску двигателя Мамина на газе, подаваемом за счет избыточного давления, создаваемого в газогенераторе ручным вентилятором при закрытом дросселе и фурмах. В качестве ручного вентилятора было приспособлено переносное горно (см. рис. 73, 74). Выходное отверстие его закрыто	Двигатель легко запустился, сделал несколько оборотов и остановился. Произошли два сильных хлопка в скрубере, сопроваждающиеся разрывом резиновых предохранительных клапанов (в момент открытия одной	Ввиду малого пути вдуваемого воздуха от фурмы до газоотсасывающих патрубков через слой раскаленного угля, берущего мало воздуха для своего горения, воздух проходил, заполняя собой вместе с генераторным газом скру-	Вдуть воздух в газогенератор в какой-либо верхней его точке, например, через штуцер в вытяжной трубе, чтобы весь кислород его использовался для горения летучих в зоне возгонки и не попадал в скруббер и

Дата	Описание производимого испытания	Внешние признаки неисправной работы установки	Причина неисправности	Способ устранения неисправностей
1	2	3	4	5
30/IV	фланцем. В фланец был ввернут 1" отвод, который гибким шлангом соединялся с одной из фурм. При вращении вентилятора воздух создавал в нем избыточное давление	из фурм)	бер и газопроводы, обедненная газ и создавая смесь опасную в отношении взрыва	газопроводы
30/IV	То же при вдувании воздуха в штуцер выхлопной трубы, предназначенной для отвода конденсата	Двигатель не запускался	Штуцер и гибкий шланг вентилятора заполнились смолой. Прохода воздуха не было	Сделать новый штуцер на вытяжной трубе в верхней ее части
30/IV	То же, при вдувании воздуха в новый штуцер выхлопной трубы в верхней ее части	Двигатель легко запустился, проработал 2 минуты и остановился	Водяной манометр у двигателя показывал наличие обратной отдачи газа и воздуха в газопровод через всасывающий клапан двигателя. Всасывающий клапан не исправен	Установить обратный клапан на всасывающей трубе у клапанной коробки. Проверить всасывающий клапан
30/IV	То же после установки обратного клапана на всасывающей трубе у клапанной коробки двигателя и проверки состояния всасывающего клапана и установки новой прокладки между корпусом всасывающего клапана и стенками клапанной коробки	Двигатель не запускался	Из-за высокой температуры в клапанной коробке резина клапана подгорела. Он выскочил из шарнира. Всасывающий клапан не исправен	Проверить всасывающий клапан.

3/V

Испытания двигателя Мамина при запуске его на нефти от калоризатора без обратного клапана. Манометра показывали большую обратную отдачу через всасывающий клапан двигателя.
Среднее разрежение перед двигателем и перед газогенератором равнялось нулю. Газогенераторная печь глохла.

При закрытии гидравлического порного приспособления в скрубере (см. рис. 82) водяные манометры показывали значительное разрежение как у двигателя, так и перед скрубёром (см. рис. 82).

Резиновый клапан на скрубёре стал делать хлопки в такт с ходом двигателя

При уменьшении подачи нефти двигатель самодвижся.

После закрытия гидравлического запорного приспособления на скрубёре двигатель хорошо проработал на чистом газе около 3 минут

Всасывающий клапан не исправен и не препятствует обратной отдаче в газопровод.
При создании подпора газа в скрубёре обратная отдача преимущественно осуществляется через воздушный патрубок смеси тела

Укоротить шпindelь всасывающего клапана.
Установить обратный клапан на вертикальном участке газопровода недалеко от движения

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
От авторов	2
Глава I. Принципы работы газогенераторных установок	3
1. Общие положения	3
2. Газогенератор	4
3. Скрубер	9
4. Сухой очиститель	11
5. Газовый ресивер	12
6. Работа двигателей внутреннего сгорания на жидком топливе	13
Глава II. Основные условия для строительства газогенераторных установок	15
1. Топливная база	15
2. Конструкция и состояние двигателя	20
3. Габариты помещения	22
4. Стройматериалы	23
5. Производственная база	25
6. Обслуживающий персонал	26
7. Водоснабжение	26
8. Финансирование	27
Глава III. Конструкции газогенераторных установок	28
1. Транспортная установка	28
2. Цельнометаллические установки	30
3. Кирпично-металлические установки	39
4. Цельнокирпичные установки	53
5. Модернизация газогенераторных установок „Сибди“	55
6. Выбор типа газогенераторной установки	57
Глава IV. Переоборудование двигателей внутреннего сгорания для работы на силовом газе	59
1. Переоборудование двухтактного нефтяного двигателя низкого сжатия с калоризатором	59
2. Переоборудование четырехтактных нефтяных двигателей низкого сжатия	62
3. Переоборудование четырехтактных дизелей	63
4. Электрическое зажигание	66
Глава V. Основные указания по монтажу газогенераторных установок	73
1. Электросварочные работы	73
2. Обмуровочные (печные) работы	74
3. Подготовка насадки	75
4. Ручной вентилятор	75
5. Сушка газогенератора	76
6. Слесарные работы	77
Глава VI. Расчеты газогенераторных установок	78
1. Понятие об индикаторной диаграмме	78
2. Основные коэффициенты, характеризующие работу двигателя	82
3. Мощность двигателя	86
4. Примеры тепловых расчетов двигателей	87
5. Определение габаритных размеров газогенераторной установки	92
Глава VII. Пример газогенераторной установки с наддувом	100
Приложение. Журнал наладки к пуску газогенераторной установки	106

Отв. редактор Г. Г. Бородин Техн. редактор Ю. Барсуков

Л86651 Подп. к печати 19/IV 1947 г. Сдано в пр-во 26/XII 1945

Тир. 4000. Объем 7 п. л. по 46000 зн. в л. Форм. 60×92¹/₁₆ Зак. 188

Ремесленное училище № 3. Москва, Хохловский, 7

19 3 АВГ. 1947