

9 115
132.6

Проф. Н. В. ШИШАКОВ
Ст. научн. сотр. Энергетического института
Академии Наук СССР

В ПОМОЩЬ ГАЗОГЕНЕРАТОРЩИКУ

МЕТАЛЛУРГИЗДАТ
1945

В ПОМОЩЬ РАБОЧИМ-МЕТАЛЛУРГАМ ЮГА

Проф. Н. В. ШИШАКОВ

Ст. научн. сотр. Энергетического Института
Академии Наук СССР

9 115
1326

В ПОМОЩЬ
ГАЗОГЕНЕРАТОРЩИКУ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Москва 1945

Нам необходимо полностью ликвидировать последствия хозяйничания немцев в районах, освобожденных от немецкой оккупации. Это большая общенародная задача. Мы можем и должны решить эту трудную задачу в короткий срок.

СТАЛИН

ВВЕДЕНИЕ

Все, что с выгодой можно сжигать для получения тепла, называется топливом.

Топливо для промышленности имеет огромное значение. Без него вообще не может быть ни фабрик, ни заводов, ни шахт.

Топливо бывает твердое, жидкое и газообразное. Например, дрова, уголь, торф, кокс — топлива твердые, а нефть, керосин, спирт — топлива жидкие. Генераторный газ, коксовый, природный и колошниковый газы являются видами газообразного топлива.

Такие виды топлива, как дрова, уголь, нефть, природный газ, получаются в природе в готовом виде. Они называются топливом естественным. Наоборот, кокс, спирт, генераторный газ и др. являются топливом искусственным.

Часто бывает выгодным естественное топливо подвергнуть переработке, чтобы получить топливо искусственное. Например, низкокачественный бурый уголь можно переработать в хорошее искусственное топливо — в генераторный газ.

Газообразное топливо является самым лучшим. При его сжигании можно получить самые высокие температуры, сжигание его легко регулировать, и потому оно является наиболее экономичным. Газообразное топливо легко распределить по цехам из одного центрального места, а в цехах легко распределить между отдельными печами. Имеются еще и многие другие преимущества газообразного топлива перед другими его видами.

Самым распространенным в промышленности газообразным топливом является генераторный газ. Генераторный газ получают из твердых топлив в особых аппаратах, называемых газогенераторами. Несколько газогенераторов образуют газогенераторную станцию (ГГС). С ГГС генераторный газ по трубам распределяется по цехам и далее по печам. Таким



201706



образом, ГГС оказывается центром, из которого топливо распределяется по всему заводу; она является сердцем завода. Для того чтобы это «сердце завода» работало хорошо и бесперебойно, надо понимать, как оно работает и что нужно делать, чтобы оно работало хорошо.

Чтобы понять, как и какие процессы происходят в газогенераторе и как этими процессами управлять, надо прежде всего ознакомиться с тем сырьем, из которого получают генераторный газ, а также и с теми веществами, которые входят в состав генераторного газа. Сырьем для генераторного газа является твердое топливо; в состав генераторного газа входят отдельные горючие и негорючие составные его части. С ознакомления с отдельными газами, входящими в состав генераторного газа, и с твердым топливом, из которого он образуется, мы и начнем наше изложение.

ГЛАВА I

ГАЗЫ

1. Воздух. Наиболее известным нам газом является воздух. Воздух — не чистый однородный газ. Он представляет собой смесь двух самостоятельных газов — кислорода и азота. Если считать по объему, то на 100 объемов воздуха приходится 21 объем кислорода и 79 объемов азота.

Так как кислород немного тяжелее азота, то весовой состав воздуха несколько иной, а именно: в 100 весовых частях воздуха содержится 23 весовые части кислорода и 77 весовых частей азота.

2. Кислород. Кислород — газ без вкуса, цвета и запаха. Характерной особенностью кислорода является то, что он не горит, без него же не может быть горения. Если в закрытый сосуд, содержащий чистый кислород, внести чуть тлеющую лучинку, она вспыхнет и быстро сгорит. Кусок железной проволоки, раскаленный докрасна и внесенный в этот сосуд, вспыхивает и с треском горит, как лучина. В воздухе для горения железа кислорода недостаточно; воздух сильно разжижен азотом. Там, где нет кислорода совсем или его недостаточно, горения не может быть вовсе или оно будет протекать слабо.

3. Азот. Азот — газ также без вкуса, цвета и запаха. Азот не только не горит, но, в отличие от кислорода, и не поддерживает горения. Уже горящая лучина сейчас же погаснет, если ее внести в банку, наполненную азотом.

Азот входит в состав генераторного газа, занимая в нем, примерно, половину объема.

4. Водород. Если в склянку, в которую налита соляная кислота, опустить несколько кусочков цинка или другого металла, из кислоты будут выделяться пузырьки газа. Если теперь к горлышку склянки поднести зажженную спичку, газ этот вспыхнет и будет гореть бледным голубоватым пламенем. Этот газ — водород. Если наполнить водородом бутылку или стакан (для чего стакан надо держать вверх дном, так как водород в 15 раз легче воздуха) и ввести глубоко внутрь стакана зажженную лучину, она потухнет, а газ будет гореть с краев стакана (фиг. 1). После сгорания на стенках стакана останутся капельки воды.

Следовательно, в отличие от кислорода и азота, водород является газом горючим. Горения он не поддерживает. Горящая лучина в нем тухнет. При сгорании водорода развивается высокая температура. Этим пользуются для резки и сварки металлов. При сгорании водорода получается вода — водяные пары, которые при охлаждении на стенках стакана превращаются в капельки воды.

Водород всегда входит в состав генераторного газа. Так как он горюч и дает высокую температуру при горении, присутствие его в генераторном газе полезно.

5. Гремучая смесь. При сгорании водород соединяется с кислородом. Если нет кислорода, не может быть и горения водорода. Но, чтобы водород соединился с кислородом, нужно его поджечь, т. е. нагреть до высокой температуры.

Пусть у нас имеется бутылка, содержащая чистый водород. Если эту бутылку открыть, водород, как газ более легкий, чем воздух, будет из бутылки выходить и рассеиваться в воздухе. Гореть он не будет, несмотря на то, что в воздухе имеется кислород. Если сейчас же, как только бутылка будет открыта, к ее горлу поднести горящую спичку, водород вспыхнет и будет спокойно гореть. Но если бутылку с водородом дать постоять некоторое время открытой и уже затем поднести к горлу зажженную спичку, произойдет взрыв такой огромной силы, что бутылка разлетится на мелкие части.

Объясняется это явление следующим образом. В бутылку с водородом, пока она стояла открытой, проник воздух, а с ним и кислород. В бутылку получилась смесь водорода и кислорода. От зажженной спички произошло мгновенное воспламенение всего водорода сразу. От воспламенения в одно мгновение образовалось такое огромное количество раскаленных водяных паров, что эти пары, не имея возможности выйти быстро через горло бутылки, разорвали ее в мелкие куски.

Смесь кислорода со всяким другим горючим газом (например, с окисью углерода, с метаном, с сероводородом) является также взрывчатой смесью. В отличие от всех прочих взрывчатых смесей смесь водорода с кислородом носит специальное название — гремучей смеси.

6. Углерод. Углекислый газ. Углерод — твердое тело. Всем известная печная сажа есть чистый углерод. В большом ко-

личестве углерод содержится в угле, дровах, торфе, нефти, природных горючих газах и т. д.

Если уголь, состоящий в основном из углерода, разложить тонким слоем на колосниках и поджечь, получится дым. Дым состоит из двух составных частей: бесцветного газа и тончайших частиц угля и сажи. Черный цвет дыма зависит от присутствия в нем этих частиц.

Бесцветный газ дыма называется углекислотой. Углекислота есть соединение углерода с кислородом. Она получается при сгорании углерода при избытке кислорода. При сгорании углерода в углекислый газ на каждые 12 кг углерода затрачивается 32 кг кислорода.

Углекислота — газ без цвета и запаха. Углекислота не горит и горения не поддерживает. Газ этот в полтора раза тяжелее воздуха.

Углекислота всегда входит в состав генераторного газа, но так как она не горюча, присутствие ее в генераторном газе нежелательно.

7. Окись углерода. Окись углерода, или угарный газ, получается при сгорании углерода с недостаточным количеством воздуха.

Угарный газ в обыкновенной комнатной печи получается всегда, когда раньше времени прикрывают трубу (тягу). Так как воздух в печь в небольшом количестве все же проникает и при закрытой тяге, происходит неполное сгорание углерода с образованием не углекислоты, а окиси углерода. На поверхности раскаленных углей окись углерода частично сгорает синеватым пламенем.

При сгорании углерода в окись углерода на каждые 12 кг углерода затрачивается уже не 32 кг кислорода, как при сгорании в углекислоту, а только 16 кг.

Окись углерода — газ без цвета, вкуса и запаха. Газ этот горит, но горения не поддерживает. Окись углерода ядовита. При вдыхании ее происходит отравление.

Окись углерода всегда входит в состав генераторного газа и является его желательной составной частью, потому что газ этот горюч.

8. Метан. Можно часто наблюдать, как со дна загрязненной реки или стоячего болота поднимаются пузырьки газа. Это выделяется газ, называемый метаном или болотным газом. Метан получается при разложении растительных остатков без доступа воздуха (кислорода). Метан выделяется также в каменноугольных шахтах (рудничный газ). Он составляет основную часть природных газов, выделяющихся из нефтяных и газовых скважин. Метан — газ без цвета и за-



Фиг. 1. Горение водорода

пах. Он горит ярким пламенем, развивая при сгорании более высокую температуру, чем водород и окись углерода. Метан состоит из углерода и водорода, т. е. обе составные его части горючи. В генераторном газе метан содержится в небольших количествах, но все-таки является очень желательной составной его частью. Особенностью метана является следующее его свойство. Если метан нагреть до высокой температуры (800—1000°), он разложится на свои составные части, т. е. на углерод и водород. Углерод при этом выделится в виде сажи, а водород останется свободным, не связанным газом.

9. **Тяжелые углеводороды.** В генераторном газе в очень малых количествах содержатся газы — тяжелые углеводороды. Так же, как и метан, они состоят из углерода и водорода, но в других пропорциях, и при сгорании выделяют много тепла (почти вдвое больше, чем метан). При сильном нагреве они разлагаются с выделением свободных углерода (сажа) и водорода.

10. **Сернистый газ.** В природе встречается многим известное твердое вещество желтого цвета, известное под названием горючей серы. Сера горит. При соединении с кислородом она дает удушливый бесцветный газ — сернистый газ. Если в топливе, из которого получают генераторный газ, содержится сера, она частично сгорает в сернистый газ и примешивается к генераторному газу. Сернистый газ является вредной примесью генераторного газа, так как он негорюч, вреден для здоровья и при действии на металл портит его, так как образует окалину. Попадая на металлические поверхности, смоченные водой, сернистый газ растворяется в воде, образуя сернистую кислоту. Сернистая кислота разъедает металл.

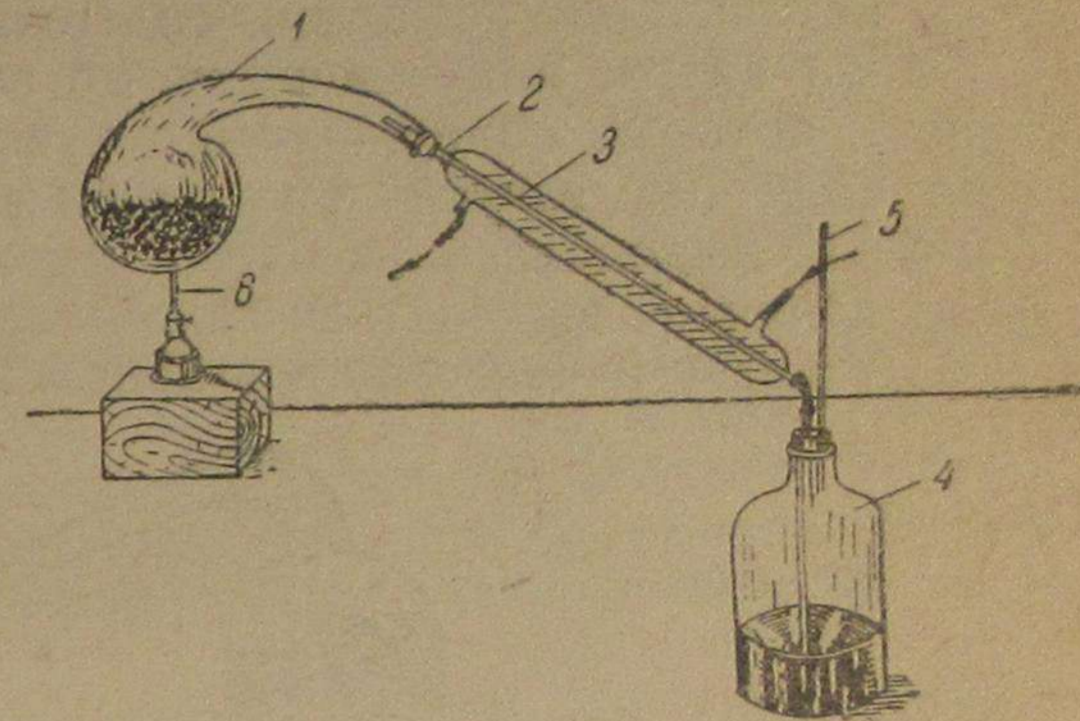
11. **Сероводород.** Кроме сернистого газа в генераторном газе часто содержится еще одно сернистое соединение. Это соединение серы с водородом — сероводород. Он горит. Но так как при сгорании сероводород образует сернистый газ, примесь его к генераторному газу является нежелательной. Характерным признаком сероводорода является его неприятный запах, напоминающий запах тухлых яиц.

ГЛАВА II

ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО

Генераторный газ получается путем переработки различных видов твердого топлива. Ознакомимся поближе с составом и свойствами твердого топлива.

1. **Сухая перегонка твердого топлива.** Произведем следующий опыт. В реторту 1 (фиг. 2) поместим кусочки каменного угля, торфа или древесины. Хобот реторты посредством пробки соединим со стеклянной трубкой 2, проходящей через другую, более широкую стеклянную трубку 3, являющуюся холодильником для первой. Трубку 2 ее нижним загнутым концом вставим через пробку в склянку 4 так, чтобы конец ее немного не доходил до дна склянки. Через пробку склянки, кроме того, вставим еще трубку 5, как это показано на фиг. 2.



Фиг. 2. Сухая перегонка топлива в реторте с внешним обогревом

Реторту 1 начнем медленно нагревать на газовой горелке 6 или иным способом. В холодильник 3 пустим холодную воду. На фиг. 2 стрелками показаны вход и выход охлаждающей воды. Что при этом произойдет?

В первую минуту, когда кусочки топлива в реторте еще не сильно нагреты, из трубки 2 в склянку 4 по каплям будет стекать вода. Эта вода выделилась из кусочков топлива и является результатом подсушки топлива.

При дальнейшем повышении температуры в реторте начнется процесс, который носит название сухой перегонки топлива. Под влиянием высокой температуры и отсутствия воздуха топливо в реторте не будет гореть, а начнет разлагаться. При этом в реторте начнется выделение густых бурых паров. При проходе через охлаждаемую водой трубку 2 бурые пары будут понемногу осветляться, а с кончика трубки 2 в склянку 4 будут стекать капельки черной жидкости. Из трубки 5 пойдет газ. Если к концу этой трубки поднести зажженную спичку, газ будет гореть.

По мере нагревания реторты количество темной жидкости будет все меньше. Будет уменьшаться и количество газа. Наконец, выделение жидкости и газа прекратится совсем. Пламя у конца трубки 5 потухнет. Процесс сухой перегонки топлива тогда закончится.

В результате сухой перегонки окажется: в реторте — твер-

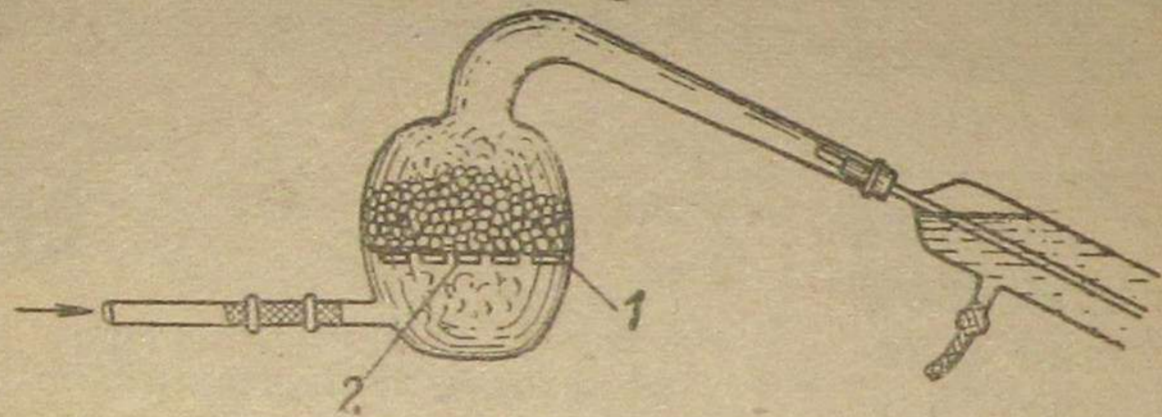
дый остаток, так называемый кокс; в склянке — разделившаяся на два слоя жидкость — смола и вода; через трубку 5 улетучился газ.

Кокс — твердый остаток всякого топлива. Он состоит почти из чистого углерода, к которому примешана зола, находившаяся в топливе до сухой перегонки.

Вода, называемая подсмольной водой, получилась из двух источников: из влаги, содержащейся в топливе до опыта, и из влаги, получившейся от соединения водорода и кислорода, которые содержались в кусочках топлива. Эта последняя вода называется пирогенной.

Смола выделилась из бурых паров при их охлаждении.

Вода начинает выделяться из топлива при 100° . Выделение же смолы и газа начинается при 250° и заканчивается при 650° .



Фиг. 3. Сухая перегонка топлива в реторте с внутренним обогревом

При высоких температурах смола начинает разлагаться на кокс, густую тяжелую смолу, сажу и газ. Явление разложения смолы под влиянием высокой температуры носит название крекинга.

Сухую перегонку топлива можно провести и иным способом. Этот способ изображен на фиг. 3 и состоит в следующем. Топливо в реторте поместим не на дно реторты, а на фарфоровую дырчатую пластинку 1. Отводящие трубки, холодильник, склянку — все это оставим в том же виде, как и в предыдущем опыте. Нагревание же топлива здесь проведем иначе.

В предыдущем опыте топливо подвергалось нагреванию через стенки и дно реторты. В этом опыте топливо будем нагревать струей горячего газа, подводимого под фарфоровую пластинку через отверстие 2. Какой газ можно подвести в реторту? Можно, например, воздух? Нет, потому что кислород воздуха, нагретого до $300-600^{\circ}$, просто сожжет кусочки топлива и никакой сухой перегонки не получится. Подогрев топлива в реторте можно произвести любым газом или смесью газов, которые, будучи нагреты до $300-600^{\circ}$, не сожгут то-

плива. Сделать это можно горячим азотом, углекислотой, водородом, генераторным газом и пр.

Пусть в трубку поступает генераторный газ, нагретый до 600° . Встречая на своем пути кусочки топлива, генераторный газ отдаст им часть своего тепла. Допустим, что кусочки нагреваются до 500° . Загореться они не могут, так как в генераторном газе кислорода нет. Под влиянием тепла, получаемого от генераторного газа, начнется сухая перегонка. Образующиеся в реторте при сухой перегонке газы смешаются с генераторным газом и вместе с ним через склянку и отводящую трубку выйдут наружу. Как и раньше, эти газы можно поджечь. Смола и вода выделятся и соберутся в склянке. В реторте останется кокс.

Таким образом, твердое топливо путем сухой перегонки может быть разложено на воду, смолу, газ и твердый остаток — кокс. Вода, которая получается из водорода и кислорода топлива (пирогенная вода), вместе со смолой и газом носит название летучей части топлива, кокс — твердого остатка топлива.

Итак, всякое топливо состоит из: 1) влаги, 2) летучих веществ (пирогенная вода, смола, газ), 3) твердого остатка (кокса с золой).

Различные топлива дают неодинаковые продукты сухой перегонки и в различном количестве. Топлива молодые (древесина, торф) дают большое количество летучих веществ и среди них — уксусную кислоту. Наоборот, тощие угли и антрацит дают ничтожное количество смолы и газа. Каменные угли занимают срединное положение.

Сведения о содержании в топливе летучих веществ и твердого остатка даны в табл. 1.

Способом сухой перегонки топлива, который мы описали в первом опыте с ретортой (фиг. 2), широко пользуются на коксовых заводах. Только там, конечно, применяют не реторты, а особые печи. Каменный уголь, размолотый в порошок, загружают в эти печи, плотно их закрывают и нагревают снаружи до $1000-1100^{\circ}$. От нагревания без поступающего воздуха уголь разлагается. В печах остается кокс, который затем идет в домы. Выходящие из печи летучие продукты поступают в холодильники. Здесь осаждаются содержащиеся в газе смола и влага. Очищенный газ употребляется в качестве топлива для отопления различных металлургических печей. Очень часто коксовый газ смешивается с генераторным.

2. Горение топлива. Возьмем некоторое количество твердого топлива, поместим его в плоскую фарфоровую чашечку и станем эту чашечку нагревать.

Таблица 1

Состав различных видов твердого топлива и нефти

Наименование топлива	Продукты сухой перегонки %		Балласт топлива %				Состав горючей части %		
	летучие	кокс	влаги	зола	сера	всего	углерод	водород	кислород и азот
Дрова . . .	85	15	15—55	0,5—1	—	16—56	50	6,5	43,5
Солома . . .	—	—	6—12	3—8	—	9—20	49	5	46
Торф . . .	70—75	25—30	20—55	3—20	0,2—2	23—65	53—58	7	40—35
Бурый уголь . . .	45—50	50—55	10—50	5—30	1—3	15—55	65—70	6	24—29
Каменный уголь . . .	15—40	60—85	2—8	2—18	0,5—4	5—25	75—90	4—5	6—20
Антрацит . . .	3—5	95—97	2—5	2—10	1—3	5—25	95—97	1—3	2—3
Кокс . . .	3—5	95—97	5—12	8—15	1—3	15—20	100	—	—
Нефть . . .	100	—	—	—	—	—	86	13	1

В начале нагревания из топлива начнет выделяться содержащаяся в нем влага. Мало-помалу влага исчезнет совсем, и в чашечке останется абсолютно сухое топливо. При дальнейшем нагревании чашечки топливо вспыхнет и будет гореть до тех пор, пока не сгорит совершенно. В чашечке останется одна зола.

Таким образом, путем сжигания мы произвели новый анализ топлива. При этом оказалось, что топливо состоит из двух частей — негорючей (влага и зола) и горючей. Негорючую часть топлива называют также балластом топлива. В балласт топлива входит та часть содержащейся в топливе серы, которая находится в негорючих соединениях. Из табл. 1 видно, что величина балласта различна для различных топлив. Она сильно колеблется и для одного и того же вида топлива.

Горючая часть топлива состоит из углерода, водорода, кислорода, азота и небольшого количества серы. При горении сгорают собственно только углерод, водород и сера.

Кислород же и азот не горючи. Тем не менее их условно относят к горючей части на том основании, что при горении они переходят в дымовые газы, как бы сгорают вместе с углеродом и водородом.

При горении углерода, как указывалось выше, получается углекислота. Водород сгорает в воду и в виде пара переходит в дым. Содержащийся в топливе кислород, как и кислород

воздуха, соединяется с углеродом и водородом. Азот переходит в дым в свободном состоянии. Таким образом, дым, образующийся при сгорании горючей части топлива, состоит из углекислоты, водяных паров и азота.

Основная масса горючей части топлива состоит из углерода. Водород занимает незначительную долю горючей части различных видов твердого топлива.

3. **Теплотворная способность топлива.** Количество тепла, которое выделяется при сгорании 1 кг твердого топлива, называется теплотворной способностью топлива. Чем же измеряется теплотворная способность? Она измеряется калориями. Калорией называется то количество тепла, которое надо затратить, чтобы 1 кг чистой воды нагреть на 1° (градус). Для нагревания, например, 12 кг воды на 1° требуется 12 калорий, для нагревания 12 кг воды на 10° требуется $12 \times 10 = 120$ калорий. Если говорят, что теплотворная способность угля равна 7000 калорий, то значит, что 1 кг этого угля выделит при сгорании 7000 калорий.

Таблица 2

Теплотворная способность некоторых видов топлива

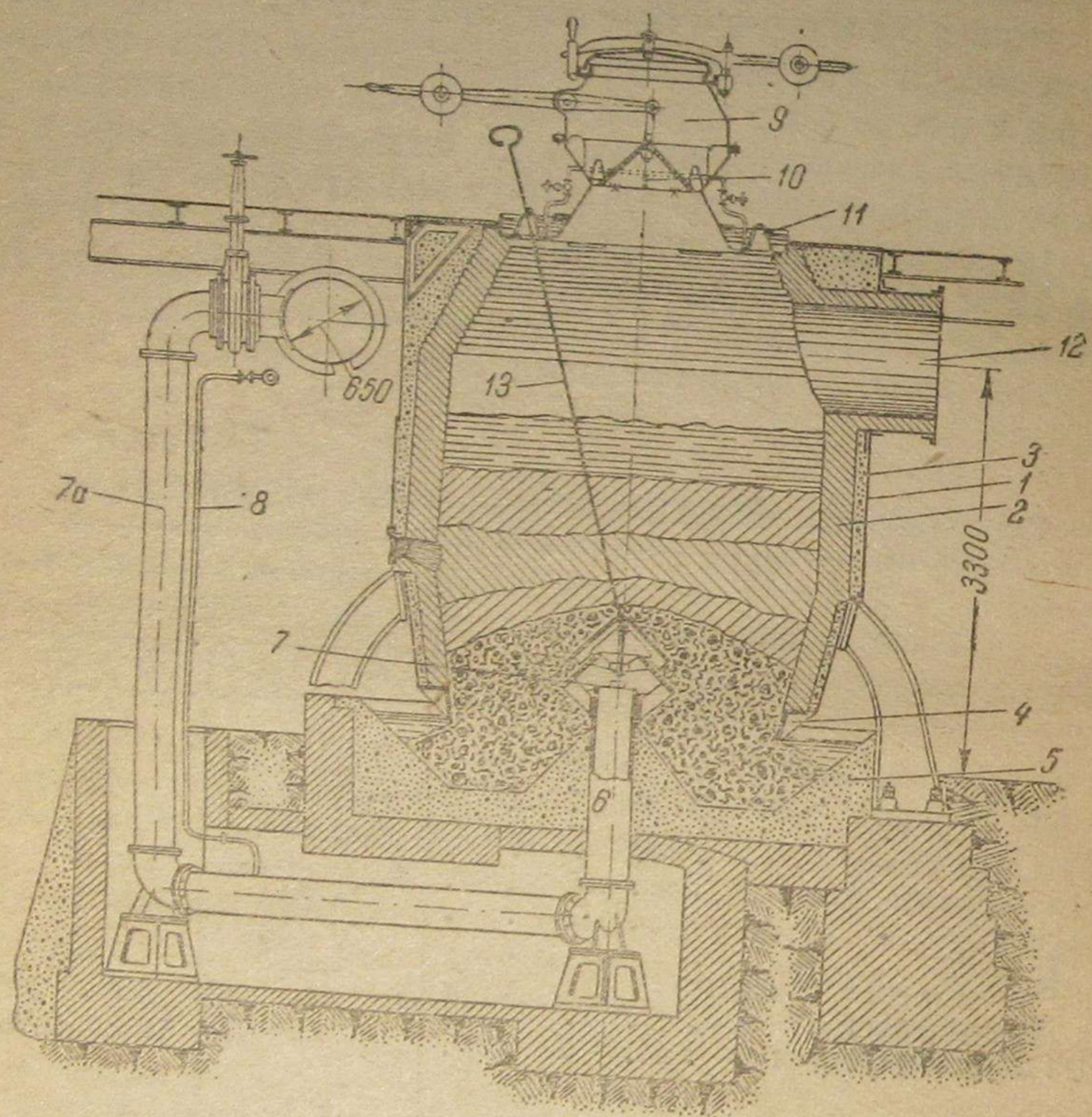
Наименование топлива	Теплотворная способность, кал	
	на 1 кг	на 1 м ³
Дрова	2400—3700	—
Торф	2000—4200	—
Бурый уголь	2000—4700	—
Каменный уголь	6000—7600	—
Нефть	10 000	—
Бензин	10 440	—
Газ коксовых печей	—	4500
Доменный газ	—	900—1100
Генераторный газ	—	1100—1500

Для газообразного топлива теплотворную способность относят не к 1 кг, а к 1 м³. За теплотворную способность газообразного топлива принимают то количество тепла, которое выделяется при сгорании 1 м³ этого топлива.

Теплотворная способность некоторых видов топлива приведена в табл. 2.

ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЙ ПРОЦЕСС

1. Устройство газогенератора. На фиг. 4 представлен разрез распространенного в настоящее время газогенератора системы Моргана. Газогенератор представляет собой шахту, одетую снаружи железным кожухом 1 и футерованную изну-



Фиг. 4. Разрез газогенератора системы Моргана

три огнеупорным кирпичом 2. Между кожухом и футеровкой оставляется небольшое пространство 3, заполняемое инфузориной землей или сеяным шлаком. Делается это для того, чтобы генератор терял меньше тепла через свои стенки. Нижняя часть шахты 4, называемая фартуком (юбкой), погружается в бетонную ванну 5, заполняемую во время работы водой. Вода в ванне служит затвором, разобщающим внутреннее про-

странство генератора от наружной атмосферы. Такое устройство носит название гидравлического затвора.

Со дна поддона внутрь шахты генератора поднимается труба 6, покрытая сверху колпаком 7. Через трубу подается в генератор воздух. Колпак имеет двоякую цель: он не дает золе или топливу засорить воздушную трубу и поддерживает на себе топливо. Нижняя часть генератора, служащая для поддержания на себе топлива и для распределения воздуха в слое топлива, называется колосниками, колосниковой частью. У различных генераторов она устроена различно; у генератора Моргана — в виде трубы с колпаком (чепцом) наверху.

Воздух нагнетается в генератор вентилятором через трубу 7а. Вместе с воздухом в генератор подается пар. Трубка 8, через которую подводится пар, врезается в воздухопровод недалеко от входа его в ванну. Таким образом, в генератор поступает смесь воздуха и пара — паровоздушная смесь.

Топливо в генератор загружается через загрузочную коробку 9, из которой посредством опускания колокола 10 сыпается в шахту. Слой топлива опирается на дутьевой колпак и на дно ванны.

Образующиеся в генераторе зола и шлаки удаляются из генератора через гидравлический затвор. Благодаря наличию гидравлического затвора удаление из генератора золы и шлака можно производить на ходу, не прерывая работы генератора.

Для наблюдения за работой генератора, а также для разрыхления и разравнивания слоя топлива и раздробления шлаков (шуровка) в крышке генератора устроены шуровочные отверстия 11, числом четыре или шесть; чтобы через отверстия газ не выходил наружу, они плотно закрываются железными пробками. Шуровочные отверстия устраиваются также сбоку шахты на уровне дутьевого колпака. Они нужны для того, чтобы можно было сбивать шлак сбоку.

Для того чтобы через открытые шуровочные отверстия не вырывался газ, устраиваются паровые завесы, которые препятствуют выходу газа.

Газ, который образуется в генераторе, выходит через патрубков 12, называемый газоотводным штуцером.

2. Зоны в генераторе. Проделаем такой опыт. Опустим через шуровочное отверстие в крышке генератора железную дюймовую штангу 13 так, чтобы она пронизала всю толщу слоя топлива и уперлась своим нижним концом в дутьевой колпак. Продержим штангу в таком положении минут 10—12, а затем вытащим ее из генератора. При этом мы обнаружим сле-

Нижний конец штанги окажется темным и слабо нагретым. Эта часть штанги находилась в самой нижней части генератора, занятой золой и шлаком. В золе и шлаке горючих частей топлива уже почти не осталось, горение прекратилось, и поэтому температура здесь низкая. К тому же поступающая снизу в генератор паро-воздушная смесь со сравнительно низкой температурой (40—60°) все время охлаждает шлаки. По величине (длине) темного конца штанги можно судить о толщине слоя шлака над чепцом.

За темным концом штанги следует раскаленная до красно-белого каления часть. Эта часть штанги попала в самое горячее место слоя топлива, в то место, где происходит сгорание топлива и где развивается самая высокая температура.

Выше яркокрасной части на штанге располагается темно-красная часть. Ясно, что эта часть штанги находилась в месте менее горячем. В этом месте горение топлива уже не происходит, но поднимающиеся снизу раскаленные газы поддерживают здесь еще достаточно высокую температуру.

После темнокрасной части штанги начинается опять темная часть. Иногда эта часть бывает слегка покрыта смолой.

Из проведенного опыта со штангой следует, что температура в слое топлива далеко не одинакова. Получается так, будто топливо в шахте генератора расположено отдельными слоями и в каждом слое топливо ведет себя не так, как в соседнем.

Эти отдельные участки слоя топлива называются зонами. Самая нижняя зона, в которой штанга осталась темной, занята шлаком и называется зоной шлака, или шлаковой подушкой. Над шлаковой подушкой располагается зона горения. Она дает наиболее сильный накал штанги. Выше зоны горения идет зона, где происходит образование генераторного газа. Это — зона восстановления. Над зоной восстановления располагается зона сухой перегонки и, наконец, самая верхняя часть слоя занята зоной подсушки топлива. Рассмотрим каждую из перечисленных зон в отдельности (см. фиг. 4).

3. Шлаковая подушка. Шлаковая подушка служит для предохранения дутьевого колпака от сгорания, а также для распределения по шахте и подогрева паро-воздушной смеси. Толщина шлаковой подушки над чепцом не должна превышать 200—250 мм, так как при значительном скоплении шлаков они слеживаются и не только не распределяют дутье по шахте, а еще и мешают его распределению. Поэтому шлаки следует из генератора своевременно удалять, не давая им скопляться.

Верхняя часть шлаковой подушки находится под раскаленной зоной горения. Здесь зола, только что выгоревшая из топлива, подвергается воздействию высоких температур. Если зола недостаточно тугоплавка, возможно образование крупных сплавленных кусков шлака. Крупные куски шлака мешают правильному распределению воздуха в слое и затрудняют удаление их при чистке генератора. Поэтому процесс газификации (образования газогенераторного газа) следует вести таким образом, чтобы помешать образованию крупных кусков шлака, помешать шлакованию.

4. Зона горения. Смесь воздуха и пара, проходя через шлаковую подушку, подогревается и поступает в зону горения. Вследствие того, что в самой нижней части слоя топлива воздух находится в избытке, происходит полное сгорание топлива и выделяется все содержащееся в топливе тепло. Поэтому здесь — самая высокая температура слоя.

Если в генератор подавать один воздух без пара, температура в зоне горения может достигнуть 1400—1500°. При этой температуре зола топлива размягчается и даже плавится, образуя крупные куски шлака, которые прилипают к стенкам шахты и мешают правильному сходу топлива в низ генератора. Шлаки могут заплавить колосники, вследствие чего может нарушиться процесс в генераторе. Для того чтобы предотвратить плавление золы и образование шлаков, надо охладить зону горения до температуры 1000—1100°. При этой температуре плавится не всякая зола и шлакование может быть устранено. Охлаждение зоны горения достигается при мешивании к воздуху пара. Поступая в зону горения, пар нагревается, отнимая для этого тепло от зоны горения и тем понижая ее температуру.

Какие же продукты получаются в зоне горения? Как сказано, в зоне горения имеется избыток кислорода воздуха. Вследствие этого при горении углерода образуется углекислота. Содержащийся в топливе водород сгорает в воду и дает водяной пар. Азот топлива и азот воздуха никакого участия в горении не принимает и присоединяется к углекислоте в свободном состоянии. Водяные пары, введенные в слой вместе с воздухом, также в зоне горения не подвергаются никаким изменениям. Они только подогреваются. Таким образом из зоны горения поднимаются в зону восстановления раскаленные до 900—1000° газы следующего состава:

Углекислота — от сгорания углерода топлива.

Водяной пар — от сгорания водорода топлива и поступивший в генератор вместе с воздухом.

Азот — из топлива (немного) и из воздуха.

5. Зона восстановления. В зоне восстановления происходит образование генераторного газа. Поэтому эту зону можно назвать также зоной газификации.

В зоне восстановления поступившие из зоны горения газообразные продукты претерпевают следующие изменения.

Углекислота, соприкасаясь с раскаленным углеродом топлива, превращается (восстанавливается) в окись углерода. Каждая частица (молекула) углекислоты, присоединяя к себе частицу углерода, образует две частицы окиси углерода.

Водяной пар, соприкасаясь с раскаленным углеродом, расщепляется на кислород и водород. При этом кислород с углеродом образует окись углерода и углекислоту, а водород остается в свободном состоянии.

Таким образом, негорючие углекислота и водяной пар превращаются в зоне восстановления в горючие газы: окись углерода и водород.

Азот в зоне восстановления остается без изменения.

В конечном счете из зоны восстановления поднимаются в зону сухой перегонки газы следующего состава:

- Углекислота — частью не успевшая превратиться в окись углерода, частью образовавшаяся из водяного пара и углерода.
 - Окись углерода — восстановившаяся из углекислоты и образовавшаяся при взаимодействии углерода с паром.
 - Водород — образовался при взаимодействии пара с углеродом.
 - Азот — из воздуха и из топлива.
- Эти газы имеют температуру 600—800°.

6. Зона сухой перегонки. В зоне сухой перегонки происходят те самые явления, которые мы описали выше, в начале главы «Твердое топливо». От тепла, содержащегося в газах, поднимающихся из зоны восстановления, топливо нагревается до 600—700°. Так как этот нагрев происходит без доступа воздуха, топливо не сгорает, а подвергается разложению, сухой перегонке. При этом образующийся кокс спускается в зону восстановления, а газообразные и парообразные продукты присоединяются к газам из зоны восстановления и вместе с ними идут в зону подсушки. Какие же газы получают в зоне сухой перегонки? Это следующие газы: углекислота, окись углерода, метан, тяжелые углеводороды и водород. Если в топливе была сера, к этим газам примешивается еще сероводород. Кроме указанных газов в зоне сухой перегонки образуются еще пары смолы и пары пирогенной воды. Все эти продукты, вместе взятые, как ранее указывалось, составляют летучие вещества топлива.

Количество и состав летучих веществ, содержащихся в твердом топливе, различны для различных его видов. В топливах старых, как, например, в антраците, тощем каменном угле, летучих содержится мало. Присоединяясь к продуктам, образующимся в зоне восстановления, они почти не меняют их состава. Наоборот, топлива молодые (древесина, торф, бурый уголь) дают много летучих, содержащих большое количество углекислоты и метана. Поэтому генераторный газ, получаемый из молодых топлив, всегда содержит повышенное количество углекислоты и метана.

Высота зоны сухой перегонки в сильной степени зависит от количества летучих в топливе. Чем больше в топливе летучих, тем больше требуется времени для их отгонки, тем выше бывает зона сухой перегонки. Наоборот, у топлив с малым содержанием летучих эта зона почти отсутствует.

Кроме того высота зоны сухой перегонки зависит еще и от того, какие требования предъявляются к генераторному газу и к смоле. Если смолой не интересуются, а от газа особо высоких качеств не требуют, можно работать с невысокой зоной сухой перегонки. При этом, вследствие сокращения времени пребывания топлива в зоне сухой перегонки, в зону восстановления спускается топливо, содержащее еще значительное количество летучих.

Вследствие того, что температура в зоне восстановления для сухой перегонки высока, происходит перегрев летучих веществ и в результате — крекинг (разложение) смолы и метана. Генераторный газ при этом образуется с меньшим содержанием метана. Смолы получается меньше. Она становится густой, тяжелой и содержит много сажи.

При высокой зоне сухой перегонки получается газ, более богатый метаном, а смола — более легкая, более ценная.

Практически высота зоны сухой перегонки для различных топлив и для различных случаев газификации колеблется в пределах от 200 до 1000 мм.

Температура в этой зоне колеблется от 700° (внизу) до 300° (вверху).

7. Зона подсушки. Самые верхние части слоя топлива никаким сложным изменениям не подвергаются. Здесь происходит лишь подсушка топлива за счет тепла, содержащегося в газах, поднимающихся сюда из зоны сухой перегонки.

В зависимости от влажности топлива, загружаемого в генератор, требуется различное время на подсушку топлива и, значит, различная высота зоны подсушки. При газификации топлива с высокой влажностью высота зоны подсушки достигает 1 м и выше.

Состав смешанного генераторного газа

Наименование топлива, из которого образуется генераторный газ	Валласт топлива, %	Выход газа из 1 кг топлива, м ³	Состав газа в объемных процентах						Теплотворная способность газа	
			углекислота	кислород	тяжелые углеводороды	окись углерода	водород	метан		азот
Антрацит	16	4,0	5-6	0,2	0,0-0,0	20-25	12-14	0,3-0,5	52-55	1100-1240
Коксик	30	3,5	5-6	0,2	0,0-0,0	20-25	12-14	0,3-0,5	52-55	1150-1240
Каменный уголь	16	3,3	5-7	0,2	0,2-0,3	22-24	12-13	1,5-2,5	52-55	1200-1350
Бурый уголь	43	1,7	6-8	0,2	0,2-0,4	20-23	12-14	1,7-3,0	50-54	1350-1400
Торф	38	1,3	8-9	0,2	0,2-0,4	20-25	13-15	1,7-3,0	47-50	1450-1500
Древесина	31	1,3	8-9	0,2	0,3-0,4	22-27	12-14	1,8-3,0	47-50	1400-1500

8. Температура газа. Температура газа, с которой он выходит из газогенератора, различна и зависит от разных причин. Она тем выше, чем менее влажно топливо и чем ниже слой топлива. Температура газа поднимается при расстройстве хода генератора. Она является одним из важнейших показателей нормальной работы генератора.

При работе на древесине, торфе и буром угле, т. е. на топливах влажных (30—40% влаги), температура газа колеблется от 60 до 200° в зависимости от высоты слоя топлива. Наоборот, при газификации каменных углей с низкой влажностью (5—8%) температура газа достигает 600° и выше. Генераторы Моргана, работающие на каменных углях, дают газ с температурой порядка 600—700°.

9. Состав генераторного газа. В результате процессов, происходящих в различных зонах слоя топлива, получается генераторный газ. Так как в этом газе содержатся продукты разложения пара (водород, окись

углерода и углекислота), газ носит название смешанного генераторного газа. Если под колосники подавать один воздух без пара, получится газ, бедный водородом. Такой газ называется воздушным. Его получают очень редко, так как вести генератор без присадки к воздуху пара очень трудно, а часто и просто невозможно из-за сильного шлакования. К тому же воздушный газ является менее ценным, так как имеет низкую теплотворную способность.

В табл. 3 приводится состав смешанного генераторного газа.

Рассматривая эту таблицу, мы видим:

а) Состав смешанного генераторного газа различен не только для различных топлив, но и для одного и того же вида топлива. Различие состава газа из одного и того же топлива зависит от конструкции генератора, режима работы, подготовки топлива, ухода за генератором и т. д. Об этом мы еще будем говорить дальше.

б) Состав смешанного генераторного газа сильно зависит от характера топлива, которое перерабатывается в генераторе. Чем топливо моложе или, все равно, чем больше в топливе летучих веществ, тем больше в газе углекислоты, тяжелых углеводородов и метана.

в) Можно сказать, что в зоне восстановления получается смешанный генераторный газ, почти одинаковый по составу для всех видов употребляемого для газификации топлива. Он такой же, как генераторный газ из антрацита или коксика. Примешивание к газам из зоны восстановления газов сухой перегонки меняет состав этих газов и делает его характерным для отдельных видов топлива.

Из табл. 3 видим, что посредством газификации из низкосортного твердого топлива мы получаем высококачественное газообразное топливо.

10. Примеси в генераторном газе. Кроме составных частей, указанных в табл. 3, генераторный газ содержит еще газообразные, парообразные и твердые примеси. Эти примеси являются иногда безразличными для качества газа. Чаще, однако, они являются для газа нежелательными и даже вредными. Эти примеси следующие:

а) Сероводород и сернистый газ. Об этих газах говорилось выше. Их присутствие в генераторном газе является вредным. Количество сероводорода и сернистого газа, содержащихся в генераторном газе, составляет от 0,05 до 1,3 объемных процента, т. е. на каждые 100 м³ сухого генераторного газа приходится от 50 до 1300 л сероводорода и сернистого газа.

Сероводорода и сернистого газа тем больше в генераторном газе, чем больше серы в топливе, которое загружается в генератор.

На некоторых газогенераторных станциях для удаления из газа сернистых соединений газ подвергают промывке в особых аппаратах, называемых скрубберами. В качестве промывочной жидкости в этих скрубберах применяют водный раствор соды и некоторых других веществ.

б) Смола. В зоне сухой перегонки вместе с газами выделяются смоляные пары. Они примешиваются к генераторному газу. Количество смолы, выделяющейся в зоне сухой перегонки или содержащейся в газе, различно для разных топлив, а именно, в среднем:

	Получается смолы из 1 кг топлива	Содержится смолы в 1 м ³ газа, г
	%	
Антрацит	0,0	0,0
Коксик	0,0	0,0
Каменный уголь	3,4	10
Бурый уголь	3,0	21
Торф	5,7	40
Древесина	9,0	70

Смоляные пары в газе являются полезной примесью, так как, сгорая вместе с газом, они дают дополнительное тепло в топке. Однако, когда газ к печам приходится подавать холодным и смоляные пары при этом сгустятся, а смола выпадет в газопроводах в жидком состоянии, — тогда смола может оказаться нежелательной. Она будет забивать газопроводы, клапаны и горелки. Потребуется частая остановка генераторной станции на чистку от смолы.

в) Водяные пары. Во всяком генераторном газе непременно содержатся водяные пары. Они попадают в газ из трех источников: 1) из влаги топлива, 2) образуются из водорода и кислорода топлива (пирогенная вода), 3) являются частью пара, подаваемого под колосники вместе с воздухом и прошедшего через слой топлива без разложения. Водяных паров в газе тем больше, чем больше влаги в топливе и чем больше подается пара под колосники. Вот содержание водяных паров в генераторном газе из различных топлив (в граммах на 1 м³ газа):

Антрацита	40—80
Каменного угля	80—120
Бурого угля	200—300
Торфа	300—450
Дров	300—500

Водяные пары являются вредной примесью к генераторному газу. Попадая вместе с газом в топку, они сильно снижают температуру в печи и приводят к большим потерям тепла. Поэтому нужно стараться, чтобы в газе было как можно меньше влаги.

Самый простой и дешевый способ удаления влаги из газа — это охлаждение газа в скрубберах (см. ниже). Если же охлаждать газ почему-либо нельзя, следует стремиться к тому, чтобы влажность топлива была невелика, чтобы в газогенератор не подавалось излишков пара.

г) Унос. Кроме газообразных (сероводород, сернистый газ) и парообразных (смола, влага) примесей в газе содержится также твердая примесь — пыль, унос. Унос получается из пыли, содержащейся в топливе, и из золы, которая образуется в генераторе при сгорании топлива. Много уноса получается при работе на несеянном топливе, содержащем много мелочи и пыли, а также при работе на очень низком слое. В этом случае значительное количество золы уходит из генератора вместе с газом, так как отсутствие достаточно толстого слоя топлива над зоной горения, где начинается озоление топлива, мешает золе задерживаться внутри генератора.

Унос является вредной примесью в газе, так как он заносит газопроводы и требует их очистки. Кроме того с уносом теряется некоторое количество топлива. При нормальной работе генератора количество уноса не должно превышать следующих норм (в процентах от веса топлива):

При работе на антраците	3,8
» » » коксике	4,5
» » » каменном угле	4,5
» » » буром угле	5,5
» » » торфе	2,0

Лучшим способом борьбы с уносом являются просеивание топлива перед загрузкой в генератор и наблюдение за состоянием слоя топлива.

11. Теплотворная способность газа. Качество генераторного газа тем выше, чем выше его теплотворная способность, т. е. чем больше тепла выделит 1 м³ газа при сгорании. Тепла при сгорании газа выделится тем больше, чем больше горючих составных частей содержится в генераторном газе и чем меньше в нем балласта.

Зная, сколько и каких горючих частей содержится в газе, нетрудно подсчитать теплотворную способность газа, если известна теплотворная способность отдельных горючих элементов, входящих в состав генераторного газа.

Теплотворная способность составных частей генераторного газа такова:

	кал/м ³
Окиси углерода	3 030
Водорода	2 580
Метана	8 570
Тяжелых углеводородов	14 500

Подсчитаем для примера теплотворную способность генераторного газа из каменного угля, получаемого на генераторе Моргана.

Состав газа в процентах такой:

Углекислоты	6,0
Кислорода	0,2
Тяжелых углеводородов	0,2
Окиси углерода	23,0
Водорода	13,0
Метана	2,0
Азота	55,6

Всего 100,0

В 100 объемах, например, в 100 м³ газа приведенного состава содержится горючих частей: тяжелых углеводородов — 0,2 м³, окиси углерода — 23,0 м³, водорода — 13,0 м³ и метана — 2,0 м³. Остальные газы — негорючие (балласт).

Подсчитаем, сколько тепла выделяют все газы при своем сгорании:

0,2 м ³ тяжелых углеводородов выделяют	$14\,500 \times 0,2 = 2\,900$ кал
23,0 м ³ окиси углерода выделяют	$3\,030 \times 23 = 69\,690$ »
13,0 м ³ водорода выделяют	$2\,580 \times 13 = 33\,540$ »
2,0 м ³ метана выделяют	$8\,570 \times 2 = 17\,140$ »
38,2 м ³ горючих частей выделяют	<u>123 270 кал</u>

Таким образом, 100 м³ генераторного газа, содержащие в нашем случае 38,2 м³ горючих частей, выделяют при сгорании 123 270 кал тепла. На 1 м³ приходится 1232,7 кал. Следовательно, теплотворная способность генераторного газа, получаемого на газогенераторе Моргана из каменного угля, составляет 1232,7 кал, кругло — 1233 кал на 1 м³.

Мы подсчитали теплотворную способность газа без учета примесей, т. е. сухого газа без смолы и пыли.

Допустим, что этот газ на 1 м³ содержит смолы 10 г, водяных паров 100 г, уноса 15 г. Сероводорода газ содержит очень мало, и мы его учитывать не будем. Требуется определить, какая истинная теплотворная способность газа будет у самой топki потребителя. Допустим, что, пока газ дойдет

до топki, 70% уноса выпадет в газопроводах и до топki дойдет только 4,5 г, смоляные пары и водяные пары дойдут полностью. Допустим далее, что теплотворная способность смолы 7000 кал, уноса 4500 кал, а вес 1 м³ водяного пара составляет 0,8 кг.

К теплотворной способности генераторного газа, которую мы подсчитали, следует прибавить теплотворную способность смолы и пыли, которые содержатся в газе и дойдут до топki.

10 г, или 0,01 кг смолы, сгорая, дадут	$7\,000 \times 0,01 = 70$ кал
4,5 г, или 0,0045 кг уноса, сгорая, дадут	$4\,500 \times 0,0045 = 20$ »

Итого 90 кал

Следовательно, теплотворная способность сухого генераторного газа, содержащего 10 г смолы и 4,5 г пыли, будет равна $1233 + 90 = 1313$ кал. Но газ этот содержит еще водяные пары. На 1 м³ сухого газа приходится 100 г водяных паров. Эти пары разжижают газ, так как увеличивают его объем. 100 г или 0,1 кг водяных паров занимают объем $0,1 : 0,8 = 0,12$ м³. Следовательно, объем 1 м³ сухого газа от водяных паров увеличится до $1 + 0,12 = 1,12$ м³ и 1313 кал тепла будут приходиться уже не на 1 м³, а на 1,12 м³ влажного газа с учетом смолы и пыли.

Теплотворная способность влажного газа, таким образом, составит $1313 : 1,12 = 1172$ кал.

12. Потери топлива со шлаком. Как бы хорошо ни обслуживался генератор, некоторая часть топлива проходит через шахту генератора несгоревшей. Вместе с золой и шлаком эта часть топлива удаляется из генератора и для генераторного процесса является потерянной. Однако от искусства газовщика, его внимательности и усердия в сильной степени зависит свести эти потери до самых малых размеров.

Вместе с золой и шлаком теряется топливо не в первоначальном его виде, а уже прошедшее через зоны сухой перегонки, восстановления и горения. Таким образом, со шлаком теряется кокс, образовавшийся в генераторе из того топлива, которое загружалось. Так как в коксе содержится только углерод, то и со шлаками теряется только углерод топлива.

Чем больше углерода содержится в удаляемых из генератора шлаках, тем больше общие потери. Потери углерода со шлаком обычно выражают процентом содержания углерода в шлаке. Содержание углерода в шлаках колеблется в широких пределах и помимо всего прочего зависит от конструкции генератора. Генераторы Моргана с ручным периодическим

шлакоудалением при нормальном обслуживании должны давать шлаки, содержащие углерод в количестве 10—15% в зависимости от характера топлива.

Газогенераторы с механическим шлакоудалением позволяют получить шлаки с меньшим содержанием углерода. Так при газификации в таких газогенераторах каменного угля получают шлаки, содержащие 5—8% углерода, при газификации торфа — шлаки с 3—5% углерода.

Следует иметь в виду, что общие потери углерода со шлаками зависят не только от процентного содержания углерода в шлаке. Они зависят также и от содержания золы в топливе, на котором работает генератор.

Чем больше в топливе содержится золы, тем больше углерода теряется со шлаком. При одном и том же проценте содержания углерода в шлаке общие потери углерода со шлаком будут больше для того топлива, которое содержит больше золы.

При сжигании 100 кг топлива	При зольности топлива 10%	При зольности топлива 15%
Перейдет в шлак золы, кг	10	15
Содержание углерода в шлаке (принимая), %	8	8
Получится шлака, кг	$\frac{10 \cdot 100}{100 - 8} = 10,87$	$\frac{15 \cdot 100}{100 - 8} = 16,84$
Будет потеряно углерода, кг	$10,87 \cdot 0,08 = 0,87$	$16,84 \cdot 0,08 = 1,35$

Таким образом, действительные потери углерода со шлаком оказываются во втором случае (т. е. при зольности 15%) значительно больше, несмотря на то, что содержание углерода в шлаке в обоих случаях одинаково.

13. Выход газа из 1 кг топлива. Как уже теперь мы знаем, не все топливо, которое загружается в генератор, превращается в газ. Часть его теряется с уносом, часть пропадает со шлаком, часть тратится на образование смолы. И только остаток, который получается за вычетом потерь топлива с уносом, со шлаком и со смолой, превращается в генераторный газ. Следовательно, чем меньше потери, тем больше получится газа.

С другой стороны, при равных потерях количество газа, получающегося на 1 кг топлива, зависит также и от вида топлива, от содержания в нем влаги и золы. Понятно, что чем больше содержится в топливе влаги и золы (чем больше его балласт), тем меньше в нем горючих частей, тем меньше получается газа.

Количество кубических метров генераторного газа, полу-

чающегося из 1 кг топлива, называется удельным выходом газа или просто выходом газа.

Выходы газа из различных видов топлива приведены в табл. 3. В таблице даны средние выходы газа для топлива с тем балластом, который показан в таблице.

14. Коэффициент полезного действия газификации. Допустим, что в генератор загружается каменный уголь. Пусть теплотворная способность этого угля составляет 5800 кал. Примем, как раньше подсчитано, теплотворную способность газа в 1233 кал на 1 м³.

Согласно табл. 3 выход газа из 1 кг этого топлива составляет 3,3 м³. Всего тепла заключается в газе (по выходе его из генератора) $1233 \times 3,3 = 4069$ кал. Эти 4069 кал есть то полезное тепло в газе, которое получено в результате газификации 1 кг угля с теплотворной способностью 5800 кал. Следовательно, полезно использованы не все 100% тепла угля, а только часть его, т. е. 4069 кал, что составляет 70% от 5800 ($4069 : 5800 = 0,7$). Величину 0,7 называют коэффициентом полезного действия.

Следовательно, коэффициент полезного действия, или, короче, к. п. д. газификации в рассмотренном случае составляет 70%.

К. п. д. тем выше, чем больше выход и выше теплотворная способность газа.

ГЛАВА IV

КОНСТРУКЦИИ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Конструкций генераторов очень много. Однако все их можно свести к четырем группам:

I. Генераторы без колосниковой решетки. II. Генераторы с неподвижными колосниками. III. Генераторы с вращающимися колосниками. IV. Механизированные газогенераторы.

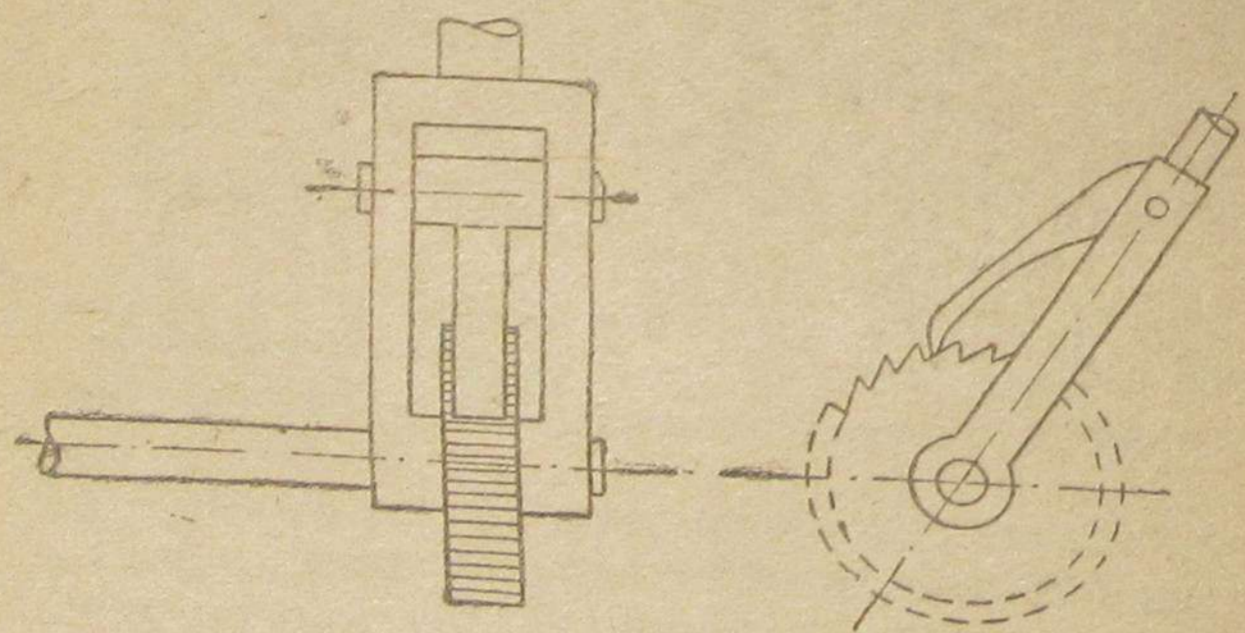
1. Основные элементы конструкций. Основными размерами, характеризующими генератор, являются: диаметр (или сечение) и высота шахты; весьма существенной частью генератора является колосниковое устройство.

Диаметр шахты. Большинство современных генераторов работает на каменных и бурых углях и имеет шахту круглого сечения. Генераторы, работающие на дровах, имеют четырехугольную шахту.

Диаметр (поперечник) шахты бывает разных размеров. В настоящее время строят генераторы с малым диаметром

Остановимся подробнее на этой конструкции. Она отличается от двух предыдущих устройством чепца. В генераторах, изображенных на фиг. 4 и 5, чепец неподвижен. В генераторе Уралсибэнергочермета (фиг. 6) чепец может вращаться. Вращение это производится следующим образом. Чепец насажен наглухо на стержень а. Стержень на нижней своей части имеет коническую шестерню б. Шестерня б имеет сцепление с другой конической шестерней в, насаженной на горизонтальный вал г. Конец этого вала выведен из фундамента в приямок. На нем укреплен храповый механизм д. При качании рычага е вправо и влево происходит вращение чепца. Для чего же это сделано? Дело в том, что скапливающиеся над чепцом шлаки далеко расположены от гидравлического затвора генератора и поэтому трудно поддаются удалению при очистке генератора. Оставаясь долгое время над чепцом, эти шлаки, во-первых, мешают сползанию вниз шлакам, которые находятся ближе к стенкам шахты, во-вторых, при продолжительном лежании на одном месте шлаки слеживаются, становятся непроницаемыми для воздуха и поэтому затрудняют питание слоя топлива воздухом и паром. Благодаря описанному устройству время от времени можно чепец вращать и тем самым беспокоить шлаки, мешая им скапливаться над чепцом и понуждая их к сползанию в ванну гидравлического затвора. Для того чтобы чепец при вращении сильнее беспокоил шлаки, на нем имеется особый прилив с. Этот прилив — «перо» — при вращении чепца сталкивает шлаки вниз и помогает их удалению из генератора.

Устройство храпового привода показано отдельно на фиг. 7.

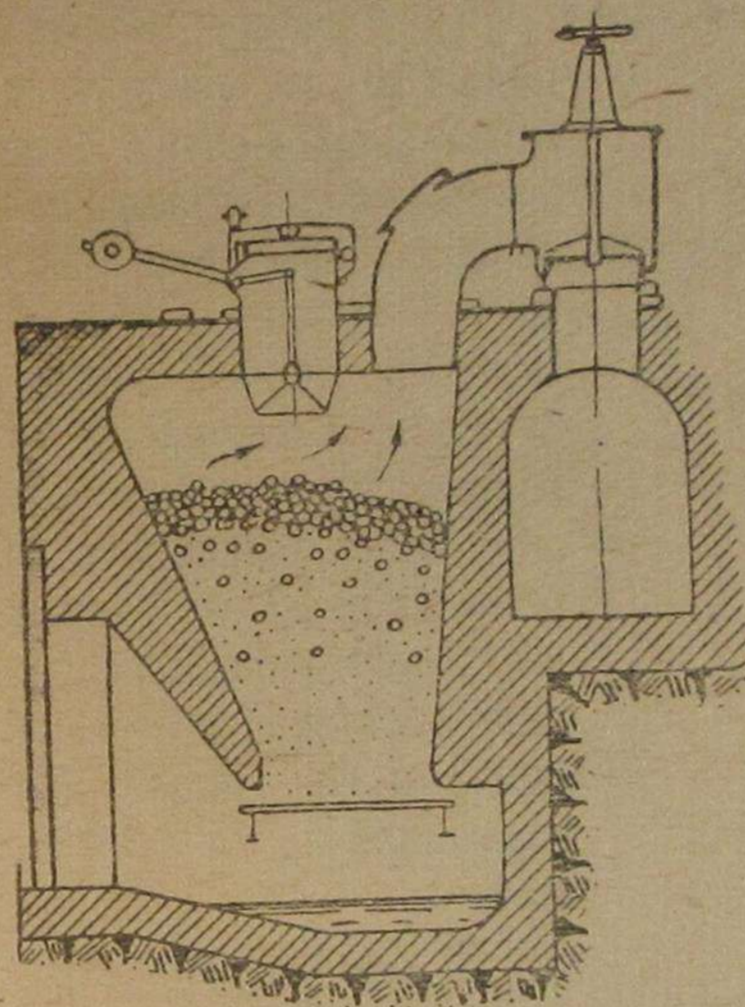


Фиг. 7. Устройство храпового привода

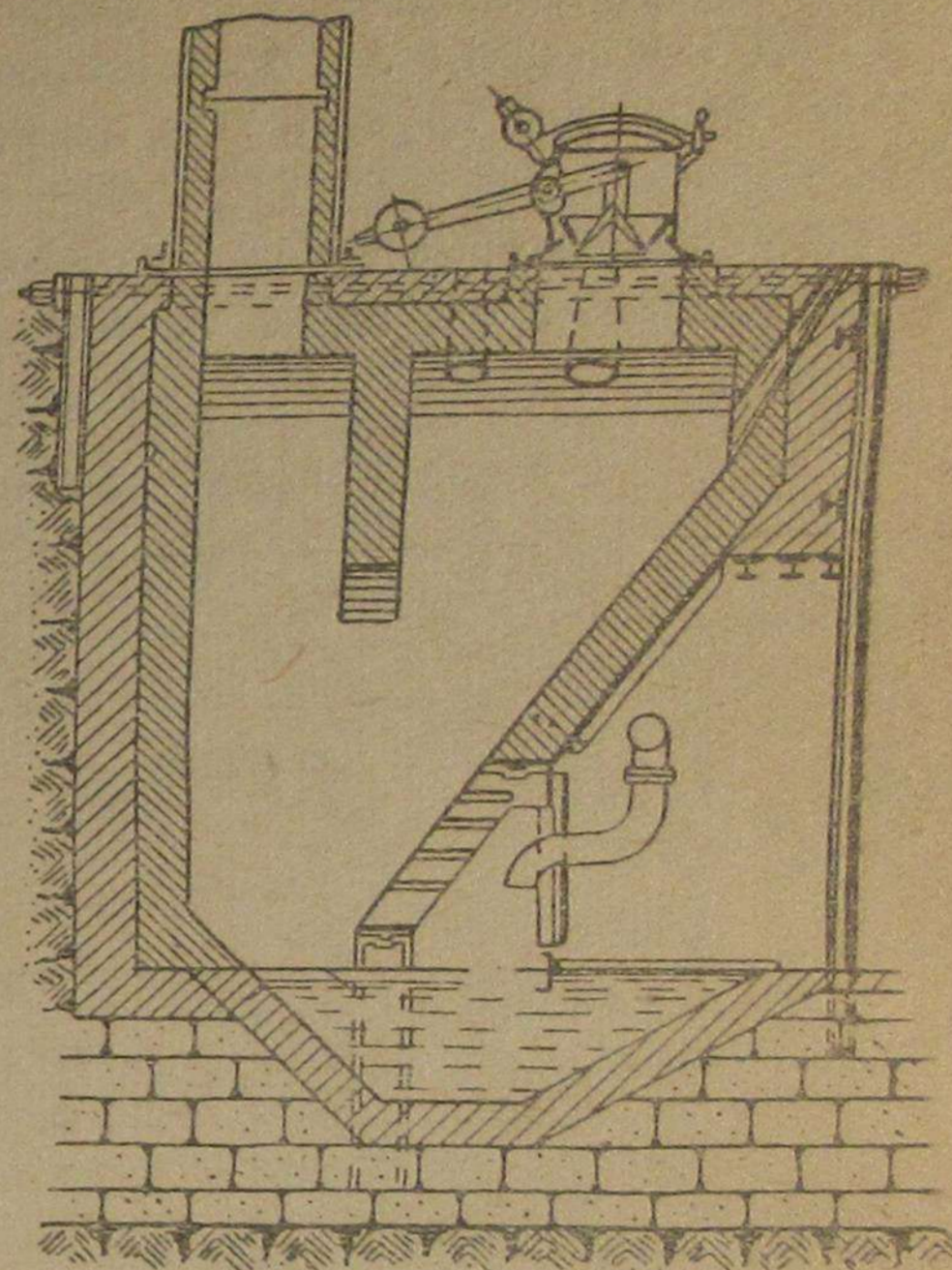
Описанный газогенератор типа Моргана, разработанный Уралсибэнергочерметом, имеет следующие размеры: диаметр шахты 2,2 м, высота от верхушки чепца до края газоотвод-

ного штуцера 1,18 м, строительная (полная) высота генератора 4 м. В такой генератор можно загружать топливо слоем не более 1 м. При более высоком слое топливо закрывает штуцер и помешает свободному выходу газа.

При указанной высоте шахты в генераторе можно газифицировать топли-



Фиг. 8. Газогенератор типа Сименс с горизонтальными колосниками



Фиг. 9. Газогенератор типа Сименс с наклонными ступенчатыми колосниками

во с невысокой (до 17—20%) влажностью, как, например, каменные угли, челябинский бурый уголь и пр. Бурые угли с более высокой влажностью (например подмосковный), древесину и торф в таком генераторе газифицировать не рекомендуется, так как влажное топливо будет плохо подсушиваться и генераторный газ будет получаться плохого качества. Для работы на влажных топливах высоту шахты генератора следует увеличить еще на 1—1,5 м.

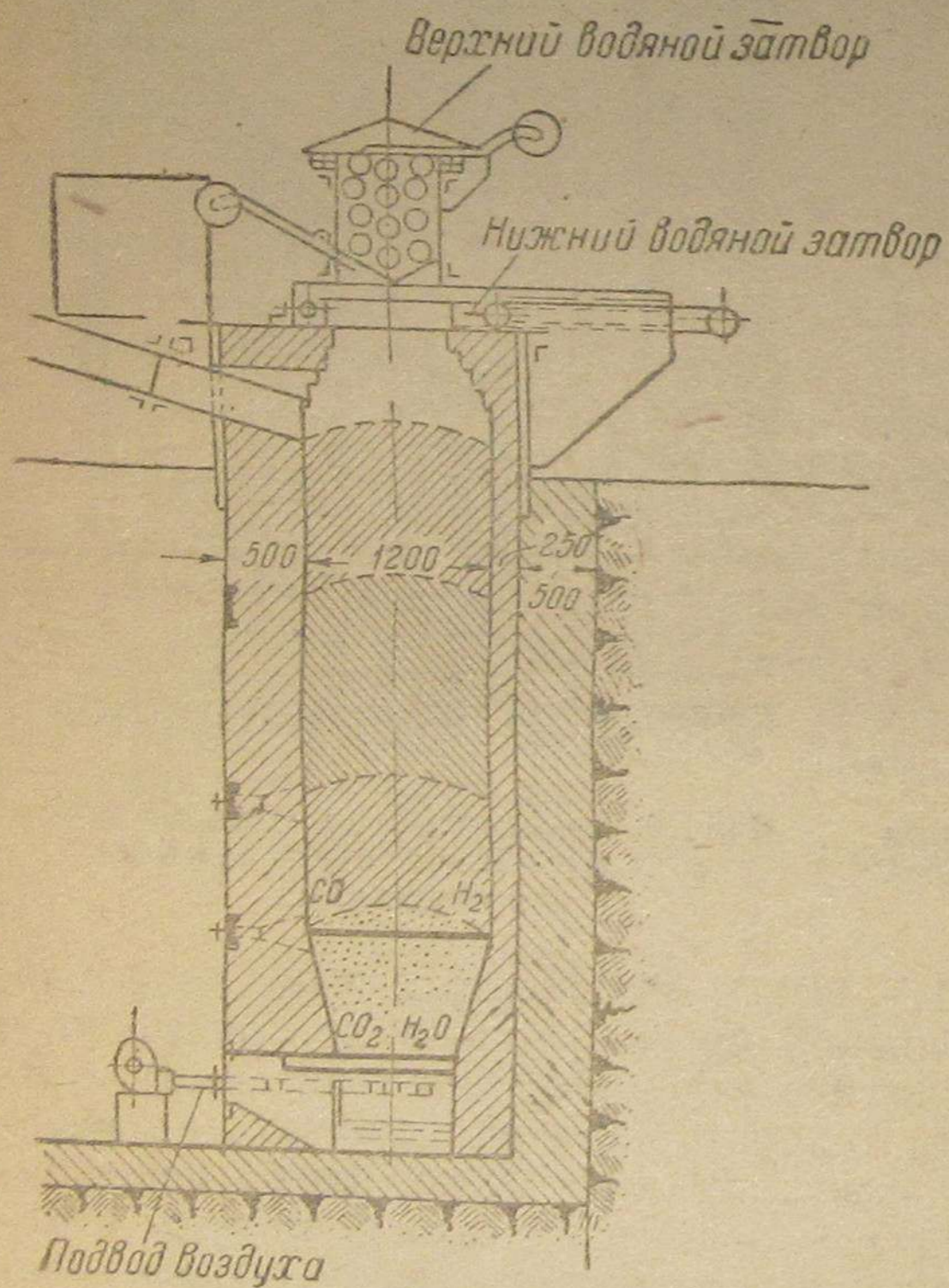
3. Генераторы с плоскими колосниками. Из старых конструкций распространенным генератором с неподвижными колосниками является генератор типа Сименса. Характерной особенностью генераторов типа Сименса является четырехугольное сечение шахты и отсутствие железного кожуха. Шахта выкладывается из кирпича и заглубляется в землю. Заглубление благоприятствует уплотнению стенок и мешает

просачиваться газу. Колосниковая решетка — плоская. Она располагается либо горизонтально, либо наклонно. На фиг. 8 и 9 показаны конструкции генераторов типа Сименса с горизонтальными и наклонными ступенчатыми колосниками. Воздух под колосники либо подается вентилятором, либо всасывается дымовой трубой той печи, на которую работает генератор.

Генераторы типа Сименса работают на всех видах топлива. В зависимости от вида топлива меняют колосники, высоту

шахты и загрузочное устройство. Для дров устраивают высокую шахту, плоские колосники и специальную загрузочную коробку, в которую можно было бы укладывать поленья. Для каменного угля строят более низкие шахты с плоскими или наклонными колосниками.

В настоящее время на заводах получают широкое распространение небольшие генераторы с плоскими неподвижными горизонтальными или слегка наклонными колосниками. Эти генераторы предназначены для газификации самых разнообразных видов топлива и в частности для



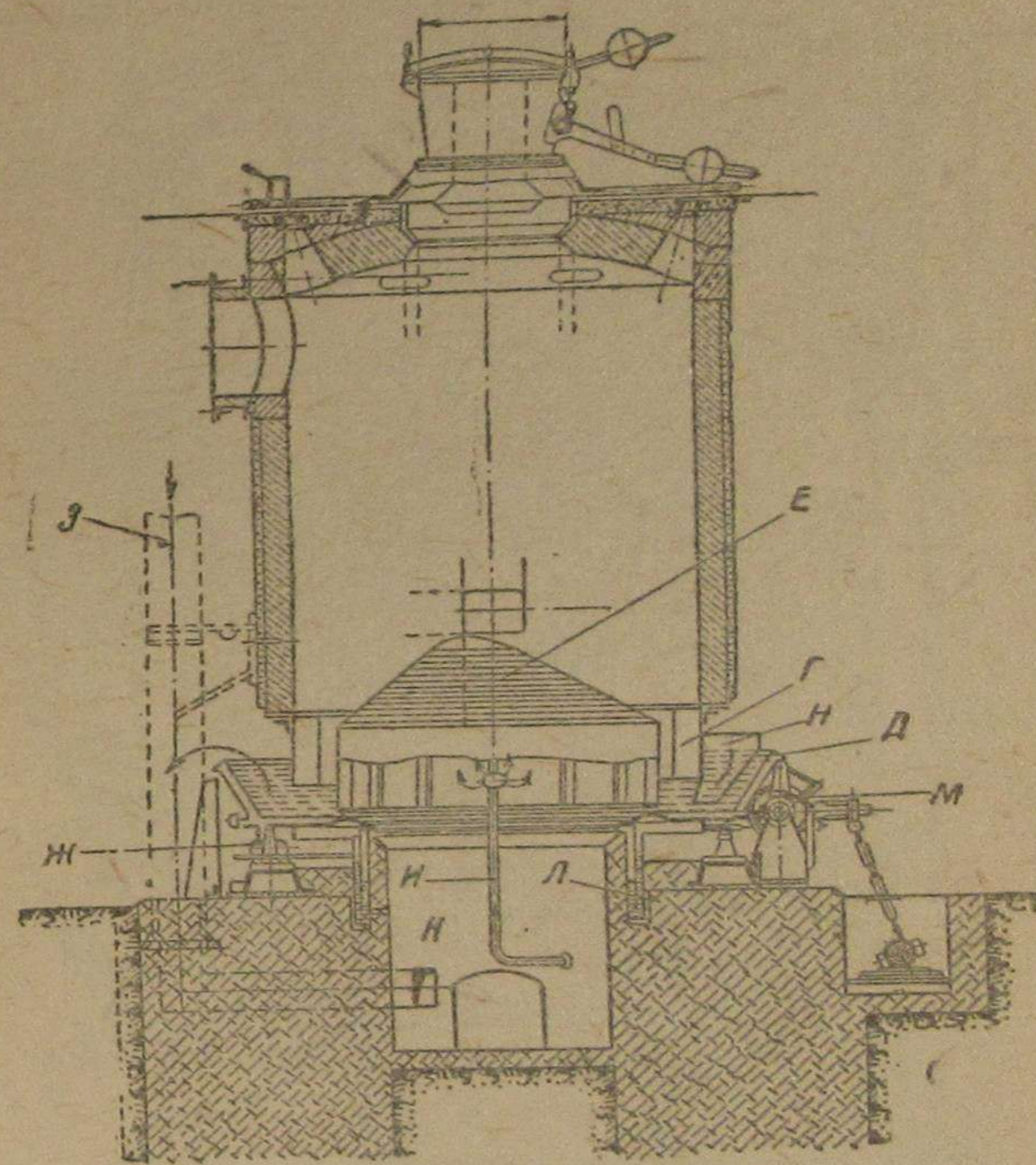
Фиг. 10. Газогенератор Оргавиапрома

сырых метровых дров. Одна из таких конструкций, предназначенных для газификации дров, принадлежащая Оргавиапрому, показана на фиг. 10.

Генератор Оргавиапрома представляет собой кирпичную четырехугольную шахту без кожуха. Колосники — плоские.

Дутье под колосники подается вентилятором. Для загрузки дров в генератор устроена четырехугольная коробка длиной по длине поленьев. Высота шахты от колосников до штуцера — 4 м. Подобный генератор, если понизить его высоту, будет пригоден и для газификации каменных углей.

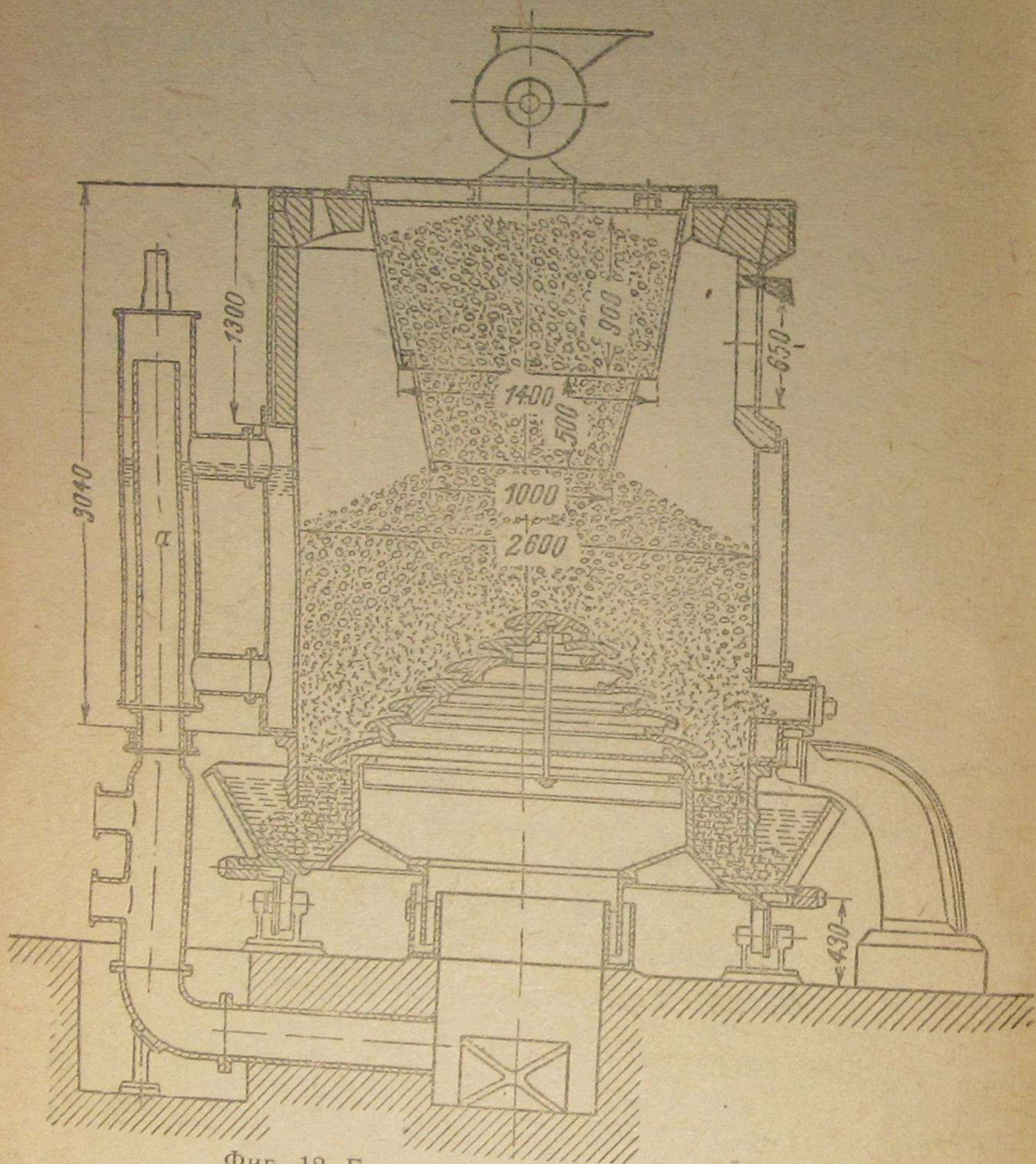
4. Генераторы с вращающимися колосниками. Удаление золы и шлаков из генераторов, которые мы описали выше производится вручную. Операция чистки генератора от шла-



Фиг. 11. Газогенератор системы Пинч

ков — трудоемкая и трудная. Поэтому в современных газогенераторах эту операцию стараются механизировать, для чего строят специальные газогенераторы с механическим шлакоудалением. Механическое шлакоудаление достигается вращением колосников. Конструкций с вращающимися колосниками очень много. Одна из них представлена на фиг. 11. Это — разрез генератора системы Пинч. Как видно из чертежа, верхняя часть генератора такая же, как и у генераторов типа Моргана. Нижняя же часть совершенно иначе устроена. Фартук генератора погружается, как и у типа Моргана, в ванну Д, залитую водой, так что

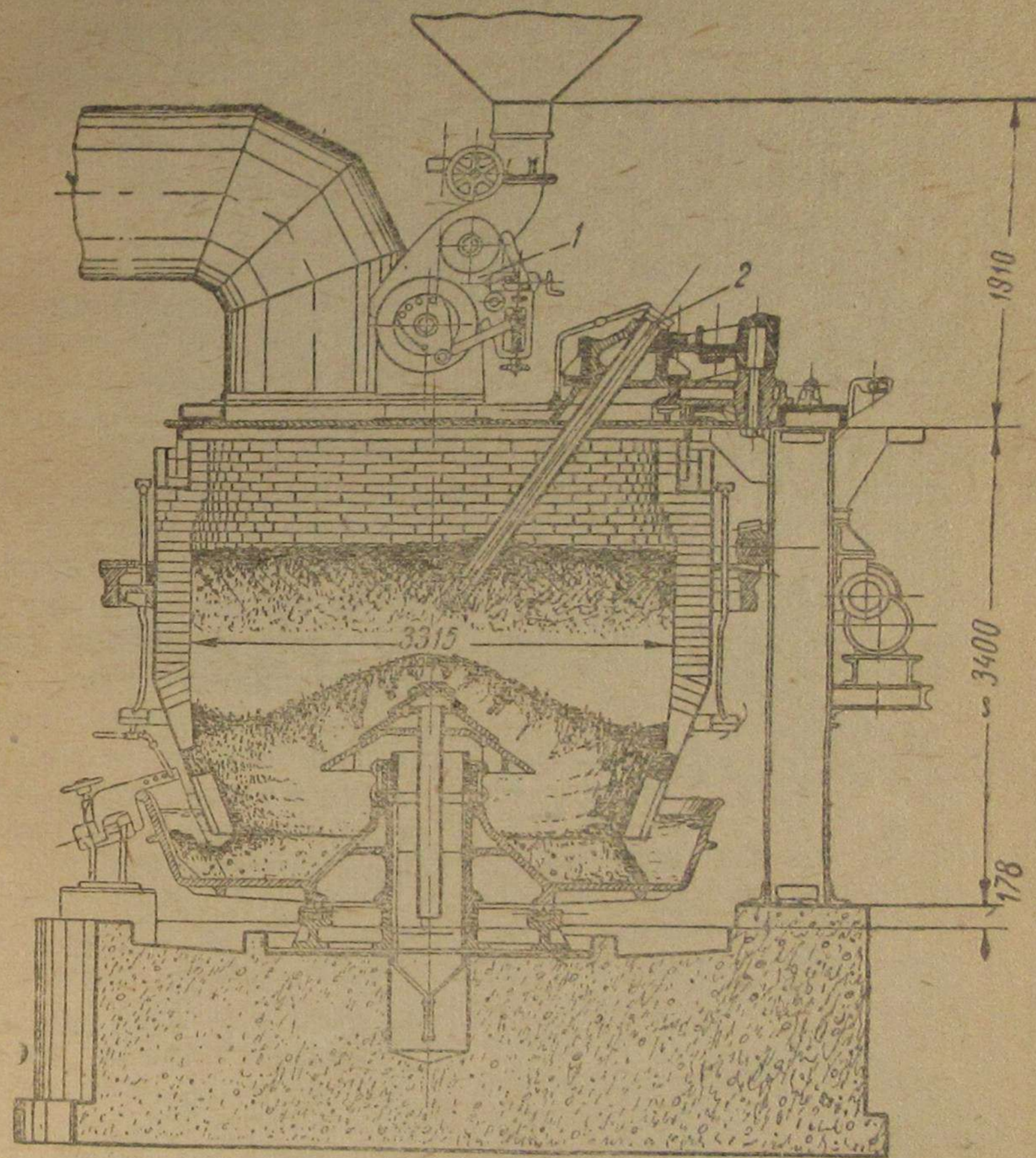
здесь также получается гидравлический затвор. Вместо моргановской трубы с чепцом здесь на дне ванны Д установлены круглые колосники Е. Колосники наглухо соединены с дном ванны.



Фиг. 12. Газогенератор системы Дейтц

Далее, ванна поставлена на ролики Ж. Посредством привода М от электромотора ванна вместе с колосниками может вращаться. При вращении колосников шлаки сползают к краям ванны. К фартуку Г прикреплен нож Н. Шлаки наползают на этот нож, поднимаются кверху и переваливаются через борт ванны. Так осуществляется механическое шлакоудаление.

Воздух в описываемой конструкции вентилятором через трубу З подается в поддувало К. Отсюда воздух через прозоры колосниковой решетки Е поступает в шахту газогенератора. Для уплотнения поддувала предусмотрен второй (ниж-



Фиг. 13. Механизированный газогенератор системы Вельман

ний) гидравлический затвор Л. Пар подается по трубке И непосредственно под колосники. Чаще он подводится в воздушную трубу, и в поддувало поступает уже готовая паровоздушная смесь.

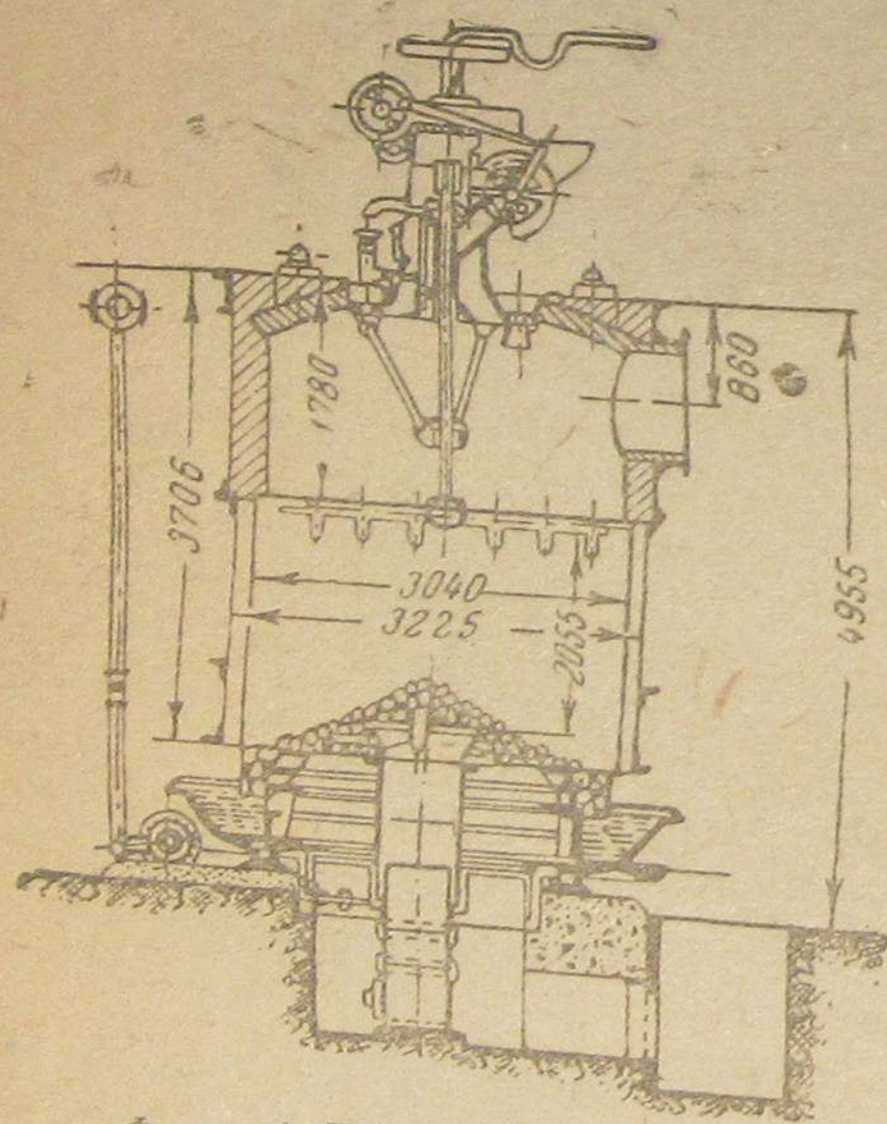
В газогенераторах, подобных изображенному на фиг. 11, газифицируют каменные угли, коксик и другие виды минерального топлива.

На фиг. 12 представлен другой генератор с вращающимися колосниками и автоматическим загрузочным аппаратом системы Дейтц. В этом генераторе стенка шахты не выложена кирпичом, а выполнена в виде водяной рубашки. Благодаря наличию такой рубашки, шлаки не привариваются к стенкам и легче удаляются из генератора. Образующийся в рубашке пар через трубу а вместе с воздухом проходит под колосники.

Газогенераторы типа Дейтц получили у нас широкое распространение для антрацитов. Для других видов топлива они применяются с меньшим успехом, так как высота шахты этих генераторов оказывается недостаточной.

5. Механизированные генераторы. В генераторах Пинч, Дейтц и других конструкциях с вращающимися колосниками механизировано шлакоудаление. При обслуживании генераторов имеются и другие трудоемкие и ответственные операции. Таковы загрузка топлива и шурование, рыхление и выравнивание верхнего горизонта слоя топлива.

В настоящее время имеются генераторы, в которых кроме шлакоудаления механизированы также загрузка топлива, раз-

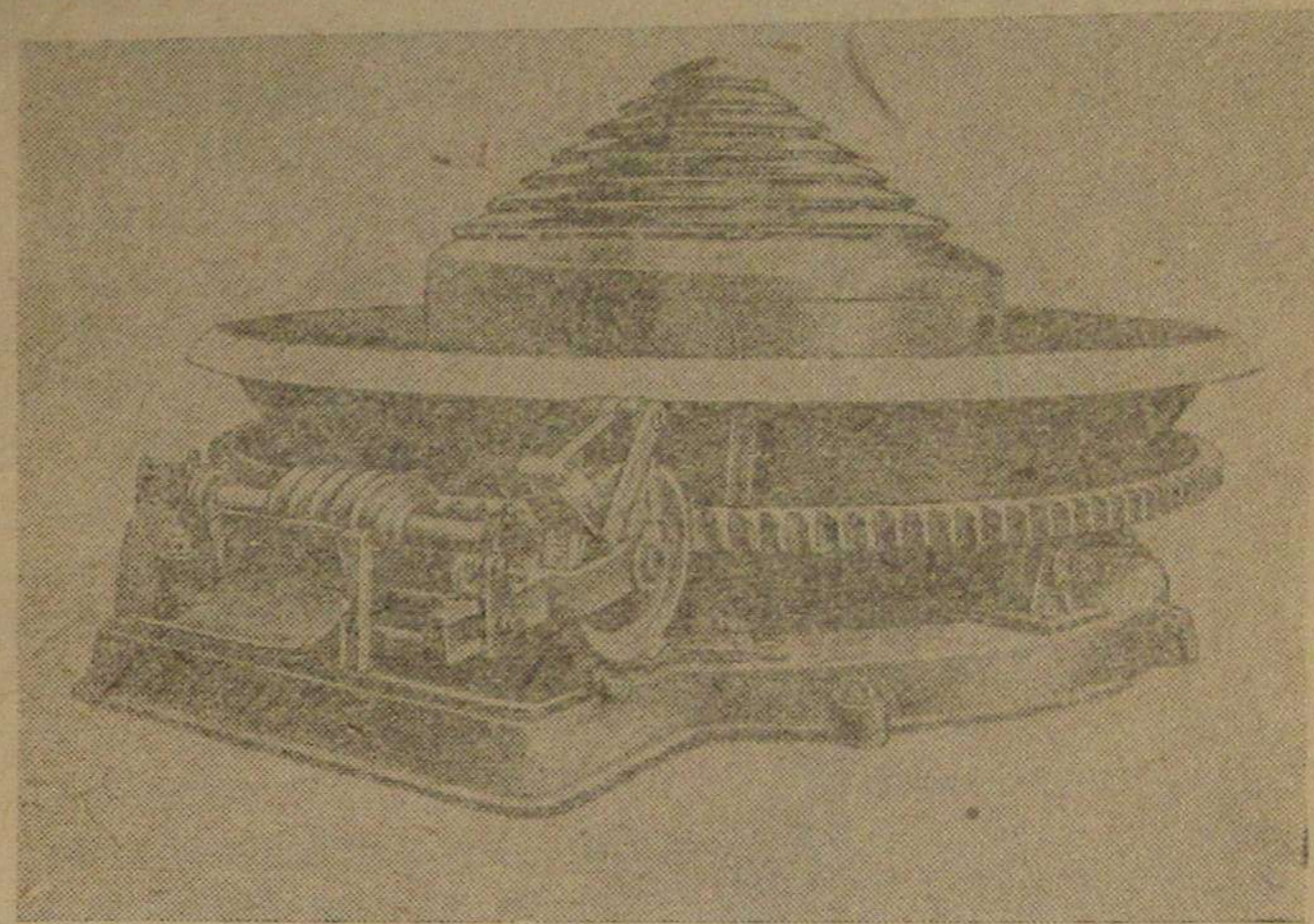


Фиг. 14. Газогенератор системы Чапмана

равнивание и рыхление слоя топлива. Так как при этом происходит также и вращение шахты, конец лома, качаясь, разрыхляет всю поверхность слоя. Внизу генератора имеется уже знакомый нам

по прежним описаниям поддон, заполненный водой. Он может вращаться вместе с шахтой. Можно вращать шахту и затормозить поддон. Комбинацией всех возможных случаев вращения шахты и поддона можно регулировать шлакоудаление.

Кроме конструкции Вельмана имеются и другие системы механизированных генераторов, например Чапмана.



Фиг. 15. Колосниковая часть полумеханизированного газогенератора

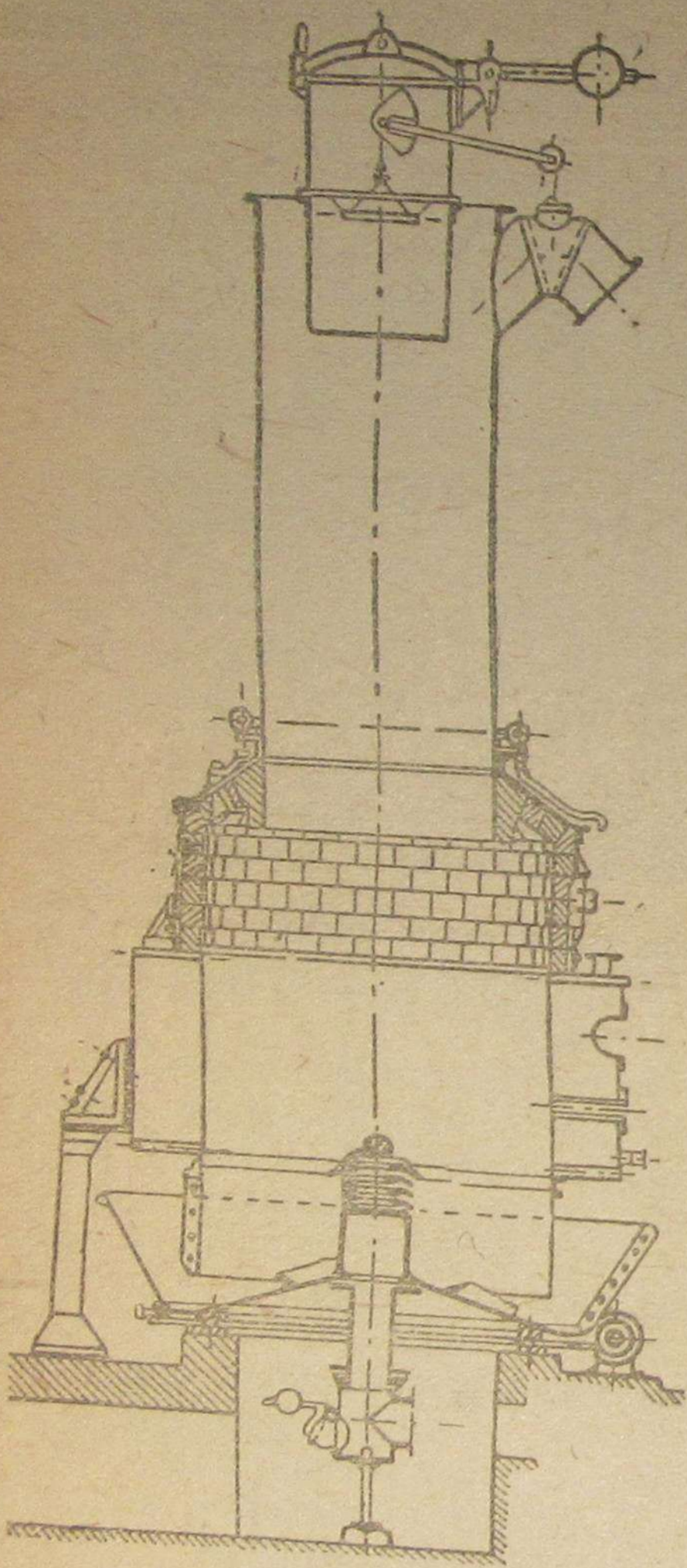
На фиг. 14 представлен газогенератор с вращающимися колосниками, снабженный аппаратом Чапмана. Этот аппарат состоит из механического загрузочного устройства и шуровочных граблей. Загрузочное устройство позволяет производить непрерывную и равномерную загрузку топлива в генератор. Шуровочные грабли, вращаясь от особого привода, выравнивают верхний горизонт топлива. При работе газогенератора на слабоспекающихся каменных углях грабли позволяют все время поддерживать в рыхлом состоянии верхнюю часть слоя топлива, мешая образоваться здесь коксовым коркам.

Так как грабли Чапмана работают в условиях высоких температур (600—900°), они охлаждаются изнутри постоянным током холодной воды.

Весь аппарат Чапмана полностью может быть смонтирован на любом газогенераторе.

На фиг. 15 отдельно показана колосниковая часть полумеханизированного генератора. На фигуре видна собственно колосниковая решетка, состоящая из отдельных колец, нало-

женных друг на друга. Колосники укреплены на подставке, установленной на дне поддона. В левой части показан привод для вращения поддона — червяк и храповое колесо. Вся конструкция в целом опирается на ролики, укрепленные на чугунной станине.



Фиг. 16. Газогенератор для топлив с высокой влажностью

ся (крекируются). Крекируются непредельные углеводороды и частично — метан. От этого качество генераторного газа также ухудшается. Смола, крекируясь, дает некоторое коли-

чество газов. Сама она из легкой превращается в тяжелую, вязкую, сильно загрязненную сажей.

Чтобы избежать всего описанного, надо чтобы очень влажное топливо дольше находилось в зонах подсушки и сухой перегонки. Тогда оно успеет полностью подсушиться, выделит полностью летучие вещества и спустится в зону газификации в виде хорошо подготовленного кокса. Для увеличения продолжительности пребывания влажного топлива в зонах подсушки и сухой перегонки устраивают газогенераторы с высокой шахтой. На фиг. 16 представлен один из таких газогенераторов, применяемый для газификации торфа и древесной щепы. Верхняя, более узкая часть шахты носит название «шпельшахты». При таком устройстве газогенератора удается газифицировать с хорошими показателями топливо, содержащее 40—45% влаги и выше. Помимо того, что при этом получается газ с хорошей теплотворной способностью, смола выходит из газогенератора неразложившейся. Такая неразложившаяся смола называется первичной смолой. Она является очень ценным продуктом, так как из нее получают целый ряд важных веществ: горючие и смазочные масла, фенолы и т. д. Поэтому на газогенераторных станциях, оборудованных газогенераторами со шпельшахтой, устанавливаются специальные аппараты для улавливания смолы из газа.

чество газов. Сама она из легкой превращается в тяжелую, вязкую, сильно загрязненную сажей.

Чтобы избежать всего описанного, надо чтобы очень влажное топливо дольше находилось в зонах подсушки и сухой перегонки. Тогда оно успеет полностью подсушиться, выделит полностью летучие вещества и спустится в зону газификации в виде хорошо подготовленного кокса. Для увеличения продолжительности пребывания влажного топлива в зонах подсушки и сухой перегонки устраивают газогенераторы с высокой шахтой. На фиг. 16 представлен один из таких газогенераторов, применяемый для газификации торфа и древесной щепы. Верхняя, более узкая часть шахты носит название «шпельшахты». При таком устройстве газогенератора удается газифицировать с хорошими показателями топливо, содержащее 40—45% влаги и выше. Помимо того, что при этом получается газ с хорошей теплотворной способностью, смола выходит из газогенератора неразложившейся. Такая неразложившаяся смола называется первичной смолой. Она является очень ценным продуктом, так как из нее получают целый ряд важных веществ: горючие и смазочные масла, фенолы и т. д. Поэтому на газогенераторных станциях, оборудованных газогенераторами со шпельшахтой, устанавливаются специальные аппараты для улавливания смолы из газа.

ГЛАВА V

ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ СТАНЦИИ

Наиболее типичными являются два рода генераторных станций: 1) газогенераторная станция горячего газа с грубой очисткой газа от пыли и 2) газогенераторная станция с охлаждением и более совершенной очисткой газа от смолы и пыли.

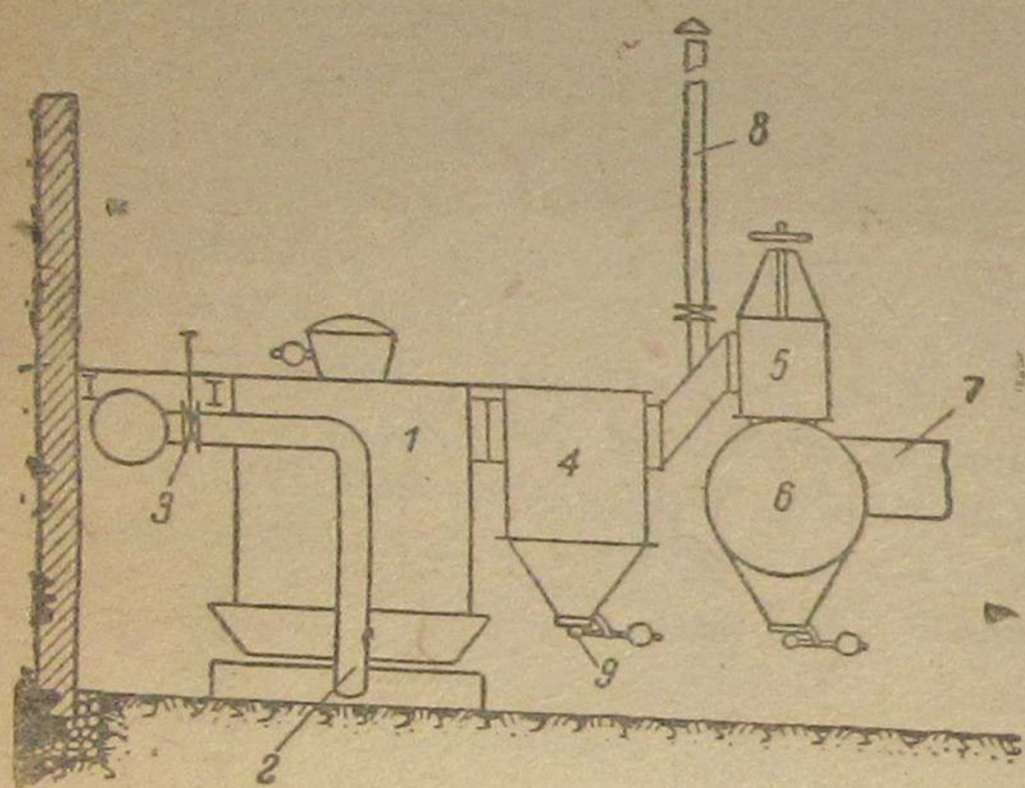
1. Генераторная станция горячего газа. На фиг. 17 дана схема генераторной станции горячего газа. На этой схеме: 1 — генератор, 2 — воздухопровод, 3 — задвижка для регулирования воздуха, 4 — пылеуловитель, 5 — горячий клапан для отключения генератора от коллектора, 6 — газовый коллектор, 7 — газопровод к потребителю, 8 — выхлопная труба, 9 — клапан пылеуловителя.

Управление задвижкой 3 на воздухопроводе выведено на рабочую площадку.

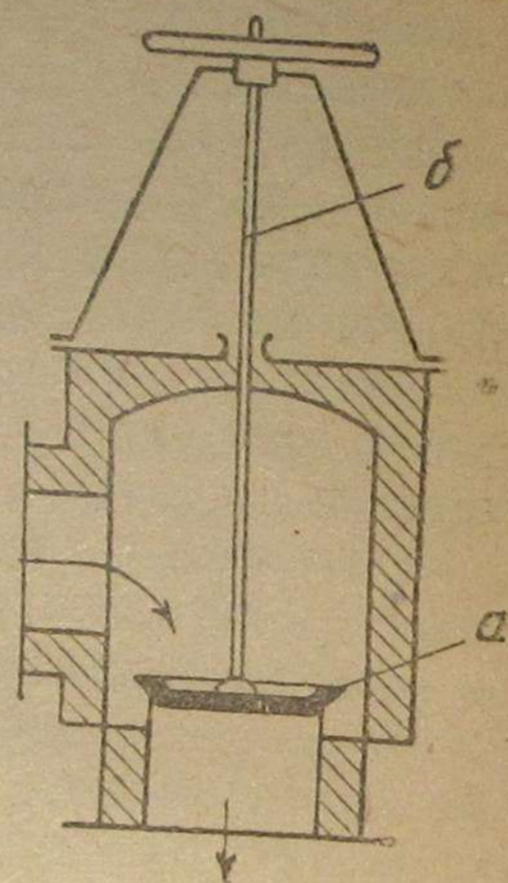
Выходящий из генератора горячий газ поступает в пылеуловитель 4. Пылеуловитель представляет собой широкую

круглую камеру, обложенную внутри огнеупорным кирпичом. Благодаря тому, что скорость газа в пылеуловителе уменьшается, из газа выпадают более крупные частицы уноса. Они собираются на дне пылеуловителя. Когда в пылеуловителе скопится большое количество уноса, открывают клапан 9. Пыль высыпается в вагонетку. В эту же вагонетку принимается удаляемый из генератора шлак.

Из пылеуловителя горячий газ поступает в горячий клапан. Устройство его показано на фиг. 18. Он состоит из железного выложенного внутри огнеупорным кирпичом корпуса и та-



Фиг. 17. Схема газогенераторной станции горячего газа



Фиг. 18. Горячий клапан

рельчатого клапана а, соединенного со штоком б, имеющим винтовую нарезку. При верхнем положении тарелки газ свободно проходит в газовый коллектор и оттуда по газопроводу к потребителю. Когда генератор не работает, горячий клапан закрыт. Закрыт он также и в том случае, когда почему-либо газ из генератора нельзя или не нужно подавать в коллектор. При растопке генератора, например, пока еще не установился нормальный генераторный процесс, получающиеся в генераторе сначала дым, а затем плохой газ через выхлопную трубу выпускаются наружу в атмосферу. Горячий клапан при этом закрыт; клапан, имеющийся на выхлопной трубе 8, открыт (см. фиг. 17).

Когда в газогенераторе установлен нормальный генераторный процесс и явилась необходимость подать газ потребителю, тогда закрывают клапан 8 на выхлопной трубе и откры-

вают горячий клапан 5. Газ при этом будет поступать в коллектор 6. Для того, чтобы сохранить тепло газа и довести газ до потребителя (например, до мартеновской печи) в возможно горячем виде, а также для предохранения железного кожуха коллектора от сгорания, коллектор изнутри футеруется огнеупорным кирпичом.

Обычно к коллектору присоединено несколько газогенераторов, которые включаются в работу одновременно все, группами или по одному, в зависимости от потребности в газе. Из коллектора по футерованному газопроводу 7 газ передается потребителю.

На станциях горячего газа генераторный газ проталкивается через пылеуловитель, коллектор и газопровод к потребителю силой того давления, с которым газ выходит из генератора. Давление же газа в генераторе создается вентилятором, нагнетающим в генератор воздух.

На станции горячего газа газ поступает к потребителю без охлаждения. Он несет с собой в топку потребителя пары воды, пары смолы и легкую часть пыли, не успевшую осесть в пылеуловителе.

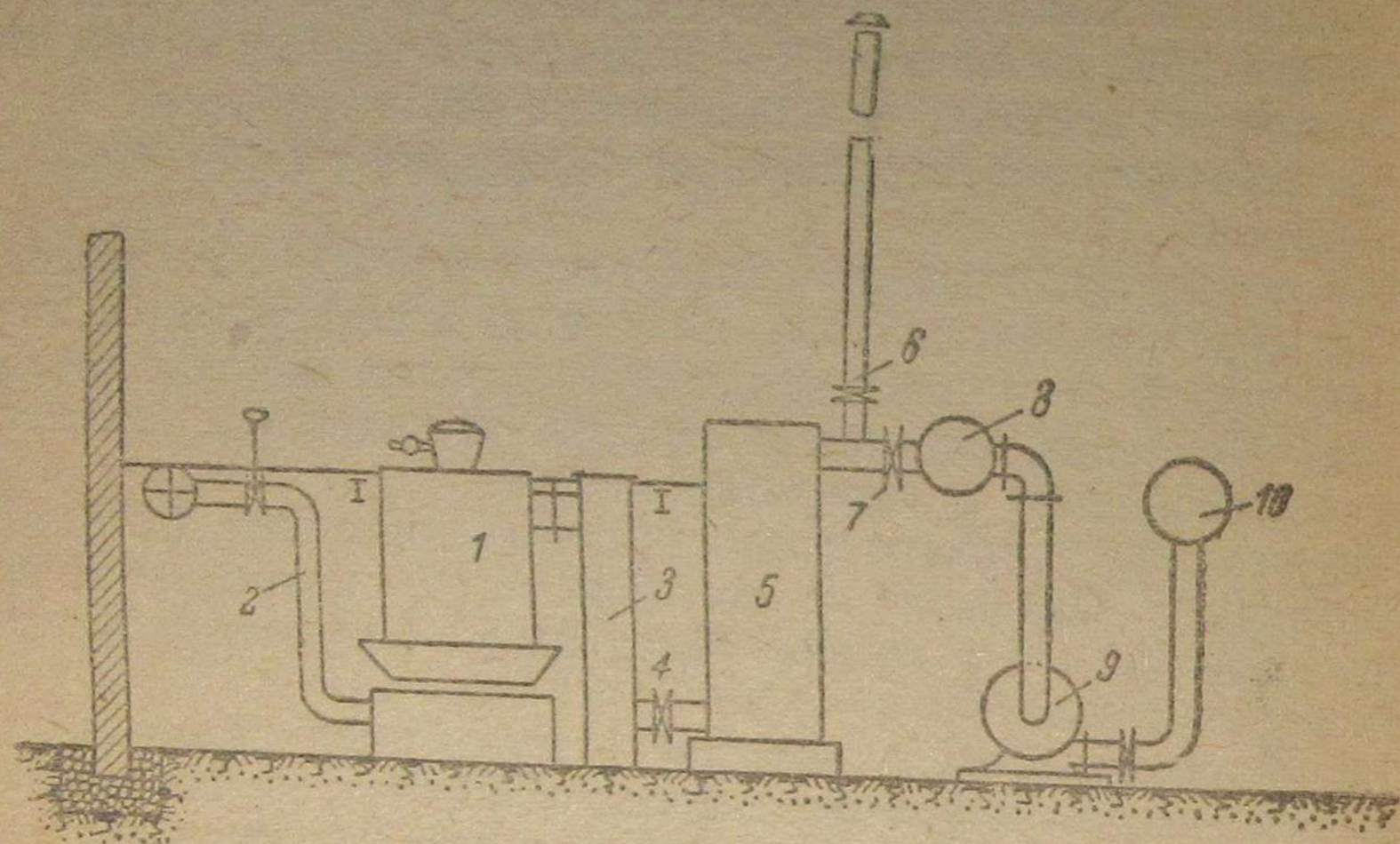
По описанной схеме обычно устраиваются газогенераторные станции для мартеновских цехов, некоторых нагревательных печей, печей по обжигу кирпича и пр. Во всех этих случаях очень важно, чтобы печи, потребляющие газ, находились поблизости от газогенераторной станции.

2. Генераторная станция с охлаждением газа. Схема генераторной станции с охлаждением и очисткой газа дана на фиг. 19. На ней: 1 — генератор, 2 — воздухопровод. Далее следуют: 3 — стояк, 4 — задвижка, 5 — скруббер, 6 — выхлопная труба с задвижкой, 7 — задвижка, 8 — газовый коллектор, 9 — газодувка-газосос, 10 — газопровод к потребителю.

Вместо пылеуловителя первым аппаратом после генератора в этой схеме является стояк. Он представляет собой широкую полую трубу, в которую вбрызгивается вода. Вода охлаждает газ до 80—90° и вымывает из него часть пыли и грубую тяжелую смолу. После стояка устанавливается задвижка 4, служащая для отключения скруббера от генератора. Далее следует скруббер. Скруббер представляет собой широкий железный цилиндр, заполненный насадкой. Насадкой может служить крупнокусковой кокс, тонкие поставленные на ребро доски (хорды) и пр. Насадка орошается водой. Благодаря большой поверхности насадки вода хорошо распределяется по всему объему скруббера. Поднимающийся снизу вверх навстречу стекающей воде газ охлаждается до 20—25°, и из

него вымывается пыль и большая часть смолы. Кроме того, в скруббере происходит осушка газа и удаление из газа водяных паров.

Как нам известно, генераторный газ, выходя из генератора, несет с собой водяные пары. Откуда водяные пары



Фиг. 19. Схема газогенераторной станции с охлаждением и очисткой газа

попадают в газ, нам также известно. Чем больше водяных паров в газе, тем меньше он дает тепла при сгорании. Поэтому очень важно удалить пары воды из газа, осушить газ. Осушка газа в скруббере посредством охлаждения его водой основана на следующем явлении. Известно, что чем выше температура газа, тем больше в нем может удержаться водяных паров. Например, в 1 м³ газа при 90° может удержаться 420 г водяных паров, а при 20° — только 17 г. Если газ, насыщенный водяными парами при 90°, охладить в скруббере до 20°, то из него выпадет $420 - 17 = 403$ г водяных паров на каждый кубический метр газа. Таким образом произойдет осушка газа и повышение его качества.

После скруббера в рассматриваемой схеме газогенераторной станции устанавливается задвижка 7. Назначение этой задвижки — отключать скруббер от коллектора. Закрывая задвижки 4 и 7, можно совсем выключить скруббер. Это бывает необходимо сделать при осмотре или ремонте скруббера, а также при смене его насадки.

После задвижки 7 на схеме показан газовый коллектор 8, в который поступает охлажденный и очищенный газ со всех генераторов станции. Из газового коллектора газ отсасывается газососом и нагнетается в газопровод к потребителю.

Благодаря наличию в схеме станции с охлаждением газа газососа 9, движение газа от генератора к потребителю осуществляется под действием не только вентилятора, подающего воздух, но и газососа. Поэтому на пути от генератора до газососа газ сначала находится под давлением, затем — под разрежением. Обычно так регулируют работу вентилятора и газососа, чтобы газ был под давлением до коллектора, а на выходе из скруббера устанавливают нулевую точку, т. е. не дают газу ни давления, ни разрежения. Во всяком случае скруббер стараются держать под малым давлением или малым разрежением. Большое разрежение в скруббере нежелательно по той причине, что в случае засоса воздуха через неплотности скруббер является особо взрывоопасным.

Ввиду того что газ подвергается охлаждению, газопроводы на рассматриваемых станциях не изолируются и кирпичом не выкладываются (не футеруются).

Газогенераторные станции с охлаждением и очисткой газа по схеме, изображенной на фиг. 19, строятся для тех случаев, когда газ предполагается передавать по длинной сети разветвленных газопроводов, подводящих газ многочисленным не очень крупным потребителям, например, кузнечным и нагревательным печам и пр. Работают они на антраците и коксе, т. е. топливах, не дающих при газификации смолы. Для смолистых топлив эта станция непригодна, так как в скрубберах полностью очистить газ от смолы нельзя. Остаток смолы в газе будет забивать газопроводы и горелки. Поэтому, кроме рассмотренных схем газогенераторных станций, существуют станции с тонкой очисткой газа от смолы и с использованием этой смолы. Имеются также станции, где предусмотрено улавливание из газа уксусной кислоты и серы.

На станциях с тонкой очисткой газа от смолы устанавливается специальный смолоулавливатель, который извлекает из газа всю смолу.

ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Получающийся в генераторе газ будет хорошего качества и количество его будет достаточным только в том случае, если будет обеспечен нормальный ход генератора. Нормальным ходом генератора называется такой ход, когда температура газа стоит на одном уровне, состав газа изменяется мало, слой топлива ровный, шлакование отсутствует, шлаки содержат небольшое количество несгоревшего топлива и т. д. Чтобы обеспечить нормальный ход генератора, необходимо хорошо знать все происходящее в генераторе, уметь эти знания применять на практике и неотступно соблюдать все правила обслуживания генератора. Первейшим правилом для газовщика должно быть: «Не допускать нарушения нормального хода генератора, а обнаруженные ненормальности хода устранять немедленно».

1. Подготовка генератора к пуску. Перед пуском генератора необходимо провести тщательный осмотр генератора, убедиться в исправном действии всех механизмов и в наличии достаточного количества и нужного качества топлива.

При внутреннем осмотре генератора необходимо обратить внимание на целостность кирпичной обкладки стенок и свода. Надо, чтобы стенки шахты были совершенно чисты от шлака; на колосниках не должно быть никаких посторонних предметов. Прозоры колосников должны быть очищены от застрявших в них шлаков. В случае работы на генераторе типа Моргана следует убедиться в исправности чепца: не перекошен ли он, не осталось ли под ним кусков шлака. Не следует забывать, что наличие в прозорах колосников или под чепцом типа Моргана кусков шлака искажает распределение дутья по сечению шахты и с самого пуска может нарушить генераторный процесс.

При внешнем осмотре генератора следует убедиться в исправном действии загрузочного аппарата, шуровочных отверстий и пароотбойников (см. ниже). Вентили, задвижки и клапаны должны быстро открываться, а также быстро и плотно закрываться. При наличии у генератора гидравлических затворов необходимо убедиться в исправности подвода и отвода воды.

Надо, чтобы поддувало было очищено от провала. Дверка поддувала должна плотно закрываться и не пропускать воздуха. В случае работы на генераторе с вращающимися колосниками, кроме того, следует убедиться в исправном действии механизма вращения поддона.

Должны быть в полной исправности выхлопная труба и клапан или задвижка на ней. Обратит внимание на плотность закрывания трубы, особенно в случаях работы на смолистых топливах.

Перед пуском генератора нужно убедиться в исправности вентиляторной установки и всей системы подводки и регулирования подачи воздуха, трубопроводов, обратного клапана (о нем см. ниже) и задвижки.

Генератор должен быть обеспечен необходимым количеством пара нужного качества как для подачи под колосники, так и для пароотбойников (см. ниже).

В случае работы на станции горячего газа необходимо обратить внимание на целостность кирпичной обкладки (футеровки) пылеуловительного мешка, газопроводов и горячего клапана. Надо проследить, чтобы в течке пылеуловителя и в клапане не оказалось обрушившихся кирпичей, чтобы тарелка клапана плотно прижималась к седлу и легко поднималась и опускалась. Если предусмотрено уплотнение горячего клапана песком, необходимо, чтобы под рукой был запас нужного количества песка.

На рабочей площадке должен находиться необходимый для работы газовщика инвентарь и инструмент: шуровочные и мерные штанги, ломы, молот, крючки, мокрые концы и пр.

Контрольно-измерительная аппаратура должна быть в полной исправности.

Только убедившись в полной исправности генератора и всей аппаратуры, можно приступить к розжигу и пуску генератора.

2. Пуск генератора начинают с подготовки шлаковой подушки. Для этого отсеивают крупный (величиной с кулак) шлак и загружают его слоем в 100—150 мм на колосники. Если собираются пускать генератор типа Моргана или с вращающимися колосниками, то все пространство от дна поддона до дутьевых прозоров можно заполнять несеяным шлаком, щебнем и вообще любым негорючим материалом. Шлаковая подушка должна не только предохранять колосники, но и равномерно по сечению шахты распределять воздух. Поэтому на тщательность ее подготовки необходимо обратить самое серьезное внимание: на колосниках выше дутьевых прозоров должен лежать крупнокусовой равномерный по величине кусков шлак.

Когда шлаковая подушка загружена, при работе на генераторе с вращающимися колосниками, колосники необходимо провернуть, дав поддону полтора-два оборота. От этого шлаки улягутся ровнее.

На подготовленную указанным образом шлаковую подушку раскладывают сухие мелкоколотые дрова слоем в 25—50 см. Во все время укладки шлака и дров генератор отключается от коллектора и «поставлен на выхлоп», т. е. выхлопная труба открыта.

Дрова поджигаются в разных местах. Дымовые газы выпускаются через выхлопную трубу в атмосферу. Во время растопки наблюдают, чтобы дрова горели равномерно по всему сечению шахты. Для выравнивания зеркала горения пользуются штангой, вводя ее внутрь шахты через шуровочные отверстия. Когда дрова полностью обуглятся и по всему сечению генератора установится равномерное красное зеркало, приступают к загрузке топлива (угля, торфа). При этом под колосники дают небольшое дутье. Если растапливают генераторы типа Моргана или с вращающимися колосниками, перед тем, как дать дутье, ванну заливают водой.

Загружая мелкими порциями топливо и поднимая постепенно слой, понемногу усиливают дутье. Когда слой поднимется до нужной высоты, следует опробовать газ на горючесть. Для этого открывают шуровочное отверстие и поджигают выбивающуюся из генератора струю газа. Если газ горит устойчиво, без отрыва, можно включать генератор в общий газовый коллектор. Для этого сначала открывают горячий клапан (на станциях горячего газа), а затем закрывают выхлопную трубу. На станциях с охлаждением газа, если станция работает с отсосом газа, нужно сначала снизить дутье, затем закрыть выхлопную трубу и уже после этого открыть задвижку после скруббера.

Мы описали впуск газа в газопроводы, скрубберы и газовый коллектор для случая, когда генератор разжигается заново, а коллектор уже наполнен газом от других работающих генераторов. В этом случае содержащийся в газопроводах и скрубберах воздух с самого начала розжига вытеснился дымом в выхлопную трубу, а затем дым постепенно вытеснился газом. Смешения газа с воздухом в данном случае произойти не могло, и опасность взрыва газа отсутствовала. В том случае, когда коллектор газом не заполнен, при розжиге генератора заново получающийся в генераторе дым пропускают не через выхлопную трубу у горячего клапана, а, открыв горячий клапан, дают дыму пройти по всему коллектору и газопроводу, выпустив его в атмосферу через выхлопную трубу у потребителя газа. Как и в предыдущем случае, здесь смешения газа с воздухом не произойдет, так как воздух из всей системы будет вытеснен дымом.

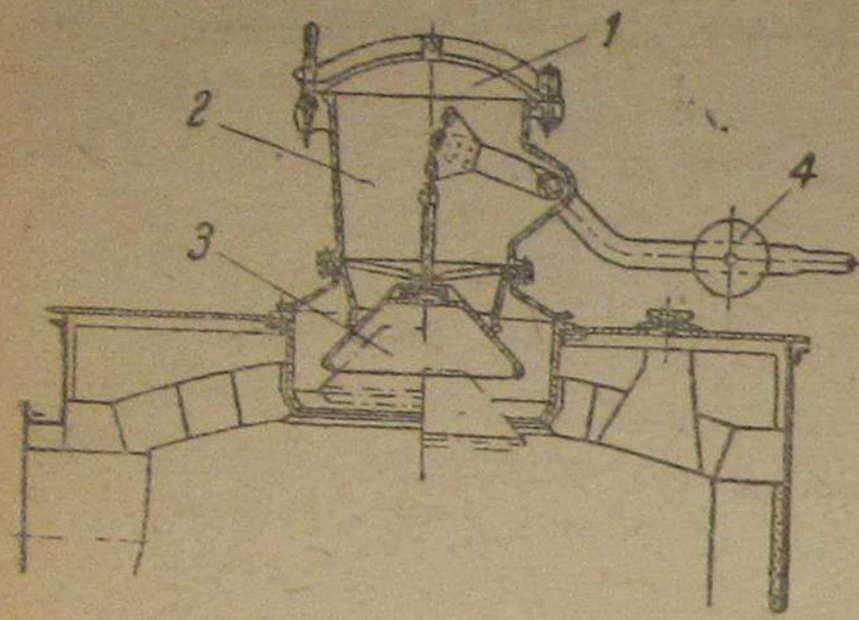
Но возможен и такой случай, когда пылеуловитель и газопровод до клапана заполнены уже горючим газом, газ идет через выхлопную трубу у клапана в атмосферу, а в коллекторе и в газопроводе к потребителю газа нет, в них находится воздух. В этом случае открыть горячий клапан и впустить газ в коллектор и газопровод нельзя. Смешавшись с находящимся там воздухом, газ образует взрывчатую смесь. Дойдя до потребителя и будучи там подожжена, такая смесь взорвется, и взрыв может повести к разрушениям и несчастным случаям. Поэтому следует твердо помнить правило, что газ можно впускать только в те газопроводы, коллекторы, аппараты, в которых отсутствует воздух, где он вытеснен дымом или паром. К тем местам системы, где воздух почему-либо не может быть вытеснен дымом, должен быть подведен пар. Эти части продуваются паром до тех пор, пока не будет вытеснен весь воздух.

3. Загрузка топлива. Устойчивый и ровный ход генератора требует, чтобы толщина слоя топлива не менялась. Для поддержания толщины слоя необходимо регулярно загружать топливо и удалять золу и шлаки. Самым совершенным случаем был бы такой, когда в генератор непрерывно загружалось бы топливо в таком количестве, сколько его сгорает, и непрерывно удалялись бы образующиеся шлаки. Это легко достигается в генераторах с механической загрузкой топлива и механическим удалением шлаков. В генераторах с ручными загрузкой и шлакоудалением непрерывность загрузки топлива и удаления шлаков невозможна. Тем не менее при внимательном отношении к делу и при периодической загрузке можно достичь хороших результатов.

Первым условием загрузки топлива является: загружать мелкими порциями, но чаще. Нельзя, например, в течение двух-трех часов не производить загрузки, а затем сразу загрузить шесть-девять коробок. При такой работе будет резко меняться толщина слоя топлива, а вместе с тем будет неустойчивым и ход генератора.

Типичным устройством для загрузки топлива в генератор является загрузочная коробка с двойным затвором. Одна из конструкций такой коробки показана на фиг. 20. Загрузка топлива в генератор такой коробкой производится следующим образом. Крышка 1 отводится в сторону, в коробку 2 всыпается топливо, после чего крышка 1 снова ставится на место и плотно прижимается к бортам коробки посредством прижимного устройства. Всыпанное в коробку топливо провалиться в генератор не может, так как снизу коробка закрыта конусом 3, плотно прижимаемым грузом 4 к нижней кромке ко-

робки. При поднятии груза 4 колокол 3 опускается, и содержащееся в коробке топливо просыпается в генератор. При известной сноровке, опуская конус то ниже, то менее низко,



Фиг. 20. Загрузочная коробка с двойным затвором

то быстро, то медленно, можно направлять топливо к стенкам шахты или к центру. Таким образом можно обеспечить необходимую ровность верхнего горизонта топлива. Чтобы убедиться, что слой топлива находится на заданном уровне, необходимо замерить уровень посредством короткой штанги через шуровочное отверстие.

4. Удаление шлака из генератора преследует две цели: а) не давать скопиться большому его количеству и тем самым не допускать уплотнения шлака, мешающего равномерному распределению дутья; б) не допускать уменьшения толщины слоя, которое может привести к прогарам и порче газа.

При работе на газогенераторах с вращающимися колосниками удаление шлаков производится механически. При этом нужно стремиться к тому, чтобы шлакоудаление шло непрерывно. Для этого вращение поддона надо отрегулировать на такую скорость, чтобы из генератора удалялось ровно столько шлаков, сколько их образуется при сгорании топлива. Толщину шлаковой подушки при этом следует поддерживать на одном уровне. В том случае, когда приходится работать на генераторе с неподвижными колосниками или на генераторах типа Моргана, осуществить непрерывное удаление шлаков невозможно. Удалять их можно только периодически.

На газогенераторах без гидравлического затвора удаление шлаков возможно только после открытия шлаковых дверей и поддувала. Открыть же эти дверцы и поддувало можно только в том случае, если прекращено дутье, т. е. выключен генератор. Таким образом, во время чисток подобные генераторы находятся как бы в простое, они не дают газа. Поэтому в рассматриваемом случае удаление шлаков следует производить быстро, без задержек. Шлаки с колосников удаляются через шлаковые дверцы, а та их часть, которая провалилась через прозоры колосников, — из поддувала. Во время чистки прозоры колосников должны быть очищены от застрявших в них кусков шлака.

Генераторы типа Моргана позволяют проводить чистку от шлаков без остановки дутья, на ходу. Чистка таких генераторов проводится следующим образом. Сначала лопатами удаляют шлак, находящийся в поддоне у фартука генератора. Когда нижний край фартука обнажится от шлаков, специальными железными крючками извлекают из-под фартука крупные куски шлака, стараясь, чтобы осадка шлака прошла равномерно по всей окружности шахты генератора.

Удалению шлаков с колосников должна предшествовать основательная шуровка генератора ломом через шуровочные отверстия. При этом сильными ударами лома разрушают куски спекшегося шлака, сбивают шлак со стенок шахты и с чепца (у типа Моргана) и стараются сильнее осадить шлаки и придвинуть их к фартуку.

5. Обслуживание слоя. Кроме сохранения постоянства толщины слоя, которое достигается правильным питанием генератора топливом и регулярным удалением шлаков, на газовщика возлагаются и другие обязанности по обслуживанию слоя, а именно: разравнивание и рыхление верхнего горизонта слоя и шуровка слоя. Необходимость разравнивания слоя вызывается недостатками загрузочного устройства. Топливо, например, при загрузке может попадать больше к стенкам или наоборот, к центру. Оно может ссыпаться к одному боку. Чтобы выровнять верхний горизонт топлива, прежде всего следует приноровиться к работе загрузочного устройства. Об этом говорилось выше. В случае, если топливо при загрузке сыпается на один бок, полезно бывает в загрузочную коробку, в ту ее часть, которая обращена в сторону, куда попадает больше топлива, вставить железный лист. Выравнивание слоя приходится проводить также вручную посредством короткой штанги, отгребая топливо от того места, где его больше, и пригребая к тому, где меньше.

При работе на слабоспекающихся углях в верхней части слоя образуется корочка спекшегося угля. Она мешает правильному прохождению газов через слой. Поэтому время от времени эту корку необходимо разрушать посредством поверхностной шуровки слоя легкой штангой.

Вследствие неравномерности состава топлива по величине кусков, зашлакования генератора или неравномерного удаления шлака в слое могут появиться прогары, т. е. в отдельных местах слоя топливо начинает сгорать быстрее, чем в других. В прогаре развивается высокая температура, шлакование усиливается, и процесс газификации нарушается. Если не обратить внимания на прогар и во-время его не устранить, ход генератора настолько нарушится, что может явиться необходимость

остановки его и разгрузки. Поэтому необходимо следить, чтобы прогары в генераторе не появлялись, а в случае их появления принимать меры к немедленному их устранению. Устранять прогары можно тщательной шуровкой места прогара и уплотнением топлива в этом месте. Лучше всего вовремя заметить начало образования прогара. Обычно на ровном темно-красном зеркале слоя, в том месте, где начинает образовываться прогар, появляется более светлое пятно. К этому месту по той или иной причине начинает поступать больше воздуха, происходит усиленное горение, поэтому и появляется светлое пятно на более темном фоне.

6. Подача воздуха и пара. Чем больше воздуха подается в генератор, тем больше газифицируется топлива, тем больше получается газа. При постоянном количестве воздуха получается постоянное количество газа. Регулирование подачи воздуха проводится задвижкой, установленной на воздухопроводе. Управление задвижкой выведено на рабочую площадку.

В случае расстройства хода генератора на время наладки его необходимо уменьшить количество воздуха.

В случае внезапной остановки вентилятора упадет давление воздуха в поддувале генератора. Так как в этот момент давление газа в шахте генератора может оказаться больше, чем давление воздуха в поддувале, газ из генератора проникает в поддувало, а из него — в воздухопровод и далее — в вентилятор. Произойдет смешение газа и воздуха, т. е. образование взрывчатой смеси. При пуске вентилятора взрывчатая смесь проникнет в генератор и будет подожжена раскаленным топливом. Произойдет взрыв. Сила этого взрыва может быть настолько значительной, что воздухопровод и вентилятор могут подвергнуться разрушению.

Для предупреждения взрыва в случае внезапной остановки вентилятора необходимо открыть полностью паровой вентиль и паром создать необходимый избыток давления в поддувале. Нужно открыть также выхлопную трубу. Так как при этом газ будет иметь выход в атмосферу, давление в газогенераторе снизится.

Для той же цели предупреждения проникновения газа в воздухопровод на нем ставят так называемый обратный клапан. Устройство его показано на фиг. 21. Действие клапана состоит в следующем: тарелка *а* закрывает отверстие трубы, по которой воздух направляется в поддувало. Груз *б* устанавливается таким образом, чтобы давление воздуха легко преодолевало вес груза. В случае остановки вентилятора и падения давления воздуха тарелка будет прижата к устью трубы грузом *б*, и проникший в поддувало газ уже не сможет

проникнуть в воздухопровод. То небольшое количество взрывчатой смеси, которое при этом все же образуется в поддувале, при воспламенении больших разрушений не произведет.

Газовщик должен знать о возможности взрыва в случае внезапной остановки вентилятора, должен следить за исправным действием обратного клапана и принимать нужные меры по предупреждению взрыва.

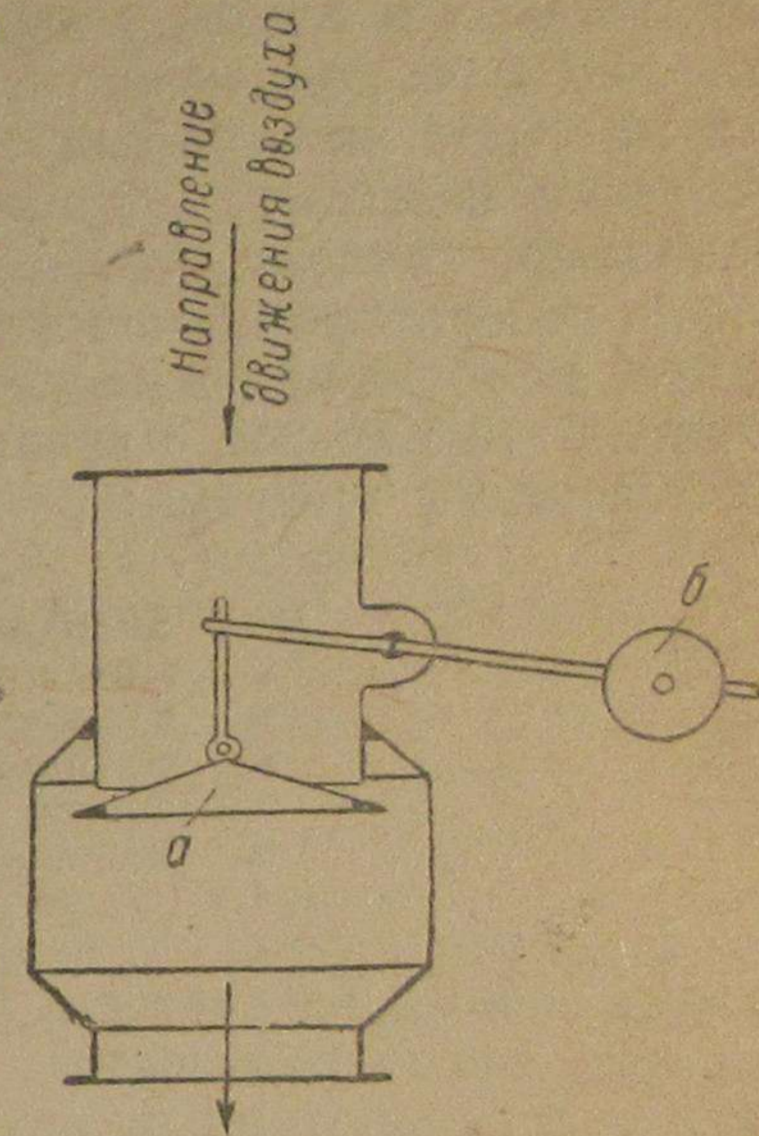
При остановке вентилятора, не доверяясь действию обратного клапана, газовщик должен вручную прижать к седлу тарелку клапана.

Количество подаваемого в генератор пара регулируется температурой паро-воздушной смеси. Мы уже указывали, что чем выше температура воздуха или газа, тем больше в них удерживается водяных паров. Чем выше температура паро-воздушной смеси, подаваемой под колосники, тем больше пара подается в генератор.

При работе на угле температура паро-воздушной смеси поддерживается на уровне 50—55°, на торфе и древесине — она ниже.

Пар в генератор подается не только для улучшения качества газа, но и для понижения температуры в зоне горения и предупреждения шлакования. В тех случаях, когда генератор зашлакован, полезно бывает увеличить количество пара и снижением температуры вызвать растрескивание крупных кусков шлака.

7. Производительность генератора. Количество газа, вырабатываемое генератором в единицу времени (в час, в сутки), называют производительностью газогенератора. Часто производительность генератора выражается также количеством сжигаемого в единицу времени (в час, в сутки) топлива. Говорят, например, что производительность торфяного генератора с диаметром шахты 3 м составляет 70 т/сутки, а производительность каменноугольного генератора с такой же шахтой — 45 т и т. д.



Фиг. 21. Обратный клапан

При прочих равных условиях производительность генератора зависит от величины диаметра шахты. Чем больше диаметр, тем больше площадь сечения шахты, и тем больше можно сжечь топлива и тем больше, значит, производительность генератора. Таким образом, сравнивать производительность генераторов разных диаметров по количеству топлива, сожженного в единицу времени, нельзя. Для сравнения удобнее брать то количество топлива, которое сжигается в один час на один квадратный метр площади сечения шахты. Эту величину называют напряжением сечения шахты. Например, говорят, что напряжение сечения шахты антрацитовых генераторов составляет 200 кг на один квадратный метр в час. Вообще напряжение поперечного сечения шахты современных генераторов с вращающимися колосниками выражается следующими цифрами:

	кг/м ² час
Для антрацита	180—200
» каменного угля	240—280
» челябинского угля	300—400
» подмосковного угля	200—230
» торфа	400—420
» щепы	450—500

Зная эти напряжения, нетрудно подсчитать производительность любого генератора. Например, поперечное сечение генератора диаметром шахты в 3 м составляет приблизительно 7 м², а генератора диаметром шахты 2,6 м — 5,3 м². При работе этих генераторов на каменном угле производительность шахты с трехметровым диаметром составит самое меньшее $240 \times 7 = 1680$ кг/час, или $1680 \times 24 = 40\,320$ кг/сутки, или, кругло, 40 т/сутки, а производительность генератора с шахтой в 2,6 м будет $240 \times 5,3 = 1272$ кг/час, или $1272 \times 24 = 30\,528$ кг/сутки, или 30,5 т/сутки.

Напряжение сечения шахты для генераторов с неподвижными колосниками меньше. Так, для генераторов типа Моргана его можно принять равным при работе на каменном угле 230 кг/м² час, на челябинском угле 210—230, для подмосковного 200—220, для древесных чурок 300—350 кг/м² час.

От чего зависит напряжение поперечного сечения шахты? Оно зависит от количества подаваемого под колосники воздуха или, все равно, от давления дутья под колосниками. Стахановцы-генераторщики добились резкого повышения напряжения сечения шахты еще и тем, что, повышая давление дутья, они одновременно обеспечивали хорошую подготовку топлива, наилучшее обслуживание слоя и контроль производства. Без этих трех условий одним повышением давления

дутья хороших качественных показателей работы добиться нельзя.

8. Горячий ход генератора. Причиной горячего хода генератора являются: 1) тонкий слой топлива, 2) однобокая загрузка топлива, 3) плохое топливо.

1. По невнимательности обслуживающих генератор горизонт топлива может сильно понизиться. Зоны восстановления, сухой перегонки и подсушки могут при этом настолько сократиться, что топливо не успеет хорошо подготовиться, а генератор превратится в простую топку. Температура газа при этом сильно поднимется и может достигнуть 1000° и больше. Генератор сильно раскалится, газ сильно «поредет» и при выходе из шуровочных отверстий будет загораться без запала.

Чтобы исправить положение, следует: а) уменьшить дутье, б) загрузить одну-две коробки топлива, в) тщательно прошуровать генератор и разровнять слой, г) медленно поднимать слой, д) подняв слой до нормальной высоты, отрегулировать воздух и пар.

2. При однобокой загрузке топлива может случиться, что у одного края шахты топливо ляжет бугром, высоко, а у другого — сильно снизится. Так как воздуху легче пройти в том месте, где слой ниже, к этому месту устремится главная масса воздуха. Здесь начнется усиленное горение, образуется прогар и будет происходить уже не газификация, а горение. Температура газа при этом сильно повысится.

Для того чтобы ликвидировать прогар и наладить работу генератора, необходимо: а) уменьшить дутье, б) увеличить пар, в) прошуровать генератор, особенно в месте прогара, г) выровнять горизонт топлива и шлака.

3. Если топливо неравномерно по величине кусков, то при загрузке его в генератор крупные куски будут откатываться к стенкам шахты, а мелочь ляжет в центр. Так как через ту часть шахты, где расположены крупные куски, воздуху пройти легче, он сюда и устремится. В результате по всей стенке шахты образуется кольцевой прогар.

Лучшая мера борьбы с описанным явлением — предварительный просев топлива, освобождение его от мелочи, раздробление особенно крупных кусков. Уже появившийся прогар ликвидировать, как указано выше.

Во всех описанных случаях нарушения нормального хода генератора решающее значение имеет состояние зон, поэтому постоянное наблюдение за ними и принятие мер к устранению начинающихся неполадок — главная обязанность газовщика. Газовщик должен два-три раза в смену замерять зоны по способу, описанному в главе III.

9. Холодный ход генератора. Причинами холодного хода генератора могут быть: 1) чрезмерно высокий слой топлива; 2) недостаточное дутье; 3) излишек пара; 4) сползание зоны горения.

1. При работе на станциях с охлаждением газа в скрубберах излишнее повышение слоя топлива значения не имеет, так как газ все равно будет охлаждаться. Чрезмерное повышение слоя в этом случае является нежелательным, так как обслуживать такой слой шуровкой, замерами и пр. становится труднее.

Иначе дело обстоит на станциях горячего газа. В таком случае понижение температуры газа может дурно отразиться на работе печей потребителя газа. Поэтому, если по каким-либо причинам генератор топливом перегружен, необходимо снизить слой путем пропуска очередных загрузок. При этом необходимо следить за шлаковой подушкой, не давая ей нарастать.

Снижение высоты слоя топлива может быть достигнуто также увеличением количества подаваемого в генератор дутья (воздуха). Так как при этом повысится производительность газогенератора, то этот способ можно применять в тех случаях, когда потребитель может принять излишек газа или когда на время можно будет уменьшить производительность других генераторов. При увеличении количества дутья нельзя забывать о необходимости одновременного увеличения подачи пара.

2. Уменьшение количества подаваемого под колосники воздуха также ведет к понижению температуры газа и вообще к холодному ходу. Количество поступающего в генератор воздуха может уменьшиться по следующим причинам: а) колосники залиты шлаком, б) забит уносом или завален обвалившимся кирпичом газоотводный штуцер, в) неисправно работает вентилятор, г) имеется утечка воздуха. Если манометр, показывающий давление воздуха под колосниками, показывает, что давление возросло, это значит, что либо зашлакована колосниковая решетка, либо завален штуцер. Необходимо принять меры к устранению этих причин. Если манометр покажет пониженное давление против нормы, это обозначает, что или имеются утечки воздуха, или есть неисправность в работе вентилятора, или, наконец, чрезмерно прижат диск обратного клапана.

3. Ненормально высокое количество пара также ведет генератор к холодному ходу. Характерным признаком подачи излишнего количества пара, кроме понижения температуры

газа, является также возрастание содержания в газе углекислоты и неразложенного пара.

Ненормально высокую влажность газа легко обнаружить, если в струю газа, выбивающуюся из открытого шуровочного отверстия, внести руку: она быстро запотеет.

4. Иногда газовщики при чистке генератора так много выгребают шлака, что зона горения сползает на колосники и в поддон. При этом нижняя часть зоны горения от соприкосновения раскаленного угля с водой гидравлического затвора образует много пара, и генератор охлаждается. Признаки низко опущенной зоны — сильно раскаленный фартук генератора, большое количество угля в шлаках.

Описанное положение является недопустимым, так как, кроме понижения температуры газа, понижается выработка газа; раскаленный уголь зоны горения, сползая на колосники, сжигает их, и в результате генератор становится на преждевременный ремонт.

Чтобы выправить газогенератор, следует сократить или вовсе прекратить шлакоудаление.

10. Остановка генератора. Остановка генератора может быть кратковременной и на длительный срок.

При кратковременной остановке генератора поступают следующим образом: на станциях горячего газа или на станциях с охлаждением газа, но работающих без отсоса газа: а) открывают выхлопную трубу, т. е. соединяют генератор с атмосферой, б) закрывают горячий клапан или задвижку после скруббера. Если почему-либо выхлопной трубой воспользоваться нельзя, открывают шуровочные отверстия и поджигают выходящий из генератора газ. Дутье при этом снижают до минимума.

На станциях с отсосом газа поступают иначе: сначала выключают газодувку или, если на коллектор работает не один генератор, закрывают задвижку после скруббера, затем закрывают дутье и, наконец, открывают выхлопную трубу.

При остановках генератора на длительный срок (например, для ремонта), когда предполагается топливо из генератора выгружать, для отключения генератора от коллектора и установки его «под свечу», т. е. на выхлоп, поступают так же, как описано.

В выключенный и поставленный «под свечу» генератор в течение часа дают усиленный пар при полностью закрытом дутье. После этого открывают боковые люки и приступают к разгрузке генератора сначала через люки, затем через гидравлический затвор.

Так как при открывании боковых люков может произойти

вспышка газа, которая может привести к ожогу рабочего, дверцу люка следует открывать медленно, соблюдая необходимые предосторожности.

При разгрузке генератора возможны обрушения топлива, задержавшегося выше боковых люков на шлаковых настелях. При этом раскаленное топливо может выбросить через боковой люк. Кроме того, при таком обрушении возможен засос воздуха в генератор через открытые шуровочные отверстия и загрузочный аппарат, вследствие чего может произойти хлопок. Чтобы это предупредить, перед разгрузкой газогенератор нужно хорошо прошуровать и сбить шлаковые костыли.

11. Взрывы. О том, что такое взрыв, мы говорили выше в главе I (см. «Гремучий газ»). На газогенераторной установке случаи взрывов той или иной разрушительной силы нередки. Они являются следствием небрежной работы обслуживающих установку или непонимания того, что происходит в газогенераторе и всей системе газопроводов и аппаратов, находящихся под газом.

Для того, чтобы произошел взрыв, надо чтобы случилось два факта: 1) чтобы в пространство, занятое газом, проник воздух и образовал с ним взрывчатую смесь; 2) чтобы смесь была подожжена. Там, где образовалась по тем или иным причинам взрывчатая смесь, взрыва может и не быть, если эту смесь осторожно выдуть в атмосферу, устранив возможность ее поджигания. Поджечь смесь могут: раскаленный уголь в газогенераторе, раскаленные стенки газогенератора, газопроводов и пр., огонь (горящая спичка, факел, случайно оставленная горящая паяльная лампа и т. д.), искра при коротком замыкании тока, искра от удара одного твердого предмета о другой и пр. Зарегистрированы не единичные случаи, когда взрывчатая смесь поджигалась пламенем сварочного аппарата. Все это должен знать газовщик. Но самое главное для газовщика — это не допустить образования взрывчатой смеси, помешать проникновению воздуха в занятое газом пространство, не растеряться и быстро принять необходимые меры предосторожности в аварийных положениях газогенераторной установки.

Рассмотрим отдельные случаи взрывов:

а) Проникновение газа в поддувало, воздухопровод и вентилятор. Этот случай имеет место при внезапной остановке вентилятора. Он является наиболее типичным и часто происходящим на газогенераторных установках. Подробно о нем уже говорилось выше (см. «Подача воздуха и пара»). В дополнение к сказанному необходимо добавить, что все меры, которые рекомендуется применять при

остановке вентилятора, следует осуществлять быстро. Кроме того, перед пуском вентилятора после остановки, не доверяясь исправному действию обратного клапана, воздухопровод от поддувала до вентилятора необходимо продуть паром, выпускная труба у вентилятора или, если ее нет, — через всас вентилятора прямо в помещение. Само собой разумеется, что при этом в вентиляторном помещении не должно быть огня и помещение должно быстро проветриться.

Необходимо, чтобы газовщик ясно усвоил себе картину всего происходящего при остановке вентилятора и сознательно подходил к тем действиям, которые он должен при этом совершить.

б) Проникновение воздуха в остывающие емкости установки. На одном заводе был такой случай.

Нужно было выключить на ремонт скруббер. По небрежности сначала закрыли воду на скруббер, а затем, через 4—5 мин. после этого остановили вентилятор и закрыли задвижки 4 и 7 (см. схему на фиг. 19), полностью отключив скруббер от генератора и коллектора. Через четыре часа после этого пришли рабочие, чтобы приступить к ремонту. Открыв загрузочный люк (снизу), рабочий ввел внутрь скруббера переносную электролампу, чтобы осветить внутренность скруббера. После этого последовал взрыв большой силы.

Почему это произошло? Как могла образоваться в скруббере взрывчатая смесь и как она была подожжена?

Взрывчатая смесь получилась следующим образом: так как вода на скруббер была выключена раньше, чем прекращен в него доступ газа, скруббер оказался заполненным горячим газом. К моменту закрытия задвижек 4 и 7 температура газа была не ниже 100—120°. В течение четырех часов, пока пришли рабочие, газ в скруббере остыл до температуры 25—30°. По этой причине давление газа в скруббере оказалось меньше, чем давление наружного воздуха. В результате через неплотности задвижки на выхлопной трубе и некоторых изъянов в местах подвода водопроводных труб в скруббер засосался воздух. Образовалась, таким образом, взрывчатая смесь. Чтобы получился взрыв, нужно было только подпалить эту смесь. Подпал смеси произошел, вероятно, от электрической искры, которую дала неряшливо собранная переносная электролампа.

Какие ошибки были допущены в рассмотренном случае? Ошибки эти состояли в следующем: нельзя было выключать воду на скруббер, не прекратив сначала в него доступ горячего газа. Холодный газ не привел бы к разрежению в скруб-

бере и засосу в него воздуха. Нельзя было приступать к работе, не проветрив скруббера. Нужно было разболтить нижний люк скруббера и открыть выхлопную трубу. Содержимое скруббера, — все равно, был ли там чистый газ или взрывчатая смесь, — вышло бы в атмосферу, и скруббер проветрился бы. Еще надежнее и быстрее можно было удалить газ из скруббера продувкой его паром.

Нельзя было допускать к работе во взрывоопасных условиях с неяршливо собранной переносной лампой.

Мы сознательно так подробно остановились на этом случае. Он так же, как рассмотренный выше случай с внезапной остановкой, является типичным. Засос воздуха в емкость, заполненную остывающим газом, не исчерпывается только случаями со скруббером. Нам известны взрывы электрофилтра, пускаемого в работу без предварительной продувки после ночной остановки; взрывы в коллекторе горячего газа, выключенного для чистки, и др.

Для предупреждения взрывов, подобных описанным, следует, очевидно, обратить внимание на абсолютную плотность всех частей установки, подвергать продувке паром, дымом или просто проветривать емкости, подозрительные по содержанию в них взрывчатой смеси или чистого газа.

в) Образование взрывчатой смеси при пуске установки. При пуске газогенераторной установки заново приходится заполнять газом пыльники, скрубберы, газопроводы, в которых находится воздух. При этом неизбежно происходит смешение воздуха и газа. Газовоздушная смесь, попадая в печь потребителя, взорвется. Чтобы этого избежать, лучше всего не допускать такого смешения. Это можно сделать так.

При розжиге газогенераторов вновь пускаемой станции дымовые газы из одного или двух газогенераторов следует направить не в выхлопную трубу у самого генератора, а в коллектор и далее в газопроводы, выпуская их через печь в дымовую трубу или в выхлопную трубу, установленную у потребителя.

Можно также воздух из газопроводов вытеснить паром.

Если же по каким-либо причинам продувку газопроводов от воздуха произвести нельзя, в газопроводы можно дать и газ, соблюдая при этом следующие предосторожности: на всем газовом тракте не должно быть огня или раскаленных предметов; все газопроводы и аппаратура должны быть плотны, и газо-воздушная смесь не должна нигде просачиваться; потребителю газ может быть подан только после того, как будет установлено, что он не содержит кислорода.

г) Образование взрывчатой смеси при остановке станции. При остановке газогенераторной станции не следует сразу и полностью прекращать дутье. Надо снизить до минимума давление дутья по колосникам и уменьшить подачу пара, открыть выхлопную трубу, отключить газогенераторы от коллектора.

Если после этого коллектор, газопроводы и вообще все емкости оставить непродутыми, в них может засосаться воздух и образоваться взрывчатая смесь. Засос этот может произойти вследствие остывания газа и создания в газопроводах разрежения.

Проникновение воздуха в газ может произойти и по другой причине. Через неплотности стенок, даже если эти неплотности ничтожны, всегда возможно взаимное проникновение газа в воздух, воздуха в газ. С течением времени накопление воздуха в газе может оказаться настолько значительным, что может образоваться взрывчатая газо-воздушная смесь. Поэтому все газопроводы должны быть очищены от газа одновременно с остановкой станции. Сделать это проще всего следующим образом.

Один из газогенераторов за некоторое время до остановки всей станции ставят на прогар. Во время остановки станции все работавшие генераторы отключают от коллектора, а тот из них, который до этого стоял на прогаре, включается в коллектор. Образующиеся в этом газогенераторе дымовые газы направляются во все аппараты, коллектор и газопроводы и вытесняют из них генераторный газ. Таким образом, к моменту остановки станции вся система будет заполнена дымом.

д) Взрывы при обвале футеровки и при обрыве горячего клапана. При обвале футеровки в газопроводах, коллекторе или в пылеуловительной камере, а также при обрыве горячего клапана резко и внезапно поднимается давление в газогенераторе. Несмотря на то, что одновременно с этим возрастет давление и в поддувале, все же газ из генератора может проникнуть в поддувало и образовать там взрывчатую смесь. От раскаленного угля эта смесь воспламенится и в поддувале, и в генераторе произойдет взрыв. Чтобы этого избежать, сейчас же, как только будет замечено резкое повышение давления в поддувале и генераторе, необходимо открыть задвижку на выхлопной трубе и прекратить подачу воздуха под колосники.

Для того, чтобы избежать разрушений при взрывах, которые по разным причинам могут произойти на газогенераторной установке, необходимо, чтобы продукты взрыва, развивающие огромное давление в закрытом пространстве, нашли себе вы-

ход в атмосферу. Для этого установка должна быть снабжена достаточным количеством предохранительных клапанов, размещенных на различных частях установки. Эти клапаны должны содержаться в порядке, не должны заваливаться разным хламом или уплотняться болтами. В случае взрыва они должны легко открываться.

Ввиду того, что взаимное проникновение воздуха в газ и газа в воздух зависит от состояния давления их в газопроводах и емкостях системы, необходимо, чтобы станция была оборудована достаточным количеством исправно работающих манометров, установленных в нужных местах. Газовщик должен уметь пользоваться этими манометрами и отлично разбираться в оценке их показаний, т. е. понимать, когда их показания указывают на нормальную работу и когда они сигнализируют о неполадках.

ГЛАВА VII

КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРА

Обслуживание генератора должно сопровождаться непрерывным контролем за его работой и состоянием. Без контроля невозможно добиться ни хорошего обслуживания, ни высоких качественных и количественных показателей работы.

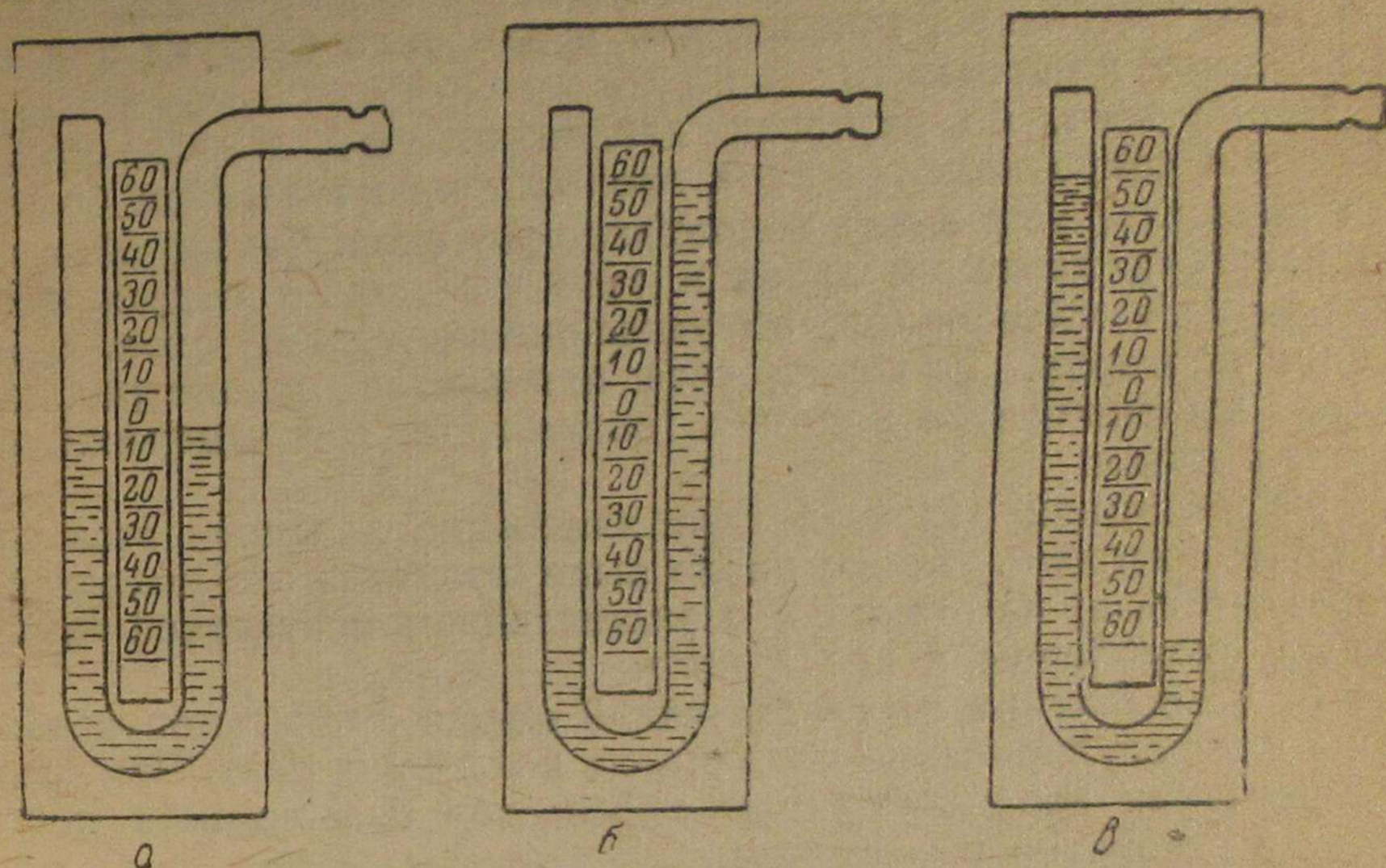
Газогенераторная установка должна быть оснащена контрольно-измерительными приборами. Газовщик обязан знать устройство и принцип действия приборов, уметь ими пользоваться и понимать значение того, что они показывают.

Контролю подлежат следующие показатели работы.

1. **Давление дутья.** Давление дутья дает понятие о количестве поступающего в генератор воздуха и, значит, о производительности его. По давлению же можно судить о зашлаковании генератора, высоте топлива и о состоянии газопроводов в отношении их чистоты от уноса. Давление дутья измеряется манометром, который устанавливается на щитке у рабочего места газовщика.

Устройство манометра ясно из фиг. 22. Он состоит из стеклянной трубки, согнутой, как показано на фигуре. Между коленами трубки устанавливается шкала, на которой нанесены миллиметровые деления. На каждом десятке миллиметре стоят цифры 10, 20, 30 и т. д. Деления могут отсчитываться вверх и вниз от нуля, расположенного в середине, примерно, высоты трубки. В трубку вливается подкрашенная вода. Воды наливают столько, чтобы уровень ее в обоих коленах стоял на нуле

(фиг. 22а). Отогнутый конец Г манометра посредством каучуковой трубки соединяется с тем трубопроводом, давление газа или воздуха в котором измеряется, другой конец открыт. Если у присоединенного к трубопроводу манометра жидкость в обоих коленах стоит на одном уровне, т. е. если манометр



Фиг. 22. Манометр

показывает нуль, это значит, что давление в трубопроводе такое же, как давление атмосферного воздуха, который давит в открытый конец манометра. В этом случае говорят: «Манометр показывает нуль».

Если давление в трубопроводе будет меньше атмосферного, то часть воды в колене, присоединенном к трубопроводу, будет всосана и уровень ее поднимется над нулем (см. фиг. 22, б). В то же время уровень воды в другом колене на ту же величину опустится ниже нуля. Если при этом уровень воды в обоих коленах манометра остановится против деления, например, 60, то разность уровней в обоих коленах будет равна 120 мм. Это обозначает, что давление в трубопроводе ниже атмосферного на 120 мм водяного столба. В этом случае говорят: «В трубопроводе разрежение равно 120 мм вод. ст.», или так: «В трубопроводе давление равно минус 120 мм вод. ст.».

Если в колене, присоединенном к трубопроводу, уровень воды будет стоять на 60 мм ниже нуля, то это значит, что давление в трубопроводе на 120 мм вод. ст. больше атмо-

сферного. В этом случае говорят: «В трубопроводе давление плюс 120 мм вод. ст.».

2. Давление газа. Давление газа замеряется в штуцере. Оно показывает, как велико сопротивление аппаратов и газопроводов, расположенных на пути газа от генератора до потребителя. Если почему-либо засоряются газопроводы, давление газа в штуцере, так же, как и давление воздуха под колосниками, поднимется.

Кроме того, по разности давления дутья и газа, можно судить о сопротивлении слоя прохождению газа. Чем больше эта разность, тем выше сопротивление слоя. Таким образом, по разности давлений дутья и газа мы можем судить о зашлаковании колосников, об уменьшении высоты слоя, о наличии прогаров. Давление газа измеряется манометром, который вывешивается рядом с манометром для измерения давления дутья.

На станциях горячего газа измерение давления газа следует производить также после пылеуловителя и в коллекторе горячего газа; на станциях с охлаждением и очисткой газа — перед скруббером и после него.

3. Температура паро-воздушной смеси. Этот замер необходим для регулирования подачи под колосники пара. Чем выше температура паро-воздушной смеси, тем больше пара поступает в генератор с воздухом.

Так, например, на 1 м³ воздуха, насыщенного водяным паром при разных температурах, приходится следующее количество пара:

Температура паро-воздушной смеси, °С	Содержание пара на 1 м ³ воздуха, г
30	35
40	63
45	84
50	111
55	148
60	197

Температура паро-воздушной смеси измеряется термометром, который устанавливается в воздухопроводе вблизи поддувала после ввода в воздухопровод пара.

Не следует забывать, что если по тем или иным причинам сокращается количество подаваемого под колосники воздуха, нужно соответственно сокращать и количество подаваемого пара, поддерживая температуру паро-воздушной смеси на одном уровне.

4. Температура газа. Температура выходящего из генератора газа является показателем общего состояния слоя. По

ней мы судим, нормальна ли высота слоя, нет ли прогаров, достаточно ли подается в генератор пара и т. д. Температура газа замеряется в месте выхода его из генератора — в штуцере. Прибором для измерения температуры газа служит термометр.

Температура газа по выходе его из генератора при работе на многих видах топлива превышает 300—350°. Измерять такую температуру простым ртутным термометром нельзя. Для этого пользуются термопарой (пирометром), соединенной с гальванометром.

Принцип действия термопары заключается в следующем. Если сварить концы двух проволок из различных металлов (например, одну из никеля, другую из нихрома), а свободные концы проволок соединить с прибором, показывающим направление электрического тока

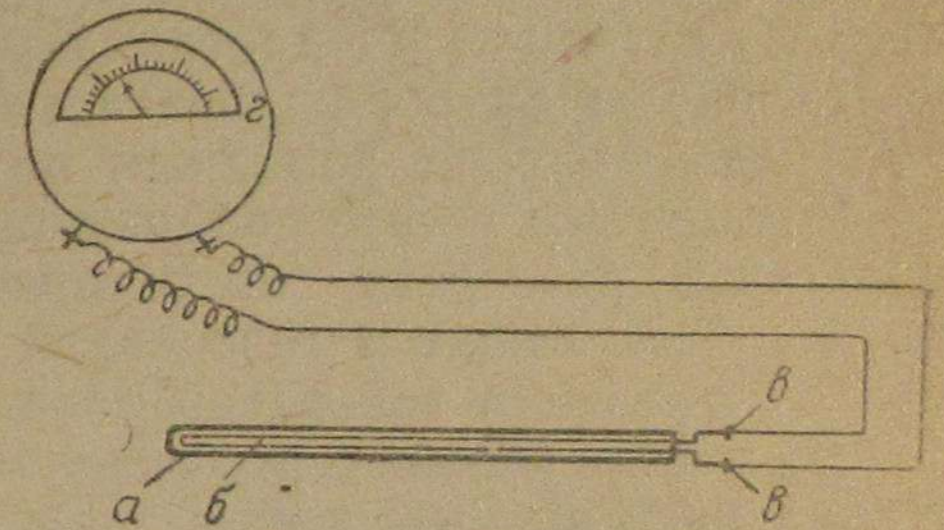
небольшой величины (гальванометром), то при нагревании места спая (сварки) в проволоках будет появляться ток. Напряжение этого тока покажет гальванометр.

Чем выше температура спая, тем сильнее возбуждаемый в термопаре ток и тем больше отклоняется стрелка гальванометра. Следовательно, по отклонению стрелки можно судить о температуре спая термопары или, то же, о температуре той среды, в которой находится спай.

На фиг. 23 дана схема термопары с гальванометром. Здесь а — спай проволок термопары; б — железный или фарфоровый чехол, в который вставлена термопара; в — холодные концы термопары, к которым присоединяется электрический провод, подводящий возбуждаемый в термопаре ток к гальванометру г.

Из описанного устройства видно, что место замера температуры может быть расположено далеко от гальванометра. Можно, например, по гальванометру, установленному у рабочего места газопровода, наблюдать за изменением температуры газа в любой точке газогенераторной станции.

5. Состав газа. Газ является целью всего производства. Поэтому контроль его качества очень важен. Опытные газопроводители оценивают качество газа по его внешнему виду и по виду пламени, которое образуется при его сгорании. Описать внешние признаки хорошего и плохого газа здесь невоз-



Фиг. 23. Схема термопары с гальванометром

можно, так как они разнообразны для газа — из различных топлив. Привыкнуть к ним можно только практически.

Удобнее всего контроль качества газа проводить по его анализу. Анализ газа проводится в особых аппаратах, называемых газоанализаторами. Полный анализ газа на все составляющие его элементы — дело довольно сложное. Поэтому для постоянного контроля ограничиваются определением содержания в газе кислорода, углекислоты и окиси углерода. По ним и судят о качестве газа и ходе генератора. Возрастание содержания в газе углекислоты указывает на ухудшение газа, происходящее вследствие охлаждения генератора или, наоборот, вследствие разогрева от прогаров. Если одновременно с увеличением содержания углекислоты поднимается температура газа, это указывает на уменьшение высоты слоя или на прогар. Если же увеличение содержания углекислоты сопровождается понижением температуры газа, это указывает на холодный ход генератора.

Повышение в газе содержания окиси углерода служит показателем разогрева генератора. Очень значительное против нормы содержание в газе окиси углерода указывает на недостаток подачи в генератор пара и на угрозу зашлакования.

Для определения углекислоты и окиси углерода в газе существуют особые автоматические газоанализаторы, которые следует устанавливать на контрольном щитке газовщика.

Имеются и такие автоматические газоанализаторы, которые показывают содержание в газе углекислоты и суммы окиси углерода и водорода.

Автоматические газоанализаторы, ведущие постоянный и непрерывный контроль за качеством газа, являются лучшими помощниками газовщика. Однако у них имеется ряд недостатков, которые мешают им распространиться в широкой практике. Эти недостатки заключаются в том, что автоматические газогенераторы сложны и требуют постоянного квалифицированного ухода за собой. Кроме того, они дороги. Наконец, эти приборы не показывают содержания в газе кислорода, что в некоторых случаях является важным.

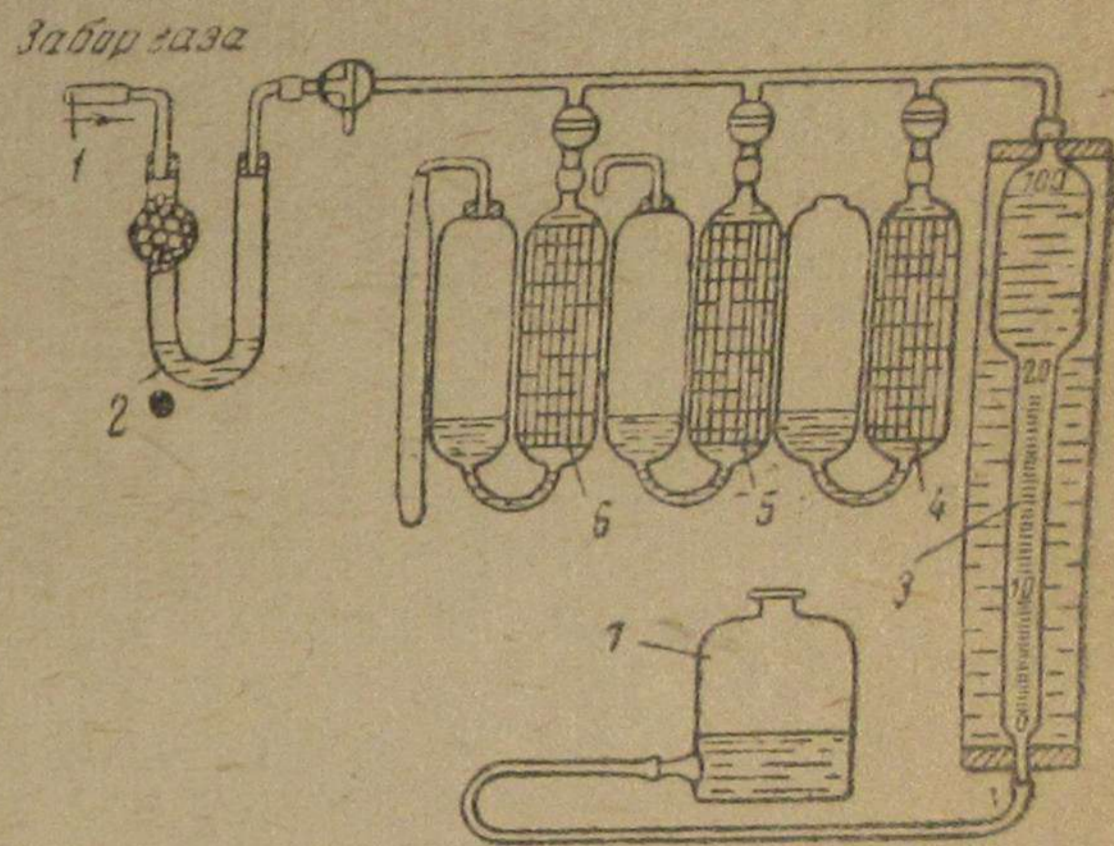
По указанным причинам в практике чаще прибегают к анализу газа на ручных газоанализаторах. Так как на ручном аппарате непрерывно анализ газа производить нельзя, приходится ограничиваться двумя-тремя-четырьмя анализами в смену, в зависимости от наличия на станции аналитиков.

Самым распространенным, простым и дешевым ручным газоанализатором является аппарат Орса, схема устройства которого показана на фиг. 24. Этот аппарат позволяет опре-

делить в газе содержание углекислоты, кислорода и окиси углерода. В зависимости от навыка аналитика и качества реактивов на один анализ затрачивается от 10 до 30 мин.

Газ для анализа забирается через специально для этого сделанный штуцерок. Штуцерок посредством каучуковой трубки 1 соединяется с аппаратом. Из каучуковой трубки газ поступает сначала в стеклянную изогнутую трубку 2. Одно колено этой трубки заполнено стеклянной или шлаковой ватой. Нижняя часть трубки заполнена во-

дой. Проходя через это устройство, газ очищается от пыли. Затем он поступает в измерительную бюретку 3. Посредством поднимания и опускания заполненной водой склянки 7 в бюретку забирают ровно 100 см³ газа. При поднятии вверх склянки 7 вода, заполняющая бюретку, вытесняет газ в сосуд 4, краник которого перед этим открывают. В сосуде 4 находится вод-



Фиг. 24. Схема газоанализатора Орса

ный раствор едкого кали. Этот раствор поглощает содержащуюся в газе углекислоту. Перекачивая газ из сосуда 4 в бюретку 3, можно определить, сколько углекислоты поглотилось в растворе едкого кали. Пропуская после этого газ в сосуд 5, заполненный раствором пирогаллола, поглощают из газа кислород. В сосуде 6, содержащем раствор полухлористой меди, тем же порядком поглощают окись углерода. Таким образом, пропуская газ через сосуды 4, 5, 6 и поглощая в них из газа углекислоту, кислород и окись углерода, а потом замеряя в бюретке остаток газа после поглощения, нетрудно определить процентное содержание указанных составных частей генераторного газа.

6. Состав шлаков. Важным показателем работы газовщика, а также и использования топлива, является состав шлаков, содержание в них углерода. Чем больше в шлаках содержится углерода, тем больше бесполезные потери топлива. Анализ шлака на содержание в нем углерода проводится в лаборатории. При нормальной работе содержание углерода (или,

вернее, горючих частей) в шлаке не должно превышать 12—15%.

7. Учет количества топлива. Для определения производительности генератора важно контролировать количество газа, которое на нем вырабатывается. Однако замер газа является довольно сложным и не всегда выполнимым. Поэтому для учета производительности пользуются другим способом — определением количества сожженного топлива. Количество топлива учитывается взвешиванием на десятичных или сотенных весах. Характеристикой производительности является часовое или суточное количество сожженного топлива, а также напряжение поперечного сечения шахты, отнесенное к одному квадратному метру сечения шахты.

8. Качество топлива. Состав горючей массы каждого данного вида топлива, на котором работает генераторная станция, остается более или менее постоянным. Поэтому нет необходимости производить анализ топлива на содержание в нем углерода, водорода и других элементов, составляющих горючее вещество топлива. Наоборот, балласт топлива, т. е. содержание в нем влаги и золы, подвержен частым и значительным колебаниям. А так как это имеет весьма существенное значение для ведущего работу на газогенераторе, то газовщику всегда важно знать, сколько содержит влаги и, особенно, золы то топливо, на котором ему приходится работать.

Содержание влаги и золы в топливе определяется в лаборатории. Это определение следует делать для каждой партии топлива, поступающей на станцию.

9. Контроль зон. Для наблюдения за состоянием зон в генераторе необходим постоянный их замер железной штангой, как это описано выше в главе III. Штанга изготовляется из круглого железа диаметром 18 мм и такой длины, чтобы конец ее доходил до дна ванны или до колосников при опускании через шуровочные отверстия. Замер зон производится два-три раза в смену.

ГЛАВА VIII

ГАЗОСИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ

Всякий горючий газ, употребляемый для отопления печей, может быть использован и в качестве топлива для газовых двигателей. Важно только, чтобы газ, предназначенный для двигателей, был совершенно свободен от смолы и пыли. Смола и пыль, попадая вместе с газом в цилиндр двигателя, обра-

зуют нагар на стенках цилиндра и клапанах и тем расстраивают ход машины. Поэтому содержание смолы и пыли в газе для двигателей (в силовом газе) не должно превышать 0,02—0,03 г/м³. Кроме того, силовой газ должен подводиться к двигателю в холодном виде (20—25°). Описанная выше станция с охлаждением и очисткой газа при работе на антраците и коксе может дать газ, не содержащий пыли, и поэтому вполне пригодный для двигателя. То же самое можно сказать про газ, получаемый на станциях с тонкой очисткой газа от смолы, работающих на смолистых топливах (каменном угле, торфе, древесине). Двигатель также будет работать и на этом газе. Таким образом, во всех тех случаях, когда имеются газогенераторные станции, вырабатывающие очищенный газ для обогрева печей, эти станции могут отпускать газ и газовым двигателям.

Обычно бывает так, что для газового двигателя готового очищенного газа нет, и поэтому приходится строить газогенераторную станцию специально для получения силового газа для данного двигателя или группы двигателей. Газогенераторы и газогенераторные установки для двигателей значительно отличаются от тех, которые мы описали выше.

Как правило, газосиловые установки, т. е. газогенераторные установки с двигателем, строят на малые мощности. Мощность таких установок редко превышает 500—600 лошадиных сил (л. с.). Обычно же она составляет 20—50—100 л. с. Для таких установок требуются малые газогенераторы, по экономическим причинам не допускающие применения механизированных или полумеханизированных конструкций. Для двигателя в 100 л. с. требуется, например, газогенератор с диаметром шахты 0,6 м. Устраивать такой газогенератор с вращающимися колосниками и механической загрузкой — дело дорогое и ненужное.

Различают два рода газосиловых установок: установки для бессмольных топлив (антрацита, кокса, древесного угля) и установки для смолистых топлив, т. е. таких, которые при обычном способе газификации дают смолу.

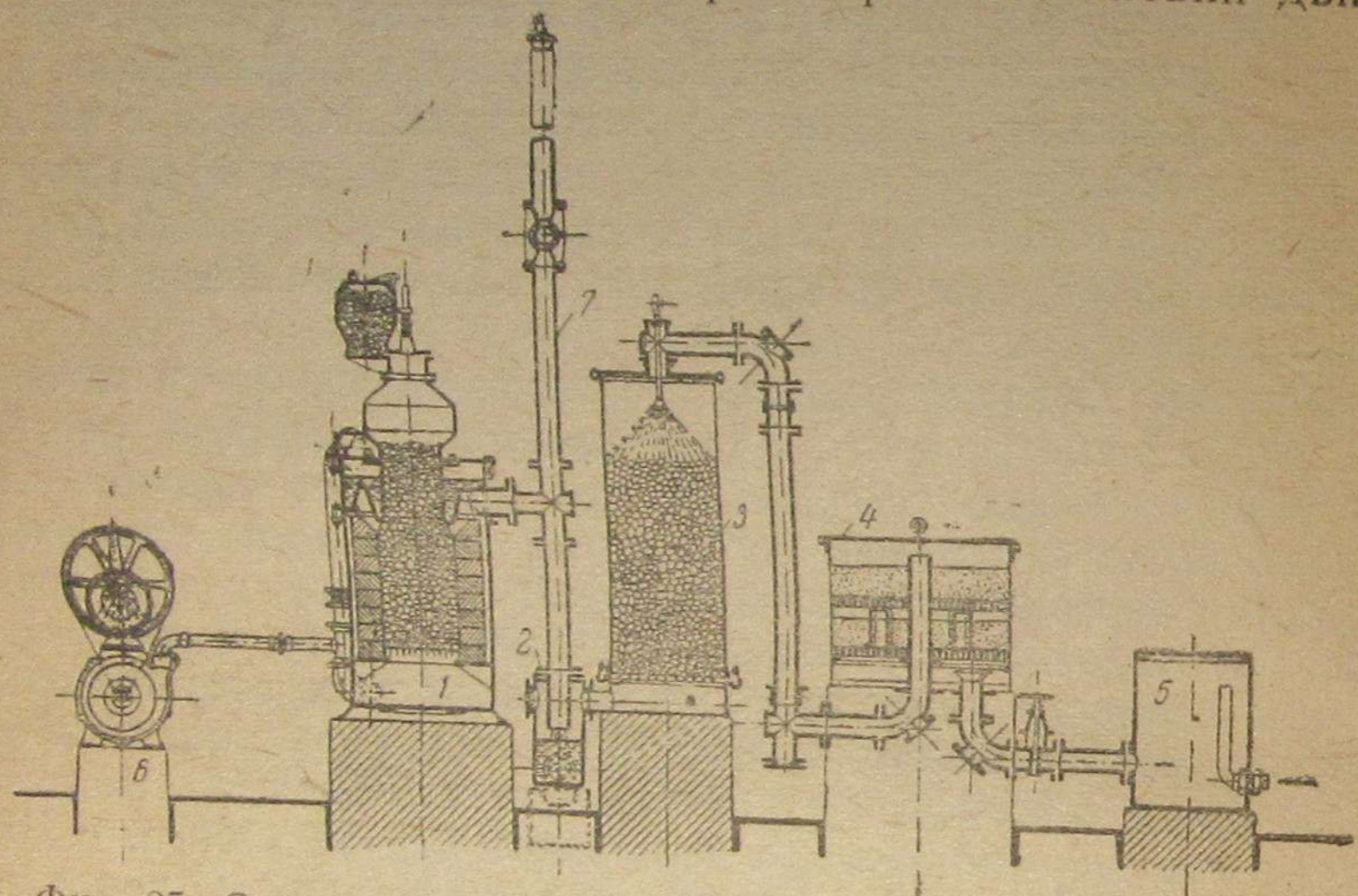
На фиг. 25 показана схема газосиловой установки мощностью от 15 до 150 л. с., работающей на бессмольных топливах. Установка, как видно, состоит из следующих частей: газогенератора 1, гидравлического затвора 2, скруббера 3, каплеуловителя 4, газового горшка 5, вентилятора 6, выхлопной трубы 7.

Газогенератор имеет плоские, неподвижные колосники. Чистка газогенератора от шлака производится вручную при остановленном двигателе. Воздух под колосники всасывается

двигателем. Поэтому газосиловые установки часто называются газосасывающими.

В верхней части газогенератора расположен испаритель. Образующийся в нем водяной пар вместе с воздухом засасывается под колосники. Вводимый в генератор пар устраняет шлакование и обогащает газ водородом.

За газогенератором следует гидравлический затвор, позволяющий отключить газогенератор на время остановки двигателя.



Фиг. 25. Схема газосиловой установки для антрацита и кокса

теля. Этот затвор служит одновременно и пылеуловителем. В нем осаждаются грубая пыль.

Скруббер представляет собой железный цилиндр, заполненный крупным коксом. Кокс орошается водой. Проходя через скруббер, газ охлаждается и очищается от пыли. В скруббер газ поступает с температурой $400-500^\circ$, выходит из скруббера при $20-25^\circ$.

После скруббера газ поступает в каплеуловитель. Он называется также тонким очистителем и сухим фильтром. Фильтр выполняется в виде плотного железного цилиндра, внутри которого расположены две полки, на которых покоится слой древесных опилок или мелких стружек. Назначение фильтра — задерживать увлеченные газом из скруббера мельчайшие капельки воды и оставшуюся пыль.

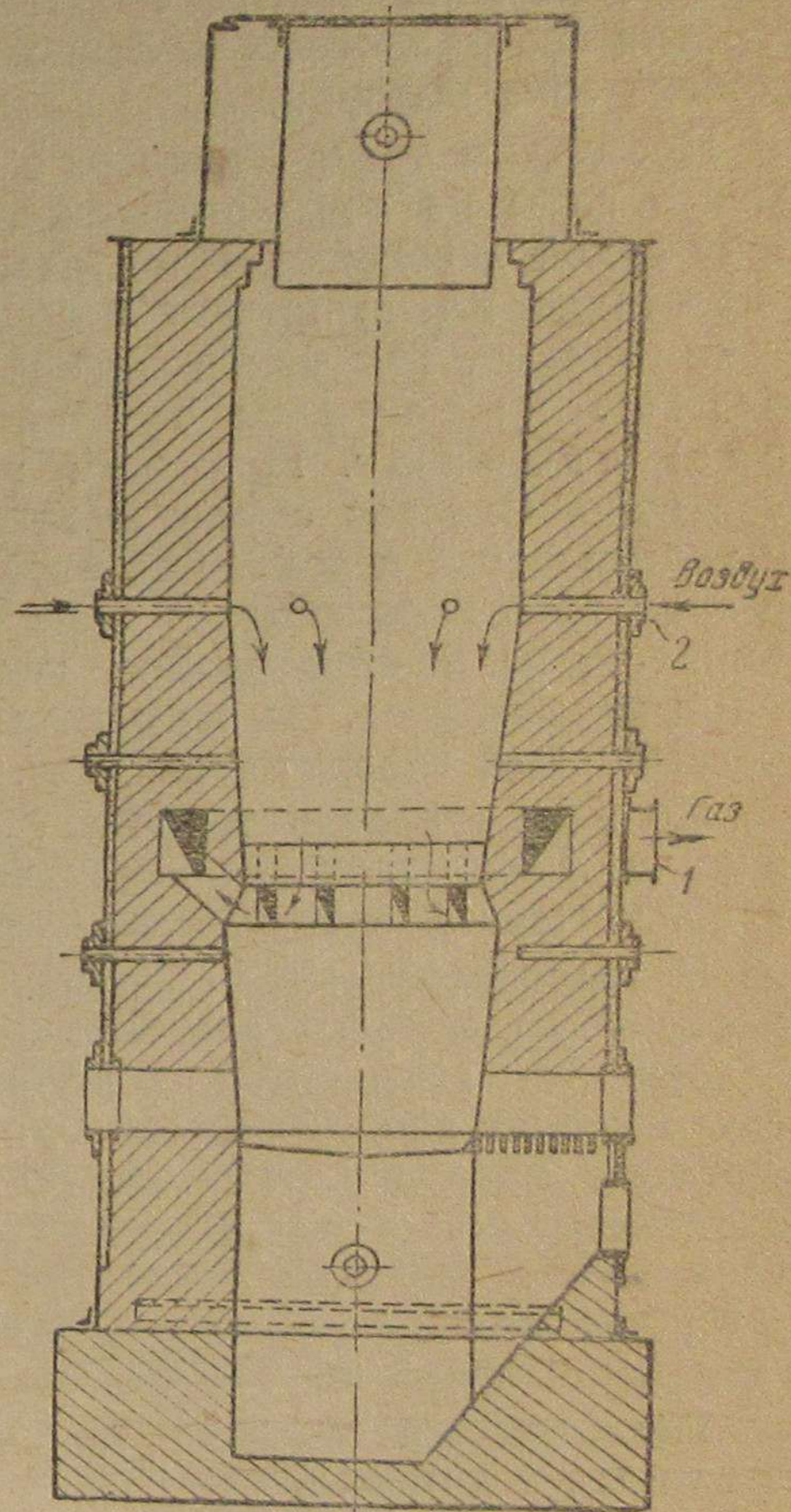
Далее газ поступает в газовый горшок. Он устанавливается для смягчения толчков и пульсации газа, получающихся вследствие периодичности всаса двигателя. Из газового горшка газ поступает в двигатель. Показанный на схеме вентилятор слу-

жит для розжига газогенератора во время пуска установки. Труба 7 служит для отвода в атмосферу продуктов горения во время розжига.

Газосиловая установка, работающая на смолистых топливах, в отношении газоочистной аппаратуры ничем не отличается от только что описанной. Что же касается газогенератора для получения бессмольного силового газа из смолистых топлив, то он имеет ряд особенностей.

Бессмольный газ из смолистых топлив можно было бы получить и на установке, подобной изображенной на фиг. 25. Для этого пришлось бы несколько изменить газогенератор и после скруббера поставить аппарат для тонкой очистки газа от смолы. Но устанавливать такие аппараты на маленьких станциях не экономично.

Поэтому практика использует другой способ получения бессмольного газа, употребляя для этого газогенераторы специальной конструкции. На фиг. 26 приведена схема такой конструкции. При работе двигателя на подобном газогенераторе газ отсасывается не сверху, как в обычных газогенераторах, а снизу (1), из-под слоя топлива. Воздух же поступает в генератор сверху, засасываясь через ряд отверстий (фурм), расположенных в стенках шахты (2). Движение газов в шахте направлено сверху вниз, а не снизу вверх, как обычно. Поэтому такие газогенераторы называются газоген-



Фиг. 26. Схема газогенератора обращенного процесса

нераторами обращенного процесса газификации. Рассмотрим, как при таком процессе располагаются в слое отдельные зоны.

В области фурм, где подводится воздух, и на некотором расстоянии ниже фурм располагается зона горения. Здесь имеется избыток кислорода и поэтому происходит полное сгорание топлива. За счет тепла зоны горения происходит сухая перегонка частиц топлива, расположенных над зоной горения непосредственно. Выше зоны сухой перегонки расположена зона подсушки.

Проследим теперь движение газов из различных зон. Водяные пары из зоны подсушки, двигаясь вниз, поступают в зону сухой перегонки. Продукты сухой перегонки (смола, газ, пирогенная влага) вместе с водяными парами опускаются в зону горения. Так как в зоне горения имеется кислород, горючие продукты сухой перегонки (смола и газ) сгорают. При этом газ сгорает нацело, смола — частично. Остаток смолы вместе с продуктами горения, т. е. с углекислотой и водяными парами, двигаясь вниз, поступает в зону восстановления. В этой зоне происходит полный крекинг смолы и образование генераторного газа, как ранее нами описывалось. Из зоны восстановления отсасывается уже бессмольный генераторный газ.

По мере сгорания топлива сверху загружаются новые его порции. Зола удаляется внизу через зольниковые дверцы или гидравлический затвор, если такой имеется.

В газогенераторах обращенного процесса газифицируют дрова, торф, бурый уголь. Так как при таком процессе высококалорийные газы сухой перегонки сгорают в зоне горения, теплотворная способность силового газа, получаемого по обращенному процессу, значительно ниже, чем по прямому. Она составляет для торфа и древесины 1000—1050 кал, для бурого угля 1050—1100 кал. Несмотря на это, небольшие силовые газоустановки на смолистых топливах выгоднее оборудовать газогенераторами обращенного процесса.

Теплотворная способность силового газа, получаемого из антрацита и других бессмольных топлив, по схеме, изображенной на фиг. 25, такая же, как и у обычного генераторного газа, получаемого на крупных заводских генераторных станциях.

Газосиловые установки работают под разрежением. Это обстоятельство требует постоянного наблюдения за тем, чтобы как газогенератор, так и все аппараты и газопроводы установки были абсолютно плотны. Газовщик, обслуживающий

установку, должен знать, что засос воздуха через неплотности установки может повлечь за собой порчу газа и даже взрыв.

При неплотности газогенератора обращенного процесса в нижней его части при засосе воздуха происходит сгорание газа и, следовательно, порча его. Низ газогенератора и все части установки до скруббера сильно накаливаются. Температура газа при этом сильно поднимается.

Расход топлива на силу-час для разных топлив различен и выражается следующими цифрами, считая в килограммах на одну лошадиную силу в час:

Антрацит	0,4—0,5
Каменный уголь	0,5—0,7
Бурый уголь	6,7—1,4
Торф	1,1—1,7
Дрова	0,9—1,7

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Газы	5
1. Воздух	5
2. Кислород	5
3. Азот	5
4. Водород	6
5. Гремучая смесь	6
6. Углерод. Углекислый газ	7
7. Окись углерода	7
8. Метан	8
9. Тяжелые углеводороды	8
10. Сернистый газ	8
11. Сероводород	8
Глава II. Твердое топливо	8
1. Сухая перегонка твердого топлива	9
2. Горение топлива	11
3. Теплотворная способность топлива	13
Глава III. Газогенераторный процесс	14
1. Устройство газогенератора	14
2. Зоны в генераторе	15
3. Шлаковая подушка	16
4. Зона горения	17
5. Зона восстановления	18
6. Зона сухой перегонки	18
7. Зона подсушки	19
8. Температура газа	20
9. Состав генераторного газа	20
10. Примеси в генераторном газе	21
11. Теплотворная способность газа	23

	Стр.
12. Потери топлива со шлаком	25
13. Выход газа из 1 кг топлива	26
14. Коэффициент полезного действия газификации	27
Глава IV. Конструкции газогенераторов	27
1. Основные элементы конструкций	27
2. Генераторы с неподвижными колосниками типа Моргана	28
3. Генераторы с плоскими колосниками	31
4. Генераторы с вращающимися колосниками	33
5. Механизированные генераторы	36
6. Газогенераторы для топлив с высокой влажностью	38
Глава V. Газогенераторные станции	39
1. Генераторная станция горячего газа	39
2. Генераторная станция с охлаждением газа	41
Глава VI. Обслуживание газогенераторов	44
1. Подготовка генератора к пуску	44
2. Пуск генератора	45
3. Загрузка топлива	47
4. Удаление шлака	48
5. Обслуживание слоя	49
6. Подача воздуха и пара	50
7. Производительность генератора	51
8. Горячий ход генератора	53
9. Холодный ход генератора	54
10. Остановка генератора	55
11. Взрывы	56
Глава VII. Контроль работы газогенератора	60
1. Давление дутья	60
2. Давление газа	62
3. Температура паро-воздушной смеси	62
4. Температура газа	62
5. Состав газа	63
6. Состав шлаков	65
7. Учет количества топлива	66
8. Качество топлива	66
9. Контроль зон	66
Глава VIII. Газосиловые установки	66

Редактор Сировский И. А.

Подписано к печати 17/III 1945 г. Уч.-изд. л. 4,6 Печ. л. 4¹/₂

Зн. в 1 п. л. 40 000

Л52552 Тираж 5000 Заказ 967 Цена 5 р.

Типография Металлургиздата, Москва, Цветной бульвар, 30