

Цена 1 р. 80 к., пер. 35 к.

С-12-2-2

11022

324.53

УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ПО ТЕХНИИМУМУ

Д. Б. ГИНЗБУРГ

**ГАЗОГЕНЕРАТОР
В КЕРАМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ОПТИ • ГОССТРОЙИЗДАТ • 1983

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует исправить
4	6 снизу	ера	сера
11	14 сверху	меньше $= \frac{65,3\%}{100,0\%}$	меньшее $= \frac{65,3\%}{100,0\%}$
14	18 снизу	идет и воронкой δ колосниками топлива топлива чаще	идет с воронкой D колосниками (фиг. 13) зола дутья чаще
18	5 снизу	конуса \mathcal{C}	конуса E
29	8 сверху	торфа	— торфа
34	20 снизу	футируют корпуса и газом	футеруют корпуса 5 и газом,
36	1 сверху	омываемым водой	омываемым снаружи водой
36	12 снизу	горючего материала	горючего металла
39	10 сверху	температурной	теплотворной
47	8 снизу	сушки	сушил
53	13 сверху	приятна	благоприятна
54	12 снизу	пустот в трубу a вспомнить b	пустот или в трубу. a восполнить b
55	7 снизу	генератор, промежутков	генератор, с промежутка
62	1 сверху	$H_2O = \frac{D}{0,8041} \cdot 100 \text{ м}^3$	$H_2O = \frac{D}{0,8041} \cdot 100 \text{ м}^3$
64	21 сверху	количеством 3025	количество 3035
66	4 снизу	$O_2^r \cdot CO_2$	$O_2^r \cdot CO_2$
81	3 сверху	прокаливания	прокаливания измельчен- ного в порошок
86	13 снизу	топлива	топлива, (
92	19 снизу		
99	1 сверху		
121	21 снизу		
124	11 снизу		
128	13 сверху		
135	17 снизу		
137	21 сверху		
141	6 снизу		
144	10 сверху		
147	12 сверху		
149	1 сверху		
153	8 сверху		
154	1 сверху		
159	4 сверху		
163	9 и 10 снизу		

Напечатано:

$$\frac{9H_m + \frac{1}{9}(W_m + W_n) - 0,0899(H_2^* + H_2S^* + 2CH_4^* + 2C_2H_4^*)V_{c.z} - H_{cm}}{0,804}$$

Следует исправить:

$$\frac{+9\left[H_m + \frac{1}{9}(W_m + W_n) - 0,0899(H_2^r + H_2S^r + 2C_2H_4^r)V_{c.r.} - H_{cm}\right]}{0,804}$$

Стр.	Строка	Напечатано	Следует исправить
163	7 снизу	(25)	(24)
164	3 снизу	N ₂ ²	N ₂
168		по всей странице вместо	
168	14 сверху	CO ₂ ² CO ₂ CH ₄ ² и т. д.	CO ₂ CO ₂ CH ₄ и т. д.
168	7 снизу	0,75 кг	0,175 кг
172	10 сверху	Он	Оно
173	23 снизу	1 кг п	1 кг
174	5 сверху	N ₂ —56%. Влажность	N ₂ —56%. Количество газа
175	11 снизу	смолы и	зола и
177	12 сверху	CH ₂ S ₂	CH ₂ S
177	15 снизу	+ 0,477 · t ₂ · g	+ 0,477 · t ₂ · g _h
178	13 сверху	Теплообразования	Тепло образования
179	5 снизу	Теплообразование золы	Теплосодержание золы
182	4 снизу	При изменении	При изменении давления
183	16 снизу	сгорания и	сгорания и
185	7 снизу	паровоздушная смесь,	паровоздушной смеси,
188	6 сверху	подаваемая	подаваемой
		слоев	слоя

Д. Б. ГИНЗБУРГ

Не выдается до дому

662

К. О.

ГАЗОГЕНЕРАТОР В КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Под редакцией
проф. К. И. Шарашкина

Центротехпролом НКТП СССР допущено
в качестве учебника для кружков техми-
нимума в керамической промышленности

289038

М 325353
19 22 / 34 р.



государственное научно-техническое издательство
тройительной индустрии и судостроения
ГОССТРОЙИЗДАТ

МОСКВА

1933

ЛЕНИНГРАД

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
1. Топливо, его состав и свойства	6
2. Газофикация топлива	10
3. Устройство газогенераторов	19
4. Газопроводы и клапаны	54
5. Подача воздуха	62
6. Подача пара	64
7. Генераторы для получения водяного и двойного газа	66
8. Осушка газа	68
9. Очистка газа	71
10. Зависимость газофикации от состава и свойств топлива	75
11. Применение генераторного газа в промышленности огнеупорных материалов	79
12. Применение различных топлив для газофикации	88
13. Газохранилища	117
14. Обслуживание и контроль режима генераторов	119
15. Аппаратурный и расчетный контроль	127
16. Составление материального и теплового балансов и определение коэффициента полезного действия генератора	165
17. Автоматическое регулирование генераторного процесса	182
18. Техника безопасности при обслуживании газогенераторных установок	186



ВВЕДЕНИЕ

До первой пятилетки, как и до революции, промышленность огнеупорных материалов, сосредоточенная в ограниченном числе районов, носила преимущественно полукустарный характер.

В связи с индустриализацией СССР и резким повышением требований, предъявляемых к огнеупорным изделиям в отношении потребного количества и качества со стороны энергетического хозяйства и ряда отраслей промышленности (металлургической, стекольной, химической), в период первой пятилетки огнеупорная промышленность начала интенсивно развиваться как за счет строительства новых заводов, так и путем реконструкции и переоборудования старых.

При этом выдвинулись задачи обеспечения развивающейся огнеупорной промышленности современными типами тепловых установок и соответствующим высококачественным топливом.

К тепловым установкам были предъявлены требования механизации обслуживания, большой производительности, высокого качества изделий, минимального расхода топлива.

Что касается топлива, то такое должно было не только обеспечить должный эффект в работе установок, но и быть выбранным и использованным в соответствии с планом народного хозяйства СССР.

Особенное значение приобрел вопрос выбора рода топлива и его обработки в настоящее время—во второй пятилетке—ввиду строительства и пуска ряда новых мощных заводов и невозможности или нецелесообразности снабжения их применявшимися до сего времени ценными топливами—дровами, мазутом и высококачественными сортами углей.

Выяснилось, что в известной мере указанные виды топлив могут быть заменены отбросными горючими газами

других производств — газом коксовых печей, а также естественным газом.

Несмотря на значительное развитие коксовой и металлургической промышленности и нефтепереработки, запасы указанных видов топлив недостаточны для широкого покрытия потребности страны, в том числе и нужд огнеупорной промышленности. Кроме того из-за трудностей и дороговизны транспорта газа на дальние расстояния эти топлива имеют пока только небольшое значение.

Строящиеся заводы огнеупорных изделий базируются на местных и менее дефицитных топливах. Таковыми в настоящее время являются торф, бурые угли (подмосковный, челябинский), некоторые сорта антрацита (АМ антрацит— мелочь), шунгит, сланцы, коксик и иногда длиннопламенные угли.

Применение топлив местного значения дает возможность освободить для других нужд более ценные, а также выдерживающие дальнюю перевозку топлива и уменьшает загрузку транспорта, вызываемую переброской больших количеств топлива из отдаленных районов. Кроме того, использование местного топлива является не только технически целесообразным, а в ряде случаев и экономически вполне выгодным, особенно в связи с возможностью использования получающихся при газификации побочных продуктов.

Непосредственное использование местных и низкосортных видов топлива путем их сжигания в естественном виде часто затруднительно, не дает должного результата, а подчас и невозможно в силу их большой влажности и зольности, наличия в них серы и загрязненности продуктов их сгорания. Поэтому прибегают к газификации топлива, т. е. к получению из топлива генераторного газа, что дает ряд ценных возможностей, как-то: достижение высоких температур, легкое регулирование горения, получение желательной атмосферы и избытка воздуха, централизация теплового хозяйства и т. д.

Кроме того газификация в известных случаях допускает наиболее целесообразное использование топлива, создавая возможность улавливать из топлива ряд ценных побочных продуктов газификации (смола, ера, уксусная кислота).

В результате указанного на заводах, построенных в течение первой пятилетки и строящихся и принятых к строительству во второй пятилетке, генераторный газ имеет широчайшее применение.

Также и существующие заводы в результате упомяну-

той реконструкции и рационализации их теплового хозяйства, связанного с отказом от дефицитных топлив и с максимальным использованием топлива, должны будут полностью или частично во второй пятилетке базироваться на газовом топливе.

Таким образом основным видом топлива в ближайшем будущем на заводах огнеупорных изделий явится, если уже не является, генераторный газ, причем этот вид топлива не только может быть применен для любых тепловых установок, но и является наиболее ценным и благоприятным топливом для современных конструкций печей. В предлагаемом учебнике „Газогенератор в керамической промышленности“ описаны сущность процесса газификации, условия газификации различных топлив, различные типы генераторов, генераторных установок и их оборудования, обслуживание и контроль генераторов, применение генераторного газа в промышленности огнеупорных материалов, а также пути развития производства генераторного газа.

Сложность современных генераторных установок, рассчитанных на обслуживание их высококвалифицированным персоналом, а также многообразие связанных с обслуживанием этих установок вопросов вынуждает в настоящем учебнике подробнее остановиться на описании процесса газификации и контроля режима, подчас малодоступном для недостаточно подготовленного читателя.

Для возможности освоения обслуживающим персоналом указанных более сложных вопросов в курсе приведены пояснения в виде соответствующих примеров.



1. ТОПЛИВО, ЕГО СОСТАВ И СВОЙСТВА

Топливом называют вещества, способные сгорать в воздухе с выделением значительного количества тепла и могущие быть практически использованными в качестве источников тепла. В результате горения топлива получают нагретые до высокой температуры газообразные продукты.

Топливо бывает твердое, жидкое и газообразное.

Если топливо применяется в том же виде, в каком оно встречается в природе, то его называют естественным; если же оно предварительно обрабатывается, то его называют искусственным.

Дрова, торф, сурый уголь, каменный уголь, антрацит и сланец являются естественным топливом, а брикеты и кокс — искусственным.

Топливо состоит из горючей и негорючей частей. Горючая часть состоит из сложных веществ (соединений), в состав которых входит углерод С, водород Н, кислород О, азот N и сера—S. Эту часть топлива иногда называют органической¹.

Негорючая часть топлива состоит из золы и влаги.

Сгорание топлива представляет собой химический процесс соединения элементов топлива—углерода С, водорода Н и серы S—с кислородом воздуха. Это соединение с кислородом (окисление) сопровождается выделением тепла.

Процессы горения отдельных элементов топлива, как и другие химические процессы взаимодействия (реакции) веществ, могут быть выражены с помощью химических уравнений, показывающих в каких соотношениях и как взаимодействуют (реагируют) отдельные вещества.

¹ В действительности между органической и горючей частями есть разница.

Количества веществ в химических уравнениях выражаются в молекулярных¹ соотношениях.

Эти же уравнения показывают и весовые соотношения, если вместо молекул и атомов подставить веса в килограммах, равные молекулярным и атомным весам реагирующих веществ, т. е. килограмм-молекулы или килограмм-атомы.²

Таблица 1

Обозначение, молекулярный вес и плотность различных газов

Наименование газа	Обозначение	Молекулярный вес	Вес 1 м ³ в кг.
Водород	H ₂	2,0	0,0899
Кислород	O ₂	32,0	1,429
Азот	N ₂	28,0	1,251
Воздух	—	—	1,293
(21% по объему кислор.)	—	—	1,293
(9% „ „ азота)	—	—	1,293
Метан	CH ₄	16,0	0,717
Этилен	C ₂ H ₄	28,0	1,260
Этан	C ₂ H ₆	30,0	1,356
Окись углерода	CO	28,0	1,250
Углекислота	CO ₂	44,0	1,977
Сероводород	H ₂ S	34,0	1,539
Сернистый газ	SO ₂	64,0	2,927
Аммиак	NH ₃	17,0	0,771
Водяной пар	H ₂ O	18,0	0,804

В табл. 1 приведены молекулярные веса газообразных веществ. Помимо этих данных в дальнейшем потребуются знание атомных весов серы и углерода, которые будем принимать следующими:

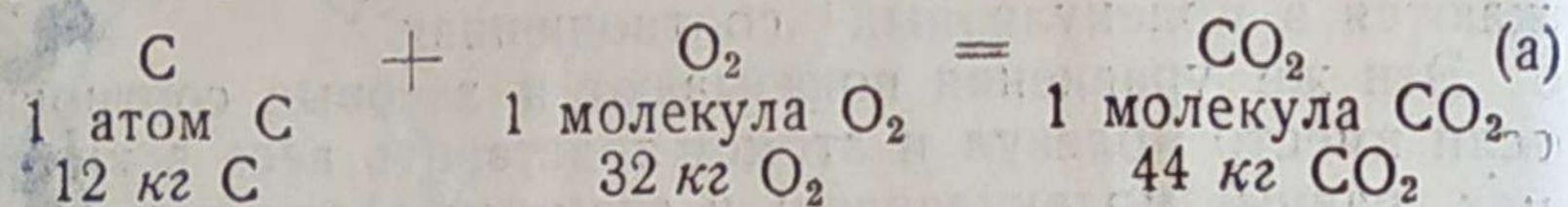
для углерода С—12 и
„ серы S—32.

В результате сгорания топлива получают продукты окисления отдельных элементов топлива.

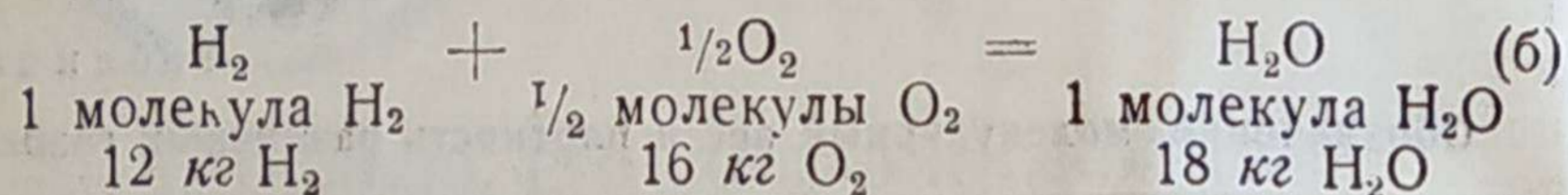
¹ Молекула представляет собой наименьшее количество (частицу) вещества, обладающего его свойствами, и состоит из атомов химических элементов, образующих данное вещество.

² Число килограммов, численно равное молекулярному весу данного вещества, называется килограмм-молекулой вещества. Если вместо молекулярного веса взять атомный вес, то число килограммов, соответствующее ему, дает килограмм-атом вещества.

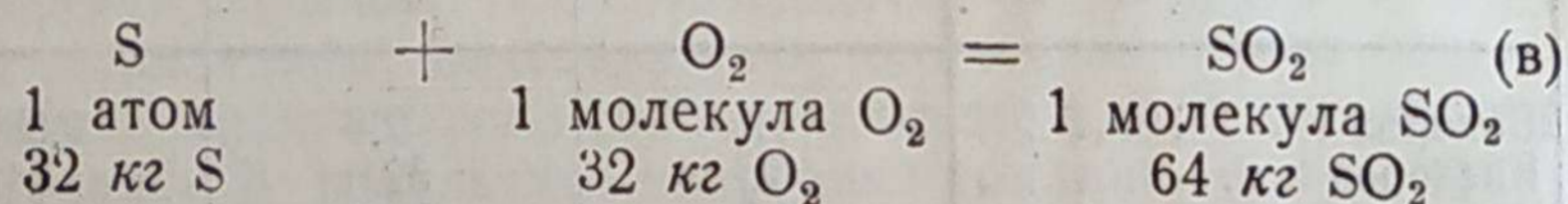
Углерод сгорает по уравнению:



Водород сгорает по уравнению:



Сера сгорает по уравнению:



Негорючая часть топлива тепла не дает и называется балластом.

Влагу в топливе различают внешнюю и гигроскопическую. Внешняя влага удерживается главным образом на поверхности топлива и зависит от атмосферных осадков (дождь, снег) и подобных причин. Гигроскопическая же влага—это влага внутренняя, удерживаемая топливом в зависимости от свойств топлива и влажности атмосферы. Топливо, лежащее на воздухе и содержащее только гигроскопическую влагу в неизменяющемся количестве называют воздушно-сухим. Полностью топливо высушивается при его нагревании выше 100° (абсолютно сухое топливо).

Влага топлива не только не выделяет тепла при сгорании топлива, но еще требует затраты части тепла, выделяемого при сгорании, на свое испарение, т. е. на переход из жидкого состояния в парообразное.

Топливо в том виде, в котором его применяют, называют рабочим.

Зола, составляющая вместе с влагой балласт, состоит из минеральных солей. Зола может быть тесно вкраплена и мелко распределена в топливе и может быть примешана к топливу, попав в него при добыче (порода).

Если нагревать топливо без доступа воздуха, то из него выделяются пары и газы, называемые летучей частью топлива, и остается твердый углеродистый остаток—кокс, состоящий из золы и нелетучей угольной массы. Процесс выделения из топлива летучих продуктов называется сухой перегонкой.

Различные топлива дают различные по составу продукты перегонки и различный по свойствам кокс. В зависимости от вида кокс называют порошкообразным, слипшимся, спекшимся, вспученным и т. д.

Как уже было указано, при сгорании топлива выделяется тепло. Количество тепла, выделяемое при полном сгорании 1 кг топлива, называют его теплотворной способностью. Это тепло измеряют калориями. Большой или килограмм-калорией называют количество тепла, которое необходимо, чтобы нагреть 1 кг воды на 1° Ц. Иногда в качестве единицы измерения применяют малую, или грамм-калорию—величину в тысячу раз меньшую и выражающую количество тепла, которое необходимо, чтобы нагреть 1 г воды на 1° Ц.¹

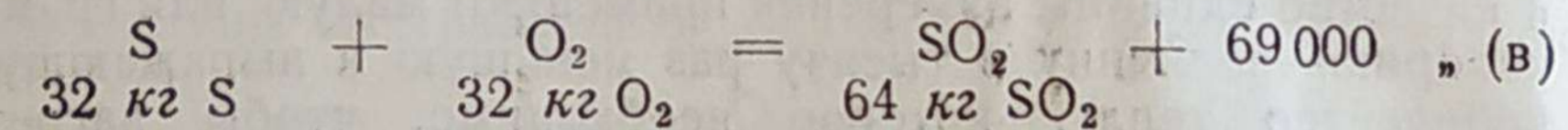
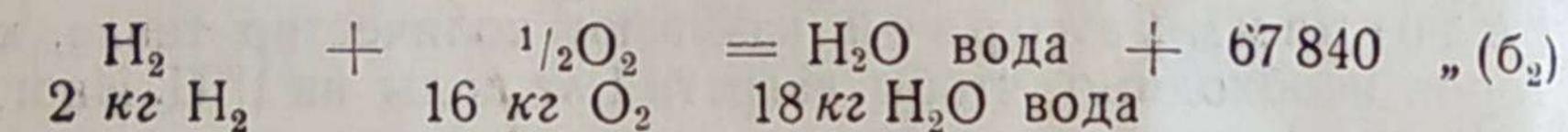
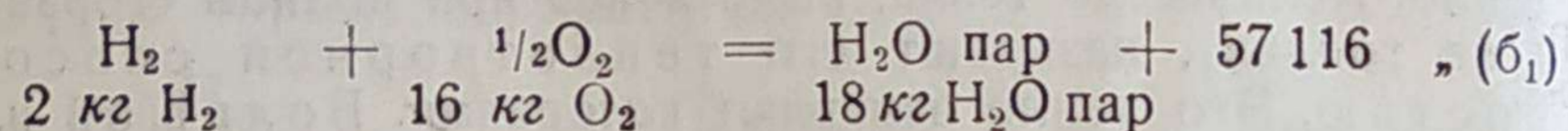
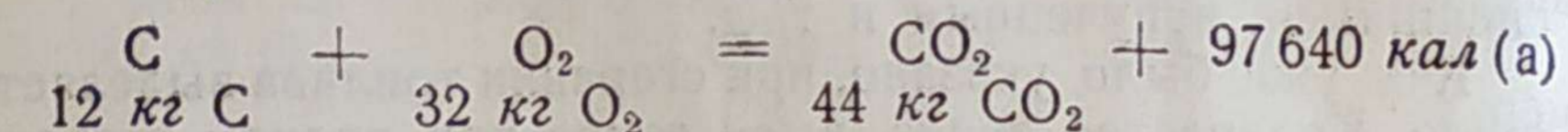
При сжигании топлива в топках и печах продукты сгорания обычно отводятся при температуре настолько высокой, что содержащаяся в них влага, перешедшая из топлива, и получившаяся в результате горения водорода топлива находится в виде водяного пара, а не в виде воды. В подобном случае водяные пары не отдают тепла, затраченного при горении на испарение воды, и оно теряется. Только при достаточном охлаждении продуктов сгорания (а такие случаи редки), влага переходит из парообразного состояния в жидкое (конденсируется) и выделяет это тепло. По указанным причинам различают высшую и низшую теплотворную способность топлива. Высшей теплотворной способности соответствует то количество тепла, которое выделяется при сгорании топлива при условии, что водяные пары продуктов сгорания настолько охлаждены, что конденсируются и отдают тепло, затраченное на превращение воды в пар. Низшей же теплотворной способности соответствует тепло, выделяющееся при сгорании, но с получением влаги в виде водяного пара.

При взаимодействии веществ может выделяться или поглощаться тепло. Если при протекании реакции по химическому уравнению слева направо выделяется тепло, то количество его приписывается в правой части уравнения со знаком плюс (+), а если тепло поглощается, то количество его также приписывается в правой части, но со знаком минус (-).

Вышеприведенные равенства (а) (б) (в) в расчете на

¹ В дальнейшем изложении в качестве единицы для количества тепла принята килограмм-калория.

киллограмм-молекулярные и килограмм-атомные количества с учетом выделяющегося тепла можно переписать следующим образом:



Теплотворные способности отдельных элементов топлива, т. е. теплоты сгорания, отнесенные к 1 кг элемента составляют: для С — $\frac{97\,640}{12} = 8140 \text{ кал}$, для H₂ при сгорании

в пар — $\frac{57\,116}{2} = 28\,558 \text{ кал}$; для H₂ при сгорании в

воду — $\frac{67\,840}{2} = 33\,920 \text{ кал}$; для S — $\frac{69\,000}{32} = 2160 \text{ кал}$.

Характеристики некоторых топлив СССР приведены в табл. 11 (стр. 156—157).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Сколько углекислоты образуется при сгорании 5 кг углерода?
2. Сколько кислорода требуется для сжигания 5 кг углерода?
3. Какое количество тепла в калориях выделится при сжигании 5 кг углерода в углекислоту?
4. Как влияет на теплотворную способность топлива влага, содержащаяся в нем?

2. ГАЗОФИКАЦИЯ ТОПЛИВА

Под газификацией¹ понимают полное (безостаточное) превращение твердого топлива в газообразное.

При газификации твердое топливо не подвергают непосредственному полному сжиганию, а получают из него газ, который в дальнейшем может быть сожжен.

¹ Газификация (газификация).

Преимущества газообразного топлива

Газообразное топливо имеет ряд преимуществ по сравнению с твердым.

При сжигании низкосортного твердого топлива, например очень влажного, невозможно получить высокие температуры, тогда как при сжигании газа, полученного из того же топлива, эти температуры достижимы. Последнее объясняется тем, что из газа легко удалить содержащуюся в нем влагу, его легко предварительно перед сжиганием подогреть и кроме того газ возможно сжигать с меньшим избытком воздуха, чем кусковое топливо.

Эти же причины обуславливают и большую экономичность газового отопления. Подогрев газа осуществляется за счет тепла отходящих газов печей, а меньше количество избыточного воздуха, вводимого при горении газа, обуславливает меньшую потерю тепла с отходящими газами.

При сжигании газа легко точно и быстро отрегулировать желательный характер пламени — восстановительный, окислительный, нейтральный и количество протекающего газа. В случае очистки газ дает более чистое пламя, чем твердое топливо, при сжигании которого в продуктах сгорания содержатся летучая пыль и зола.

При наличии нескольких потребителей тепла, пользуясь генераторным газом, можно централизовать топливное хозяйство, получая в одном месте газ и транспортируя его на расстояние, что упрощает обслуживание, а иногда и удешевляет все оборудование. Газ возможно также получать в местах добычи твердого топлива и транспортировать на расстояние.

Целесообразность дальнего газоснабжения связана с качеством газа. Чем богаче газ, т. е. чем выше его теплотворная способность, тем выгоднее передача газа на большие расстояния.

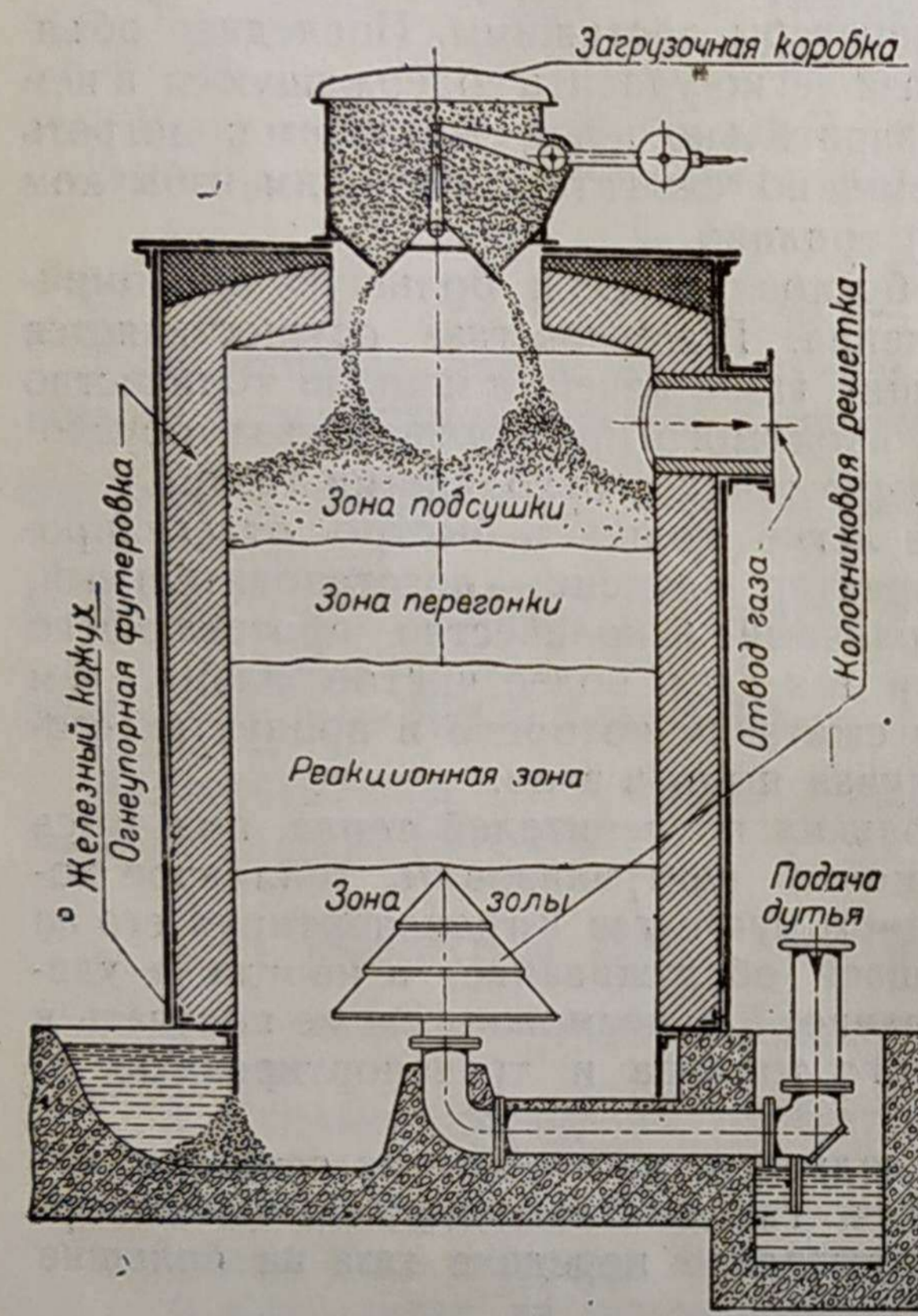
Процесс газификации

Получение генераторного газа обычно имеет место в надземных, вертикальных, специально сооружаемых шахтах, заполненных слоем топлива, горящим в своей нижней части.

Эти шахты-генераторы снабжаются сверху (фиг. 1) загрузочной коробкой, с помощью которой топливо загружается в генератор, а внизу — колосниковой решеткой, под которую подводится и которой распределяется по сечению ге-

нератора воздух или водяной пар или смесь таковых. Раскаленный нижний слой топлива взаимодействует с подаваемым в генератор воздухом или паром, образуя генераторный газ.

Получившийся газ имеет высокую температуру и, поднимаясь выше, смывает свежесброшенное топливо и нагревает его, в результате чего последнее подсушивается, выделяя продукты сухой перегонки — газы, смоляные пары, уксус¹ и влагу разложения. Смесь газов — генераторного и сухой перегонки отводится вверху генератора. Таким образом топливо вверху генератора сначала подсушивается поднимающимися снизу горячими газами, потом, по мере его опускания и нагрева, из него выделяются продукты сухой перегонки; остающийся после перегонки топлива кокс опускается ниже, и его углерод взаимодействует с поднимающимися вверх воздухом и паром. В результате газификации от топлива остаются остатки (провал): зола, шлак и несгоревшее топливо, лежащие на колосниках и удаляемые из нижней части генератора.



Фиг. 1. Распределение зон в генераторе.

зола, шлак и несгоревшее топливо, лежащие на колосниках и удаляемые из нижней части генератора. Соответственно изложенному различают в генераторе зоны: подсушки топлива, перегонки его, реакционную зону и зону золы (фиг. 1).

¹ Под названием уксус в данном случае понимаются уксусная кислота и метиловый спирт.

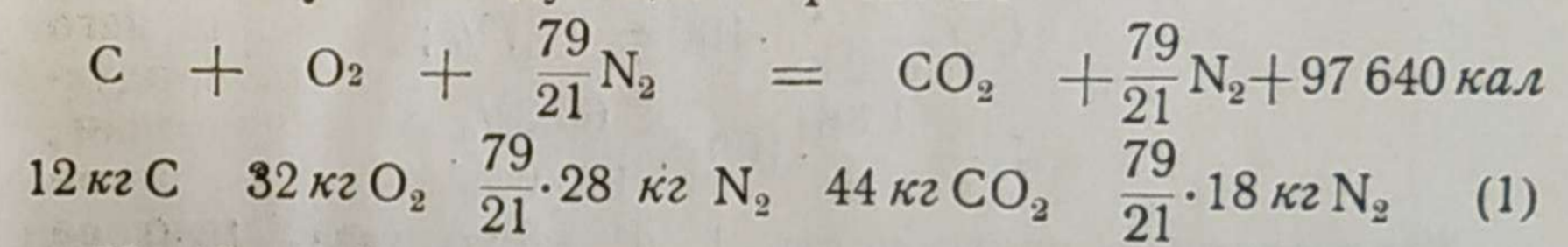
Если в генератор подается только воздух, то он сжигает углерод топлива в углекислоту — продукт полного сгорания — по реакции $C + O_2 = CO_2$ и в окись углерода — продукт неполного сгорания, горючий газ — по реакции $C + \frac{1}{2}O_2 = CO$.

Так как слой кокса высок, то образовавшаяся углекислота, поднимаясь выше и обтекая раскаленный углерод, реагирует с ним и дает горючий газ — окись углерода — по реакции $CO_2 + C = 2CO$.

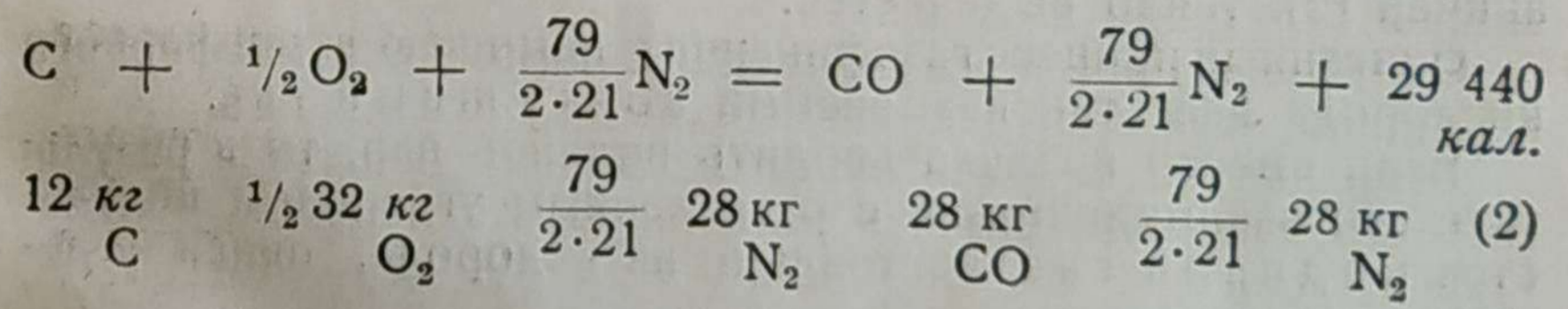
Для того чтобы CO_2 могло в достаточной мере восстановиться в CO , в нижней части генератора должна быть достаточно высокая температура — более $1000^\circ C$. При низких температурах этот процесс сильно затягивается. Высокая температура также способствует сгоранию углерода непосредственно в CO , а не в CO_2 .

Как известно воздух состоит по объему из 21% кислорода (O_2) и 79% азота (N_2). Таким образом на одну часть O_2 воздуха вводится $\frac{79}{21}$ частей N_2 , и при газификации с помощью воздуха в газе содержится в большом количестве также азот.

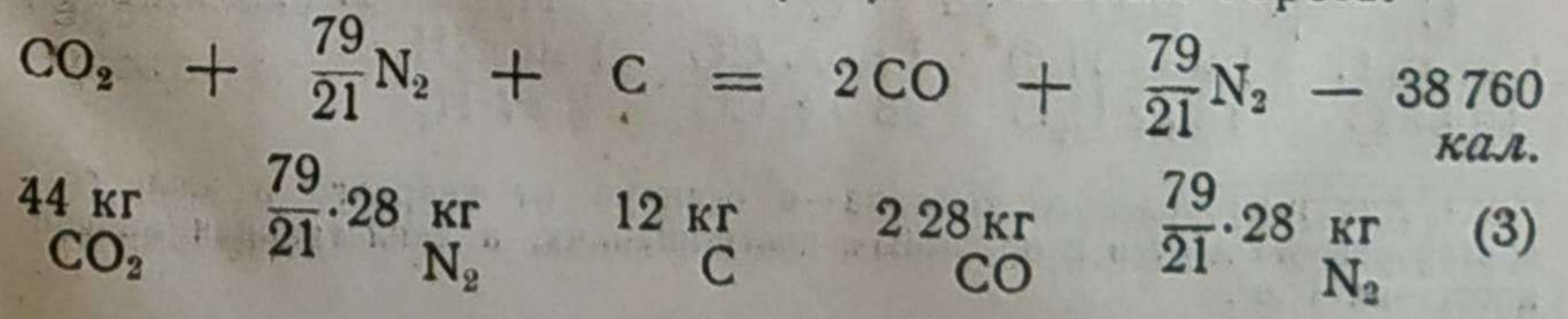
Если учесть в вышеприведенных уравнениях также азот то они получат следующее выражение:



На 12 кг C , реагирующего по реакции (1) выделяется 97640 кал. В результате реакции (1) получаются негорючие газы.

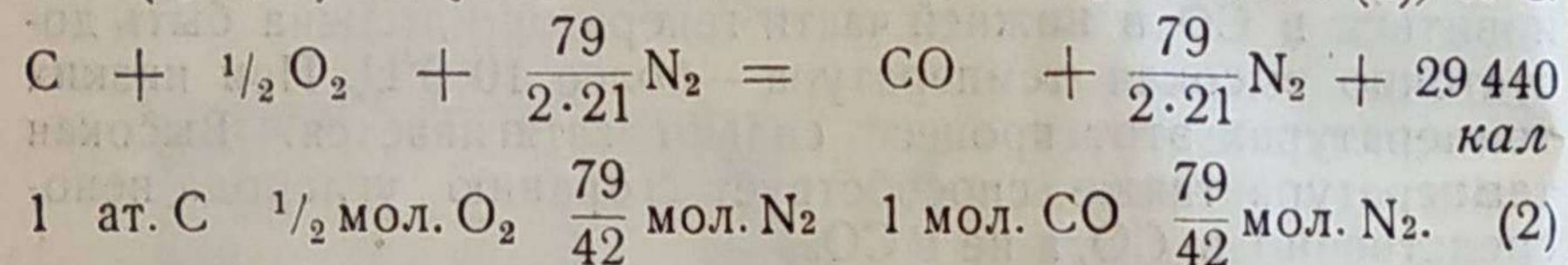


В результате реакции 2 выделяется меньше тепла, чем при реакции 1, но получается газ (CO), способный гореть.



Согласно реакции (3), углекислота, полученная по реакции (1), взаимодействуя с раскаленным углеродом, переходит (восстанавливается) в горючую окись углерода. На этот процесс затрачивается тепло. Теплотворная способность получающихся по реакции (3) продуктов больше теплотворной способности исходных веществ.

Реакции (1) и (3), проходя вместе, дают в конечном итоге окись углерода и азота, как и реакция (2), и поэтому реакции (1, 2, 3) могут быть заменены одной реакцией (2), т. е.



Известно, что килограмм-молекула любого газообразного вещества занимает один и тот же объем (22,4 м³). Следовательно в результате реакции (2) на один объем CO получается $\frac{79}{42} = 1,88$ объемов N₂, а всего 2,88 объемов газа. Если бы реакция (2) протекала до конца, то состав конечного газа по объему¹ был бы следующий:

$$\text{CO} - \frac{1}{2,88} \cdot 100 = 34,7\%$$

$$\text{N}_2 - \frac{1,88}{2,88} \cdot 100 = 65,3\%$$

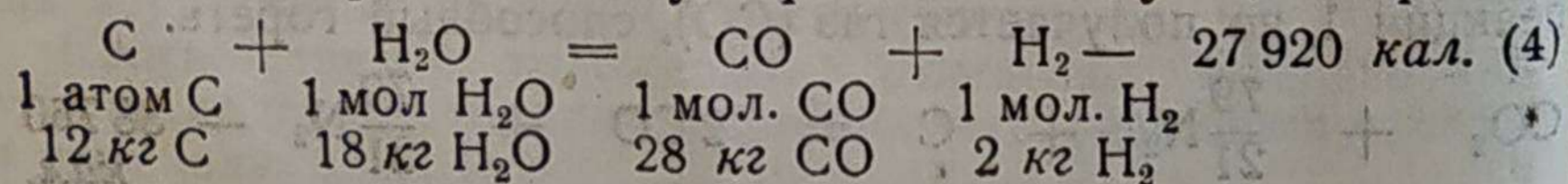
Теплотворная способность 1 м³ этого газа — 1050 кал (стр. 146).

В результате реакций, могущих быть объединенными реакцией (2), тепло выделяется.

Описанный процесс газификации с помощью атмосферного кислорода дает так называемый воздушный газ.

Если вместо воздуха вводить водяной пар, то в результате его взаимодействия с раскаленным углеродом получается водяной газ, состоящий из водорода, окиси углерода и углекислоты.

Реакции при этом могут протекать следующим образом:



¹ Для газообразного топлива — в отличие от твердого и жидкого — состав обычно дается в объемных соотношениях, а теплотворная способность — на 1 м³.

На протекание реакции (4) на 12 кг С затрачивается 27 920 кал; получаются по реакции горючие газы, причем на один объем CO получается один объем H₂, а всего — 2 объема газа.

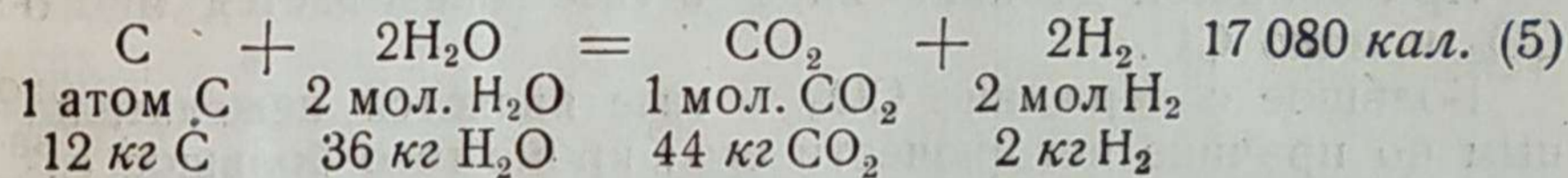
Состав получаемого газа:

$$\text{CO} - \frac{1}{2} \cdot 100 = 50\%$$

$$\text{H}_2 - \frac{1}{2} \cdot 100 = 50\%$$

100%

Теплотворная способность этого газа (стр. 146) по высшему пределу¹ — 3042 кал на 1 м³ и по низшему пределу — 2802 кал на 1 м³.



На протекание реакции (5) затрачивается меньшее количество тепла, чем при реакции (4). Получаемый газ состоит частично из горючего газа (H₂) и частично из негорючего (CO₂), причем на 1 объем CO₂ получаются 2 объема H₂, а всего — 3 объема газа.

Состав газа:

$$\text{CO}_2 - \frac{1}{3} \cdot 100 = 33,3\%$$

$$\text{H}_2 - \frac{2}{3} \cdot 100 = 66,7\%$$

100,0%

Теплотворная способность этого газа по высшему пределу — 2034 кал на 1 м³ и по низшему — 1714 кал на 1 м³.

При более высоких температурах протекает в большей мере реакция (4), а при низких — (5). Приведенные выше составы газа по реакциям 4 и 5 получились бы, если бы эти реакции шли до конца.

Процесс получения воздушного газа протекает с выделением тепла и следовательно может происходить непрерывно. Процесс же получения водяного газа идет с поглощением тепла; а так как подводить извне тепло в достаточном размере затруднительно, то при

¹ Отличие высшего предела теплотворной способности от низшего указано выше.

получении водяного газа обычно процесс ведут прерывисто. Сначала через слой топлива в генераторе продувают воздух, и когда температура слоя в результате сгорания углерода в CO и CO₂ повысится, пропускают пар, получая водяной газ, состоящий из CO, CO₂ и H₂. Когда температура слоя топлива, в результате поглощения тепла реакциями, понизится, вновь пускают воздушное дутье.

Возможно также подводить в газогенератор смесь воздуха и водяного пара, причем подводить пар в таком количестве, чтобы тепло, затрачиваемое на его разложение, покрывалось теплом, выделяемым при сгорании C в CO и CO₂.

Получающийся при этом газ носит название смешанного или паровоздушного газа.

При большой добавке пара в газе оказывается много CO₂ и мало CO.

Большое содержание CO₂ в газе является нежелательным по причине негорючести его; кроме того большое содержание CO₂ в газе свидетельствует о неудовлетворительном режиме генератора.

Как было уже указано, в нижней части генератора желательно иметь температуру возможно более высокую, так как это способствует восстановлению углекислоты в окись углерода.

Возникает вопрос: зачем же вводить с воздухом водяной пар, разлагать его и тем самым понижать температуру раскаленной зоны в генераторе?

Вызывается это следующими соображениями.

При высокой температуре раскаленной зоны размягчается и плавится зола топлива, облепляя куски топлива и образуя комья шлака или корку, препятствующие легкому и равномерному распределению воздуха и вызывающие большую потерю горючего в шлаке.

Помимо этого, если раскаленная зона и газ, выходящий из генератора, имеют высокую температуру, то это вызывает большие потери тепла в газопроводе и увеличение потери тепла в окружающую среду самим генератором.

Для установления необходимой и достаточной температуры в нижних слоях генератора и понижения температуры генераторного газа к воздуху, подаваемому в генератор и называемому первичным, добавляют водяной пар. В результате взаимодействия пара с раскаленным

¹ Новейшие методы непрерывного получения водяного газа описаны ниже.

кóксом и получения водяного газа, идущего с поглощением тепла, понижаются температуры в генераторе и генераторного газа, в то же время газ обогащается водородом и окисью углерода, и теплотворная способность его увеличивается.

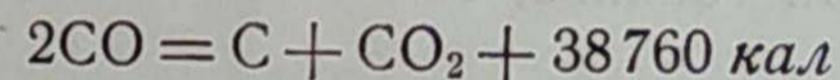
Понижение температуры раскаленной зоны, вызываемое добавкой пара, ограничивается пределом, при котором значительно ухудшается образование CO и разложение CO₂.

Легкоплавкость золы иногда вынуждает все же вводить для охлаждения раскаленной зоны большое количество пара и тем самым значительно ухудшать процесс газификации.

Газификация возможна также за счет чистого кислорода или обогащенного кислородом воздуха. При этом получается газ, обладающий высокой теплотворной способностью, так как в нем отсутствует или содержится в меньшем количестве балласт в виде азота, вводимого с воздухом. В случае добавки к кислороду, вводимому в генератор, водяного пара, реагирующего с углеродом по реакциям 4 и 5, получается газ, носящий название парокислородного и состоящий из окиси углерода, водорода и углекислоты.

Поднимающиеся из нижней части генератора газы смешиваются с продуктами сухой перегонки, имеющими большую теплотворную способность и обогащающими газ; смесь газов, унося с собой некоторое количество пыли из топлива, поступает в газопровод.

В верхней части генератора и в газопроводах благодаря тому, что в них температура значительно ниже, чем в раскаленной зоне, окись углерода может разлагаться¹ по реакции:



с образованием CO₂ и выделением C в виде сажи, что является нежелательным процессом.

Особенно благоприятствуют этому процессу температуры в 450—550°C. При более низких температурах окись углерода остается практически неизменной.

В верхней части генератора имеет также место частичное разложение смол, выделяющихся из топлива, на углеводороды и сажу.

Для того чтобы процесс газификации, т. е. получения CO и H₂, прошел достаточно полно, температура в нижней части должна быть достаточно высока и газы должны до-

¹ Практически это разложение происходит в очень малой степени.

² Гинзбург, Д. В.

статочное продолжительное время обтекать раскаленный углерод.

Таким образом на процесс газификации влияют три фактора: температура, скорость газа в слое топлива и высота слоя.

Если производительность генератора увеличивается, т. е. увеличивается количество протекающих газов, то должны быть для получения такого же качества газа, что и при меньшей нагрузке, увеличены высота слоя и температуры в генераторе.

Повышение температуры имеет пределы, вызываемые плавлением золы и усилением шлакообразования, ухудшающего режим генератора.

При одном и том же слое топлива возможно улучшить состав газа уменьшением производительности генератора.

Хороший газ, который образуется при достаточном разложении CO_2 и H_2O , получается при достаточно высокой и горячей реакционной зоне генератора.

Добавку пара к дутью в обычных условиях (не тугоплавкая зола) производят минимальную — насколько этого допускает шлакование генератора. При большой производительности генератора, в связи с увеличением при этом количества выделяемого в генераторе тепла, добавляют больше пара, а при малой — меньше.

Слой топлива над раскаленной зоной подготавливается — подсушивается и подвергается сухой перегонке — за счет тепла поднимающихся газов. Чем влажнее топливо и чем выше слой топлива, тем с более низкой температурой уходит газ.

При работе с низким слоем топлива получают горячий газ, а при высоком слое топлива холодный газ.

Выгоднее для генераторного процесса, т. е. для получения лучшего генераторного газа (больше CO и H_2 , меньше CO_2 и H_2O), работать с горячей раскаленной зоной, высоким слоем топлива и холодным газом.

Вместо водяного пара в генератор может быть введена углекислота, действие которой на генераторный процесс аналогично действию водяного пара. Реагируя с раскаленным углеродом, углекислота восстанавливается в окись углерода, каковой процесс идет и поглощением тепла ($\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO} - 38760 \text{ кал}$).

По реакциям $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$ и $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$ получается одно и то же количество окиси углерода, но в первой реакции расходуется вдвое большее количество углерода,

чем во второй. Следовательно для получения одного и того же количества окиси углерода в случае пользования углекислотой требуется меньшее количество топлива.

Углекислота может быть использована как в целях поглощения избыточного тепла в генераторе, так и в случае подвода тепла извне генератора, например в виде тепла нагрева подаваемых в генератор газов.

Для введения углекислоты могут быть использованы отходящие газы печей, причем применение нагретых отходящих газов уменьшает расход топлива на газификацию.

При содержании в отходящих газах азота в 79% и больше, улучшение состава генераторного газа за счет добавки отходящих газов, в противоположность тому как это происходит при добавке водяного пара, невозможно. Улучшение состава генераторного газа возможно только в случае добавки отходящих газов, содержащих азота менее 79%, как например в случае газов известково- и магнезито-обжигательных печей, что особенно ценно при использовании также тепла нагрева этих газов.

При оценке состава генераторного газа следует иметь в виду, что часть CO_2 попадает в газ из продуктов сухой перегонки, и чем больше кислорода содержит топливо, тем больше в газе CO_2 из продуктов сухой перегонки.

В табл. 1 приведены некоторые данные о газах, входящих в состав генераторного газа, а в табл. 5 даны составы генераторного газа из различных топлив.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем заключается разница между воздушным, водяным и смешанным газом в отношении:
 - а) подаваемого в генератор дутья?
 - б) состава получаемого газа?
2. Почему получение водяного газа в обычных генераторах не ведется непрерывно?
3. Как повлияет на процесс получения смешанного газа введение в генератор большого количества водяного пара?

3. УСТРОЙСТВО ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Генератор представляет собой шахту, в которой топливо лежит толстым слоем на колосниковой решетке или на поду. Сверху забрасывается топливо, а снизу подводятся

воздух и пар и удаляются остатки газификации — зола и шлак. Получившийся газ отводится обычно сверху.

Различают генераторы самодувные или с естественной тягой и генераторы с искусственным дутьем.

Генераторы самодувные

В этих генераторах (фиг. 8) газы движутся естественным путем благодаря выдавливанию наружным тяжелым столбом воздуха — легкого нагретого столба газа.

Эта выдавливающая сила не только вызывает движение газов в генераторе, но создает положительное, т. е. большее внешнего, давление вверху генератора и в газопроводе (подпор горячих газов). Это положительное давление и является силой, проталкивающей газ дальше. Иметь положительное давление в газопроводе важно потому, что при отрицательном¹ давлении (разрежении), т. е. давлении меньшем внешнего, через каждую щель просасывается воздух или сжигающий газ (потеря и ухудшение газа) или же могущий дать в смеси в известной пропорции с воздухом взрывчатую смесь, способную взорваться. Следует отметить, что для возможности взрыва смесь газа с воздухом должна быть в пропорции, лежащей в известных пределах. При большем или меньшем содержании газа в смеси, чем это соответствует указанным пределам, взрыва не происходит.

Выдавливающая сила, обусловленная разностью весов столбов внешнего воздуха и газа в генераторе, является небольшой величиной, и поэтому самодувные генераторы применяют лишь в случаях малого сопротивления слоя топлива, отсутствия необходимости в значительном положительном давлении в газопроводе и небольшой производительности генераторов.

Генераторы с искусственным дутьем

В последнее время применяют преимущественно дутьевые генераторы, так как производительность их больше, и они допускают пользование мелким топливом, а также потому, что за счет давления дутья возможно преодолеть сопротивление дли-

¹ Положительное давление есть превышение давления над атмосферным, а отрицательное давление или разрежение — нехватка давления до атмосферного.

ных газопроводов и очистительных устройств, находящихся за газогенераторами.

Для возможности подвода дутья поддувало в газогенераторе закрывают и присоединяют его воздухопроводом к вентилятору, нагнетающему в генератор воздух.

Выключение от атмосферы делают или гидравлическое с помощью водяного затвора (фиг. 10, 15, 16) или сухое — уплотнением нижней части генератора без помощи воды (фиг. 20, 49).

Искусственная подача воздуха в генератор может иметь место не только с помощью нагнетания, но и с помощью всасывания.

В этом случае за генератором ставится отсасывающий вентилятор, который оттягивает из генератора газы и создает в генераторе разрежение, под влиянием которого засасывается в генератор воздух.

Этот способ применяется редко, так как при нем газопроводы и генератор находятся под разрежением, в результате которого возможен присос воздуха.

Генераторы, работающие на разрежении, часто обслуживают двигатели внутреннего сгорания — газовые машины, в которых всасывающее действие создается движением поршня в цилиндре двигателя.

Расположение генераторов и конструкция генераторных шахт

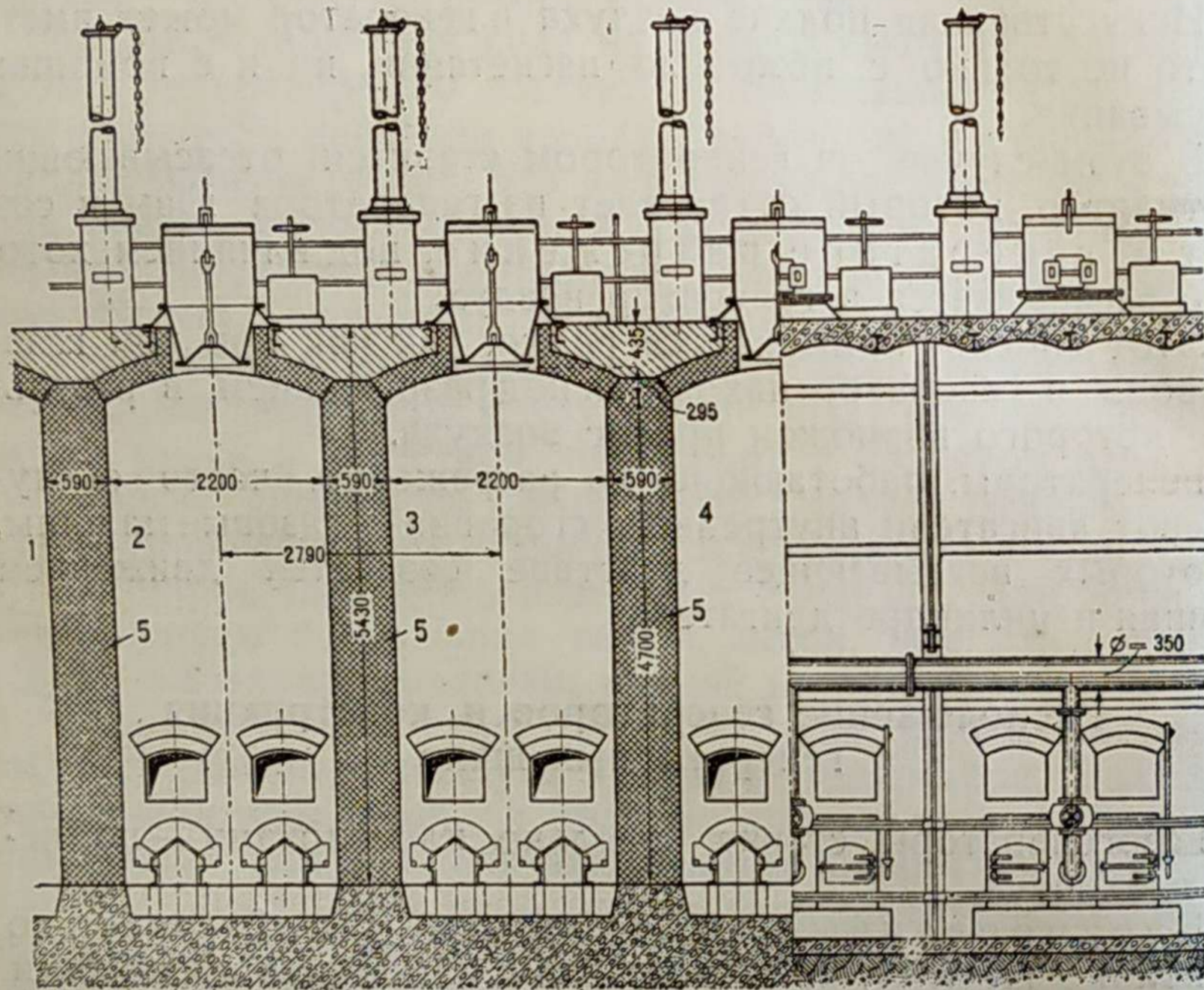
Газогенераторы ставят отдельно или блоками — по несколько штук.

Блокированные генераторы (фиг. 2) строят по несколько штук (1, 2, 3, 4) целиком из кирпича и с общими внутренними стенками. Они занимают мало места, меньше теряют тепла наружу и на их постройку тратится меньше материала, чем при отдельно стоящих газогенераторах. Форма их обычно прямоугольная. Недостатком устройства в блоке является образование трещин в промежуточных стенах генераторов вследствие многократного их разогрева и охлаждения. Через образовавшиеся трещины газ может проникать из работающих шахт в неработающие и образовывать гремучую смесь или отравлять обслуживающий персонал; поэтому необходим надлежащий надзор за генераторами.

Генераторы прямоугольные и выполняемые целиком из кирпича ставятся иногда и отдельно.

В генераторах подобной формы механическое удаление шлаков и золы наиболее распространенным путем — с помощью вращающихся решеток — не применяется.

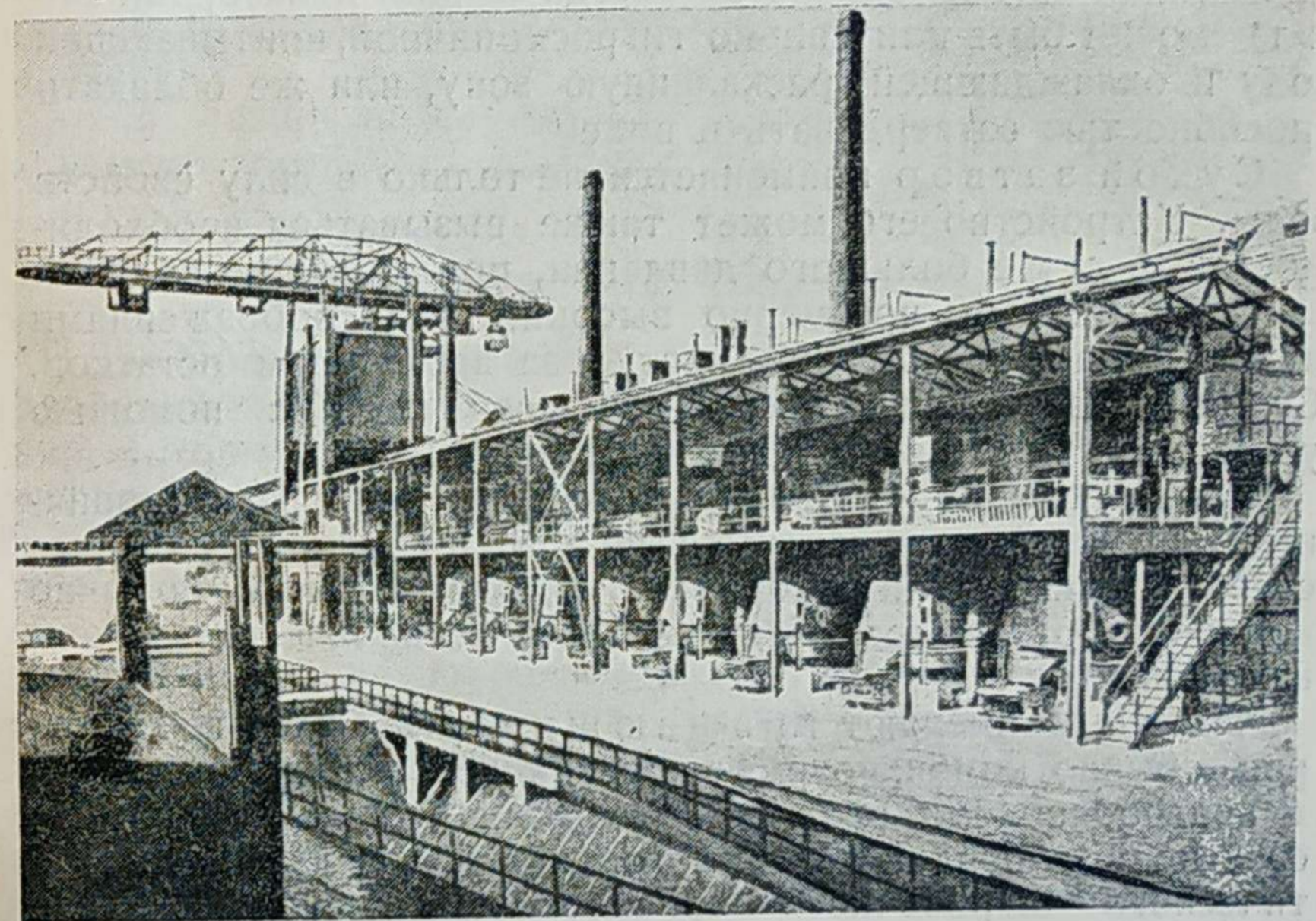
Наиболее современными и распространенными типами являются генераторы с железными кожухами (фиг. 1, 16, 17). Их делают круглыми, помещая внутреннюю шамотную огнеупорную кладку в железном кожухе. Эти генераторы всегда располагаются отдельно друг от друга (фиг. 3).



Фиг. 2. Группа генераторов в блоке: 1, 2, 3, 4 — шахты; 5 — внутренние стены.

Генераторы, состоящие целиком из кирпича, изнутри выкладываются из огнеупорного (шамотного) кирпича, а снаружи — из красного. Генераторы же с железными кожухами выкладываются изнутри из шамотного кирпича, а между кожухом и шамотным кирпичом кладется слой изоляции (материал плохо проводящий тепло) из трепела, пемзы и т. п. В этих генераторах кладка значительно тоньше чем в случае одной кирпичной кладки. Фундамент под генератор делается из бетона или из бутового камня на цементном растворе,

В сводах и стенах генераторов предусматривают смотровые и шуровочные отверстия как для наблюдения за внутренностью генератора, так и для разбивания спекшихся комьев топлива и шлака и разравнивания слоя топлива. В своде оставляется также отверстие для загрузочной коробки. При применении генераторов с горизонтальной и ступенчатой решеткой в нижней части генератора предусматриваются в кладке проемы для обслуживания решетки.



Фиг. 3. Группа отдельно стоящих генераторов.

Прямоугольные шахты обвязываются с помощью железных стоек и связей. Нижние концы стоек заделывают бетоном в земле, а сверху их стягивают связями. Вдоль стен генераторов прокладывают продольные балки.

Если генератор снабжен водяным затвором, то в случае прямоугольного генератора затвор осуществляется погружением в воду нижней части дверной рамы (фиг. 10), водяной же затвор круглого генератора выполняется путем погружения в воду железного или стального кольца — фартука, прикрепленного к кожуху (фиг. 16).

При применении железных кожухов (фиг. 16) кладка обычно лежит на чугунном или стальном кольце 16, прикре-

пленном к кожуху. К этому же кольцу прикрепляется и нижнее кольцо — фартук-15, образующее водяной затвор (фиг. 16).

Преимуществом водяного затвора является возможность чистки генератора на ходу без выключения его. При этом выгребают золу и шлак через водяной затвор. Дутье приходится останавливать лишь при сильном шлаковании и необходимости ломки шлаков.

Водяной затвор однако не всегда можно делать, так как зола может быть или сильно гигроскопичной, впитывающей воду и охлаждающей раскаленную зону, или же обладать способностью затвердевать в воде.

Сухой затвор применяется не только в силу свойств золы. Устройство его может также вызываться необходимостью в дутье большого давления, при котором водяной затвор вышел бы чрезмерно высоким, или соображениями лучшего наблюдения при чистке за характером остатков. Сухой затвор чаще всего осуществляется с помощью устройства уплотняющих кожухов (фиг. 20).

Генераторы с железными кожухами (иногда и кирпичные) перекрываются чугунными плитами, на которые ставятся загрузочные коробки. Эти генераторы обычно подвешивают на трех или четырех металлических колоннах (фиг. 16).

Иногда применяют вращающиеся шахты генераторов, обычно комбинируемые с механическими шуровочными приспособлениями (фиг. 55). Вращением шахты *e* достигается подача каждой частицы топлива под действие автоматического шуровочного приспособления *d*, разбивание спекшихся кусков, лучшее разравнивание угля и в результате большая равномерность процесса. Соединение шахты *e* и крышки *t* уплотнено водяным затвором *з*. Шахта приводится во вращение с помощью зубчатого венца *у*, прикрепленного к кожуху. К этому же венцу прикреплен опорный рельс *ф*, вращающийся на роликах *х*, смонтированных на кронштейнах колонн *ц* генератора.

Большим недочетом при применении топлив с легкоплавкой золой является приваривание шлаков к стенкам, уменьшающее сечение генератора и нарушающее равномерность работы генератора. Во избежание этого явления в нижней части генератора (фиг. 26) применяют охлаждающие кожуха (рубашки) с водой.

В кожухе получают или горячую воду или пар. В случае получения пара следует пользоваться чистой или очищенной водой, не дающей накипи,

Иногда в генераторах применяют железные охлаждаемые водой крышки, что имеет целью или получение пара за счет тепла нагрева газа или удобство монтажа загрузочных шуровочных устройств и возможность применения вращающихся шахт (фиг. 55).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Почему избегают работы генераторов на разрежении?
2. Может ли самодувный генератор при мелком топливе обеспечить высокую производительность генератора?

Загрузочные устройства

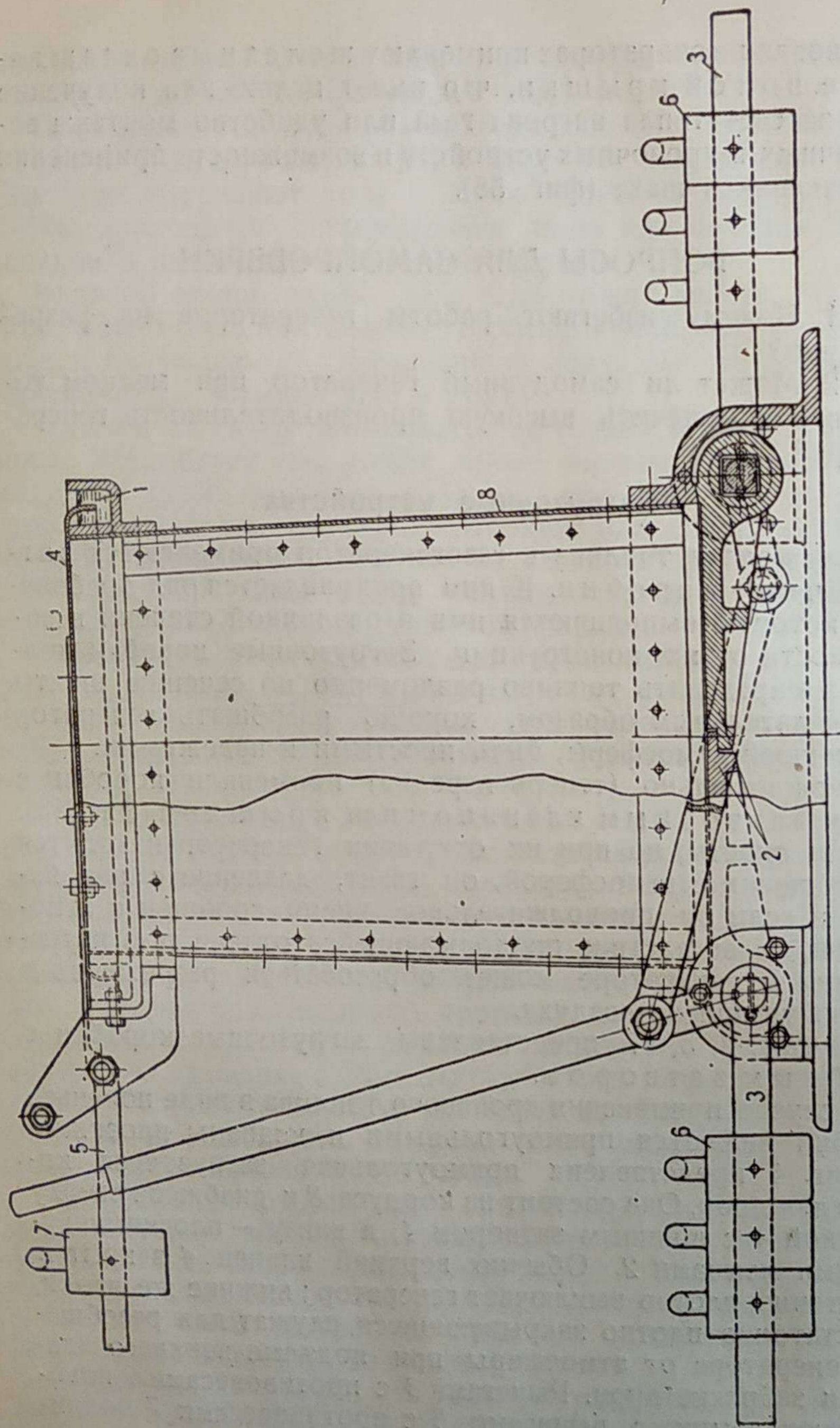
Для подачи топлива в газогенератор применяются загрузочные коробки. К ним предъявляется ряд требований, которые выполняются ими в различной степени в зависимости от их конструкции. Загрузочные коробки должны распределять топливо равномерно по сечению шахты или желательным образом, хорошо разобщать генератор от внешней атмосферы, быть простыми и надежными.

Первоначально (теперь изредка) применяли коробки с одним затворным клапаном или крышкой (фиг. 13).

Они просты, но при их открытии генератор находится в сообщении с атмосферой, он газит, давление в нем падает, и если он продолжительное время сообщен с атмосферой, то вследствие продолжающейся отдачи газа потребителям в генераторе может образоваться разрежение и произойти присос воздуха.

На фиг. 4, 5, 17 представлены загрузочные коробки с двойным затвором.

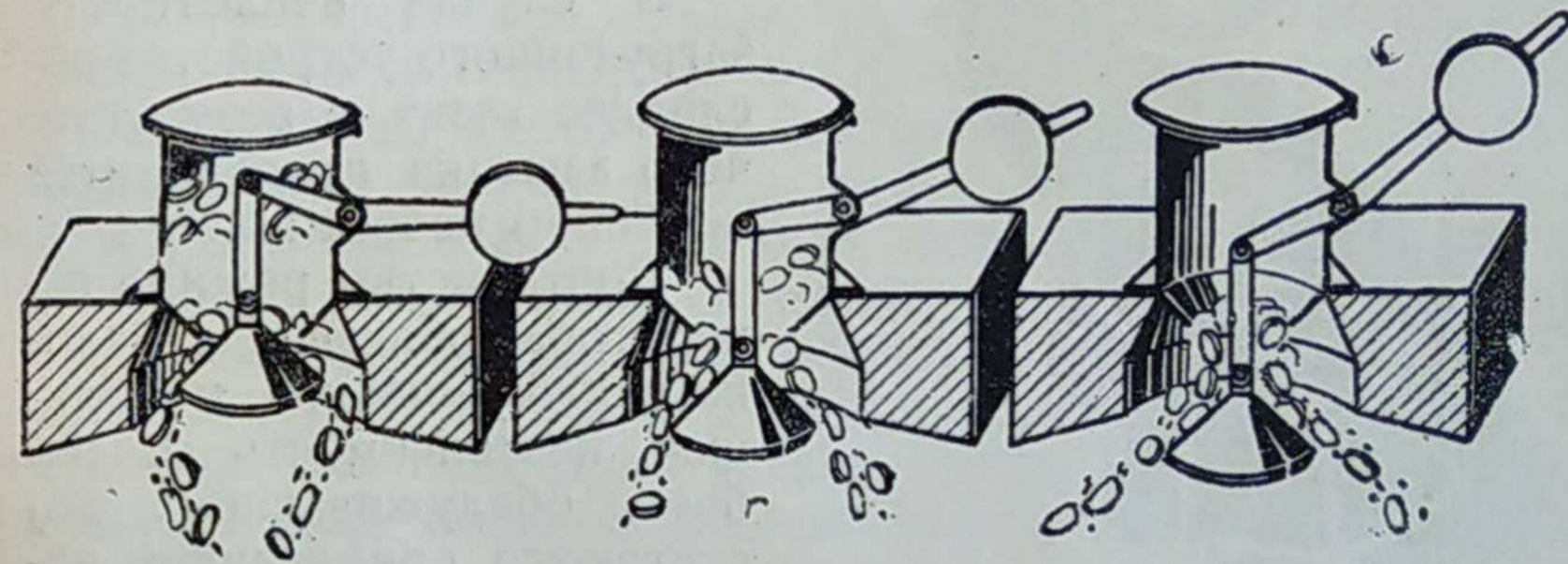
В случае применения дровяного топлива в виде поленьев коробки делаются прямоугольными и клапаны плоскими. На фиг. 4 представлена прямоугольная загрузочная коробка для дров. Она состоит из корпуса *8* и снабжена сверху крышкой *4* с водяным затвором *1*, а внизу — плоскими чугунными языками *2*. Обычно верхний клапан *4* закрыт и достаточно плотно выключает генератор; нижние же языки, недостаточно плотно закрывающиеся, служат для разобщения генератора от атмосферы при подъеме верхнего клапана и заброске дров. Рычагами *3* с противовесами *6* поворачивают языки, а рычагами *5* с противовесами *7* поднимают и опускают крышку *4*.



Фиг. 4. Загрузочная коробка для дров с двойным затвором: 1—верхний гидравлический затвор; 2—языки нижнего затвора; 3—рычаг; 4—крышка верхнего затвора; 5—рычаг; 6—противовес; 7—противовес; 8—корпус коробки; 9—рычаг; 10—рычаг; 11—противовес; 12—рычаг; 13—противовес.

На фиг. 17 представлена круглая загрузочная коробка, применяющаяся для кусковых топлив: угля, торфа и щепы. Нижний клапан 8 у нее конический, дающий лучшую плотность, нежели плоские; верхний клапан — крышка 9 — создает плотность прижимом к корпусу коробки (изредка верхний клапан снабжается гидравлическим затвором). Нижний затвор приводится в движение с помощью рычага 10 с противовесом 11, а верхний с помощью рычага 12 с противовесом 13.

Нижний клапан — конус — не только создает плотность. Скоростью опускания его возможно также регулировать количество топлива, попадающего ближе к стенам и к середине. При медленном опускании больше топлива сыпается к середине; при более быстром (фиг. 5 — три положения) больше топлива попадает к стенкам генератора. Это имеет



Фиг. 5. Распределение топлива по сечению в зависимости от положения конуса.

большое значение, так как топливо обычно в генераторе располагается неравномерно: более крупные куски — у стен и мелкие — ближе к середине. Коробки, снабженные конусами, газят значительно меньше, чем имеющие плоские клапаны.

Иногда для дров и торфа в прямоугольных генераторах применяют загрузочные коробки, имеющие двойной гидравлический и один простой затвор. Один водяной затвор всегда выключает генератор: при загрузке топлива на языки — нижний (под языками) и при опускании языков для спуска топлива в генератор — верхний (над языками).

Эти коробки плотны, но сложны и дороги.

При обыкновенных загрузочных приспособлениях топливо засыпается периодически, и следовательно режим генера-

тора постоянно меняется. Непосредственно после засыпки в газе содержится много влаги и летучих веществ; через некоторое время начинает увеличиваться содержание в газе окиси углерода; после этого генератор начинает прогорать, и в газе увеличивается содержание CO_2 . Если засыпки топлива производятся редко, то колебания в режиме генератора очень значительны, и перед засыпкой генератор сильно прогорает.

Производство частых засыпок, наоборот, исключает заметное влияние таковых на режим. Качество засыпки зависит от умения и добросовестности обслуживающего персонала.

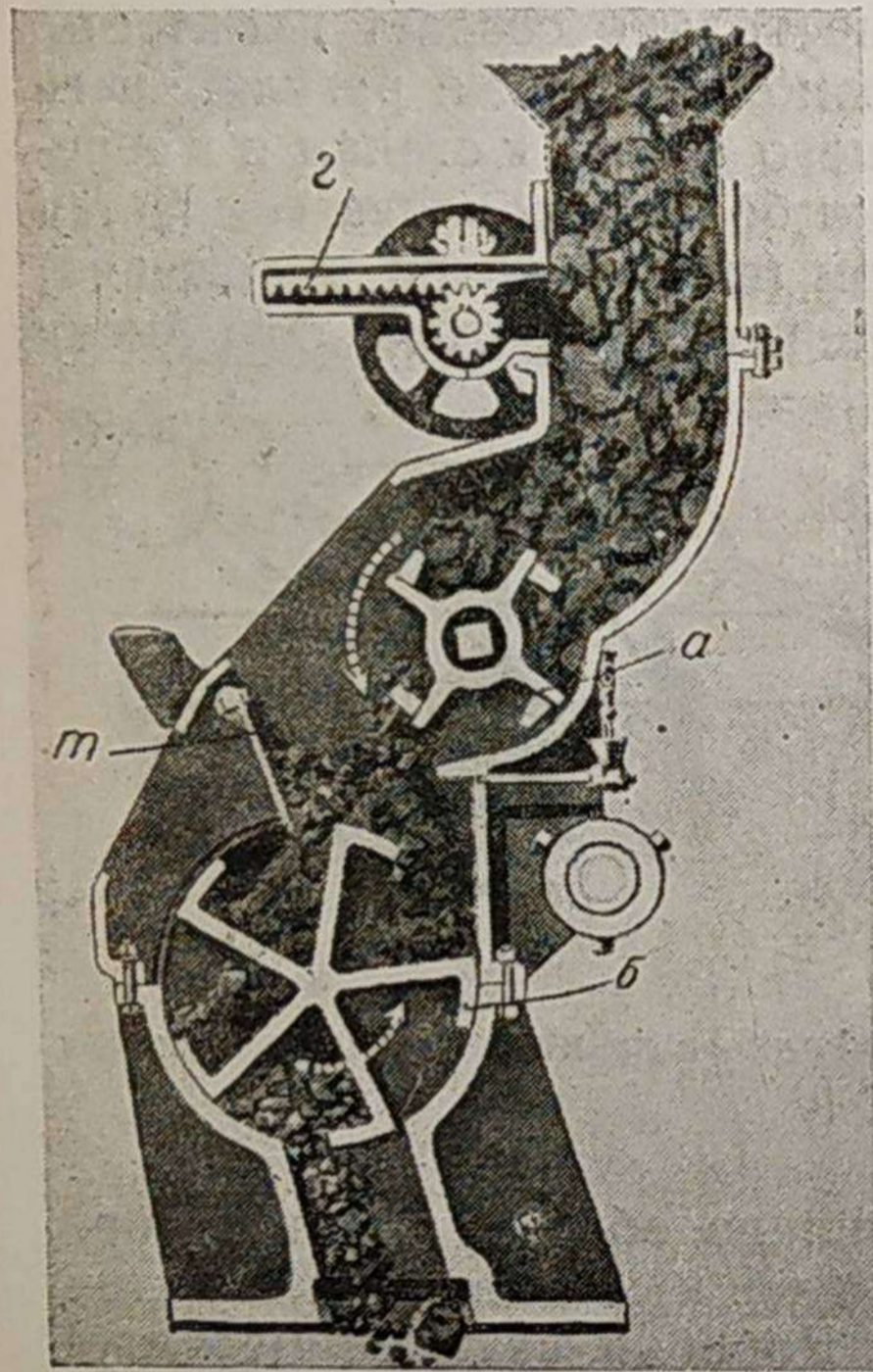
В случае неплотности загрузочного устройства последнее газит, в результате чего засыпка производится особенно небрежно.

Постоянство режима генератора, облегчение условий обслуживания и большая независимость от работы обслуживающих достигаются применением автоматических засыпных приспособлений.

На фиг. 6, 55 представлен автоматический питатель генераторов Вельмана, работающих на Константиновских стекольных и цинковом заводах.

Этот аппарат (фиг. 6) состоит из двух барабанов *a* и *б* с лопастями. Изменением числа оборотов верх-

него барабана *a*, имеющего четыре лопасти, регулируют количество засыпаемого топлива. Нижний барабан *б* с пятью лопастями засыпает уже отмеренное количество угля и служит затвором. Автоматический питатель отделяется от бункера заслонкой *ч*. Барабаны *a* и *б* с помощью собачек и храповых колес через малые промежутки времени поворачиваются на некоторый угол,



Фиг. 6. Автоматический питатель Вельмана: *a* — дозирующий барабан; *б* — клапанный барабан; *г* — задвижка; *т* — заслонка.

Заслонка *т*, подвешенная над нижним клапанным барабаном *б*, предохраняет его от переполнения углем.

Равномерное распределение топлива по сечению достигается действием автоматического шуровочного лома (фиг. 55) и вращением шахты генератора.

Генератор, представленный на фиг. 22, оборудован автоматическим питателем Чапмана. Питатель снабжен воронкой *д*, постоянно заполненной углем, поступающем из бункера *с*. Из воронки уголь поступает в вращающийся барабан *г* с перегородками. Барабан приводится в движение с помощью храпового колеса *ж* с собачкой *з*. Храповое колесо *ж* получает движение от кривошипа *и*, шатуна *к* и з бчатки *л*, приводимой в движение от расположенной ниже шестерни, насаженной на вал мотора.

Барабан *г* разделен перегородками на три части. При вращении барабана отдельные карманы его опоражниваются, ссылая уголь в генератор, но в то же время перегородки барабана всегда отключают внутренность генератора от воронки, чтобы из генератора в последнюю не мог просочиться газ. Крупные куски угля, не проходящие из воронки в барабан, раздавливаются между барабаном и воронкой. Уголь, высыпавшийся из барабана, падает на охлаждаемый водой конус *е*, которым и распределяется по сечению генератора. Для попадания угля к центру генератора охлаждаемое водой опорное кольцо загрузочного приспособления *о* снабжено выступами *р*.

Одним из недостатков загрузочных приспособлений является пропускание ими газов из генератора в объеме, по крайней мере соответствующем объему загрузочной коробки или полостей барабана питателя.

Это происходит вследствие того, что при спуске топлива в шахту загрузочная коробка заполняется газом, выделяющимся в помещение при открывании верхнего клапана. Иногда для вытеснения газа из загрузочных коробок в шахту или предупреждения попадания газа в коробку подводят к загрузочным коробкам пар, пуская последний при опускании конуса.

В случае неплотности коробок таковые газят через втулки и клапаны.

Автоматические питатели при повороте барабана выделяют наружу газ, проникающий в полости барабана при высыпании из них в генератор топлива. Неплотности барабана могут быть причиной еще большего проникновения газов наружу. Поэтому требуется максимальное уплотнение

этих приспособлений, предусматриваемое их конструкцией и уходом за ними. Особенное значение имеет плотность питателя в генераторах для получения водяного газа, работающих в условиях повышенного давления газа.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Почему не целесообразно применение загрузочных коробок с одним затвором?

2. В чем заключается значение нижнего затвора — конуса — в круглых загрузочных коробках?

3. Каковы преимущества автоматического питания сравнительно с ручным?

Колосниковые решетки генераторов

Колосниковые решетки предназначены для распределения дутья по сечению генератора, поддержания слоя топлива и удаления очажных остатков. Иногда они выполняют только часть этих функций.

Колосниковая решетка является основной частью генератора, от которой зависит расположение топлива, равномерность подачи воздуха и удаление очажных остатков. Различных по устройству решеток существует множество, но в основном возможно в зависимости от положения топлива, распределения дутья и удаления очажных остатков генераторы разделить на следующие группы:

- 1) генераторы с газификацией на подду; 2) генераторы с неподвижной решеткой; 3) генераторы с вращающейся решеткой.

1. Генераторы с газификацией на подду. Причиной отсутствия колосников в генераторе при малой зольности топлива иногда является желание избежать применения дорогой металлической решетки; иногда же применяют газификацию на подду с целью подвести дутье с боков более равномерно, нежели это допускают обыкновенные колосниковые решетки. Газификация на подду осуществляется также в генераторах со спуском жидких шлаков (см. ниже).

На фиг. 48 представлен примитивный самодувный генератор, в котором топливо — торф лежит на подду.

Воздух подается через боковую щель и через нее же производится удаление золы и шлака.

На фиг. 7 представлен генератор Геллера, в котором воздух и пар подводятся под давлением с боковых сторон

нижней части 1 генератора из коробок 2 через несколько отверстий 3. Нижняя часть генератора сильно сужена, что благоприятствует равномерности процесса. Удаление золы и шлака производится вручную из залитой водой бетонной ямы 4. Газ отводится через отверстие 5.

2. Генераторы с неподвижной решеткой. Неподвижные решетки бывают различных видов: горизонтальные, ступенчатые, наклонные, крышеобразные и т. д.

Соответственно прямоугольной или круглой форме шахты решетки делаются прямоугольными и круглыми.

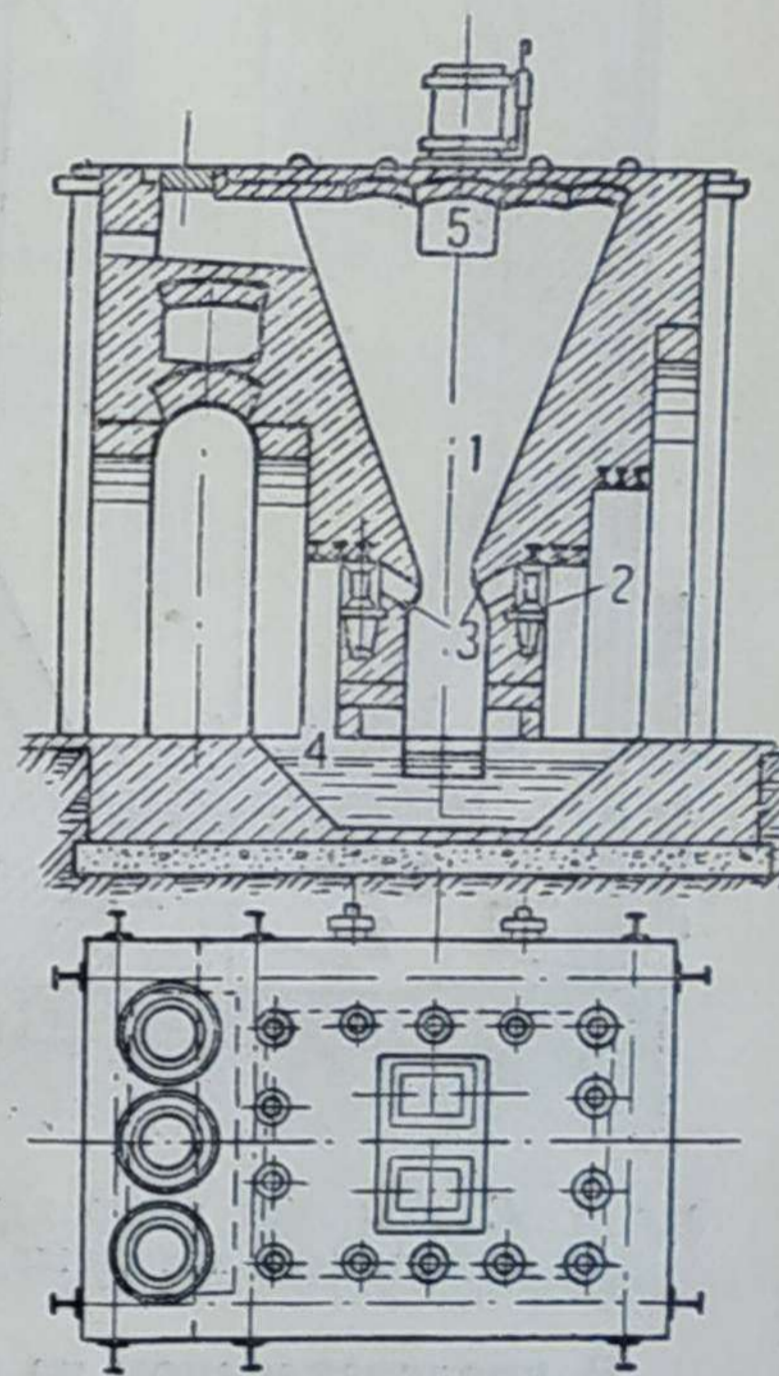
На фиг. 8 представлен генератор с горизонтальной решеткой. Преимущественно на подобных решетках газифицируют топлива мало-зольные и с кусками крупного размера (дрова, торф).

Чистка решеток при мало-зольном нешлакующем топливе производится снизу — прочисткой прозоров колосников 1, а при шлаковании — путем удаления шлака, лежащего над решеткой. Удаление золы, просыпающейся между колосниками, производится из поддувала (зольника) 3, расположенного под решеткой.

Колосники лежат краями на железных балках 2. Обычная форма колосника представлена на фиг. 9.

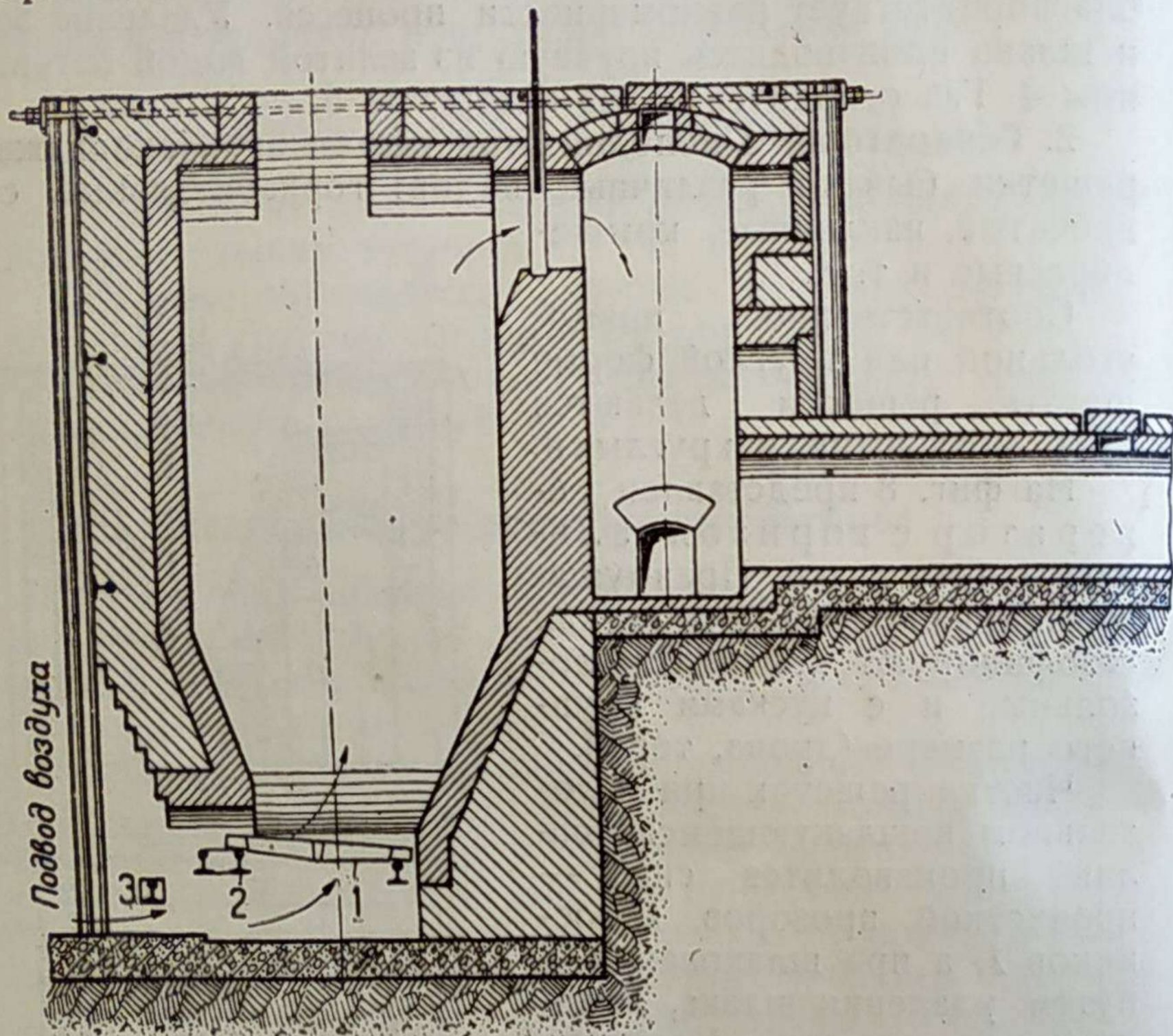
На фиг. 10 представлен генератор со ступенчатой решеткой. Эта решетка 1 расположена под углом к горизонту, обычно несколько больше угла естественного откоса, что создает естественное сползание топлива по мере его выгорания, постоянство высоты слоя топлива и меньшую зависимость от периодичности засыпки.

Вторым крупным достоинством этих решеток является устранение провала между колосниками мелких частиц



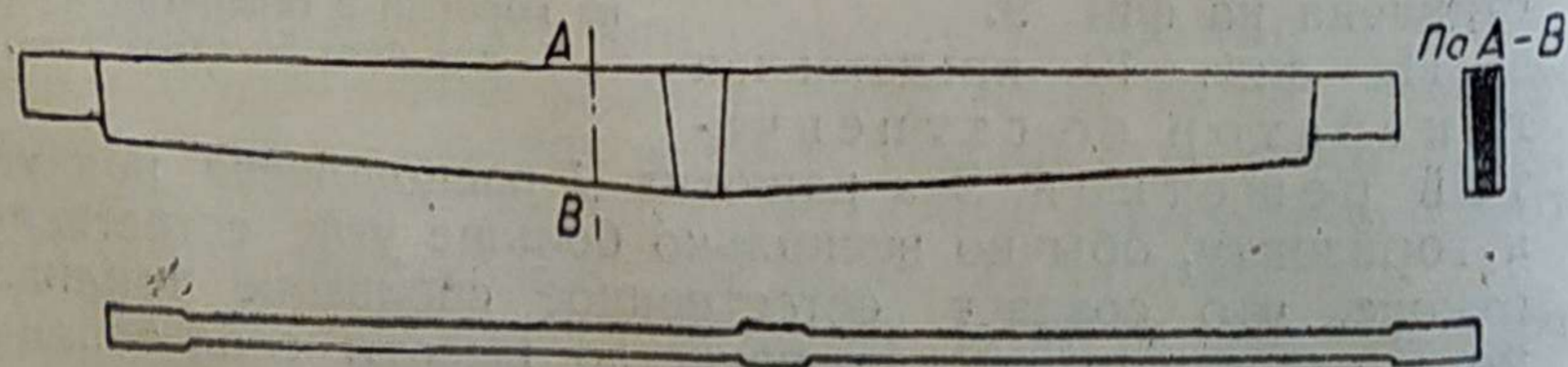
Фиг. 7. Генератор Геллера: 1 — суженная нижняя часть генератора; 2 — коробка, распределяющая дутье; 3 — отверстие для входа дутья из коробки в генератор; 4 — бетонная яма; 5 — отвод газа.

топлива, что неизбежно при горизонтальных решетках. Таким образом эти решетки допускают применение для газификации мелкого топлива.



Фиг. 8. Самодувный генератор с горизонтальной решеткой: 1—горизонтальный колосник; 2—опорная балка; 3—поддувало.

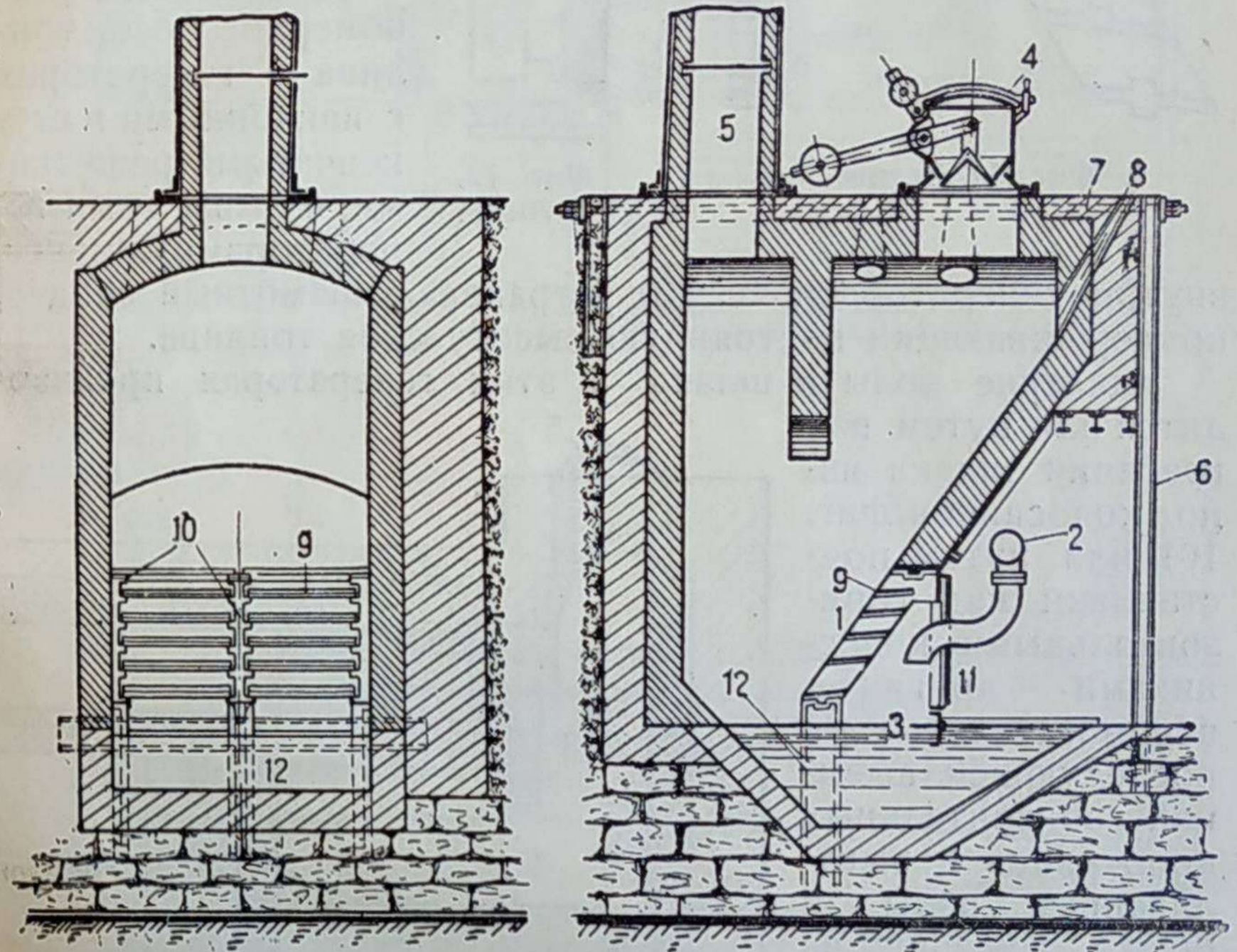
В представленном на фиг. 10 генераторе дутье подается воздухопроводом 2. Генератор снабжен водяным затвором 3, через который возможно производить удаление остатков на ходу. Топливо подается с помощью загрузочной коробки 4



Фиг. 9. Горизонтальный колосник.

с двойным затвором. Газ удаляется через газопровод 5. Генератор, имеющий прямоугольную форму, обвязывается с помощью стоек 6 и связей 7. Он снабжен верхними шуровочными отверстиями 8 для шуровки топлива, кроме того при необходимости шуровка производится через дверки 11 сквозь прозоры ступеней 9.

Самая решетка состоит из ступеней 9, тетив 10, служащих опорами для ступеней и опор тетив — стоек 12. Эти ре-



Фиг. 10. Генератор со ступенчатой решеткой, дутьем и гидравлическим затвором: 1—решетка; 2—поддача воздуха; 3—гидравлический затвор; 4—загрузочная коробка; 5—отвод газа; 6—стойка обвязки; 7—связь; 8—шуровочное отверстие; 9—ступень; 10—тетива; 11—дверка; 12—стойка колосников.

шетки имеют большое живое сечение (отношение площади прозоров решетки, т. е. ее свободной площади — к общей), что благоприятствует проходу воздуха.

На фиг. 11, 12 представлены ступенчатый колосник и его опора тетива.

На фиг. 13 представлен генератор, в котором ступенчатые колосники 1 применены в комбинации с горизонталь-

ными колосниками 2, что увеличивает площадь решетки и следовательно производительность генераторов. Взамен ступенчатых колосников применяют иногда наклонные колосники, обуславливающие большой провал топлива.

Для создания равномерного слоя топлива в генераторах с наклонными и ступенчатыми решетками, называемыми генераторами Сименса,

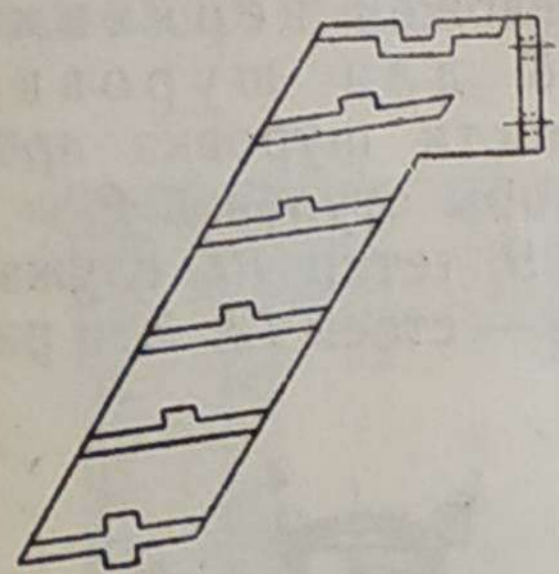
внутри генератора (фиг. 13) устраивают шамотный свод 3, поддерживающий постоянную высоту слоя топлива.

Удаление золы и шлака в этих генераторах производится или путем выгребания шлака из-под колосников (фиг. 10) или путем подставки над горизонтальными колосниками других — вспомогательных — с последующей выемкой горизонтальных колосников и вываливанием золы и шлака, лежащих на них.

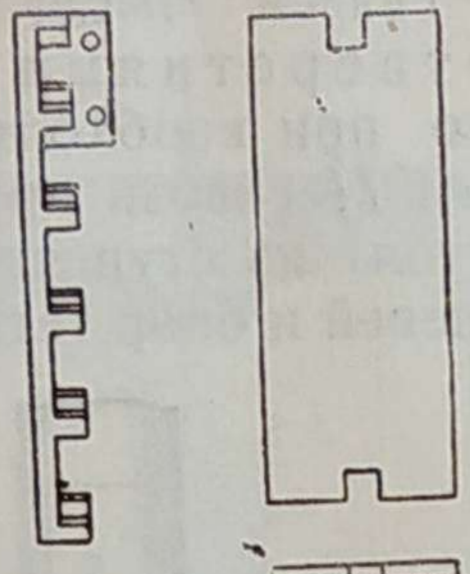
Шуровка — разбивание спекшихся комьев топлива и шлака, заделывание прогаров и выравнивание слоя топлива производится через прозоры ступеней и через отверстия в своде (фиг. 10, 13).

Эти генераторы применяются преи-

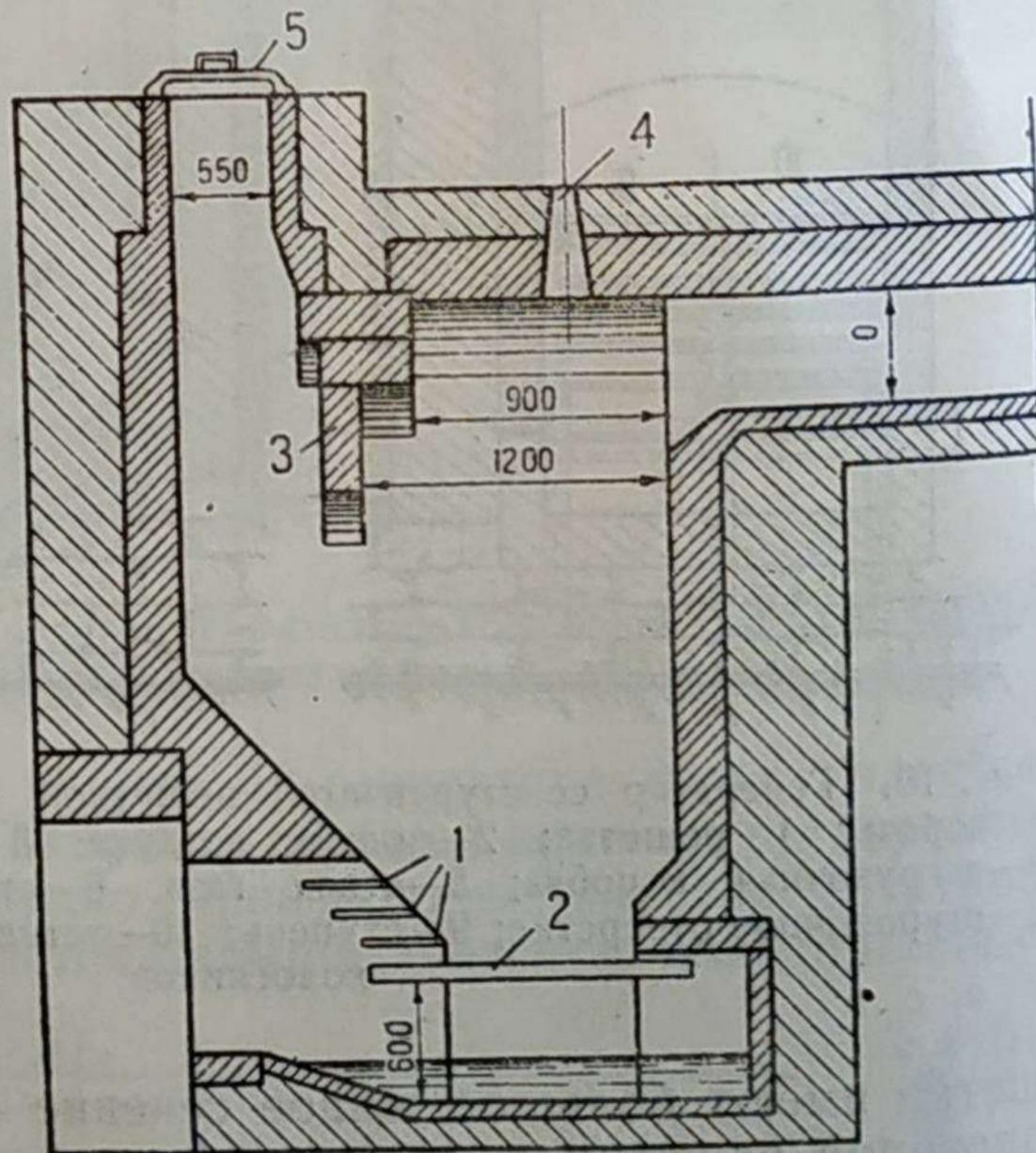
Фиг. 13. Генератор с комбинированной ступенчато-горизонтальной решеткой: 1 — ступени решетки; 2 — горизонтальная решетка; 3 — свод, поддерживающий постоянный уровень топлива; 4 — шуровочное отверстие; 5 — крышка, прикрывающая загрузочное отверстие.



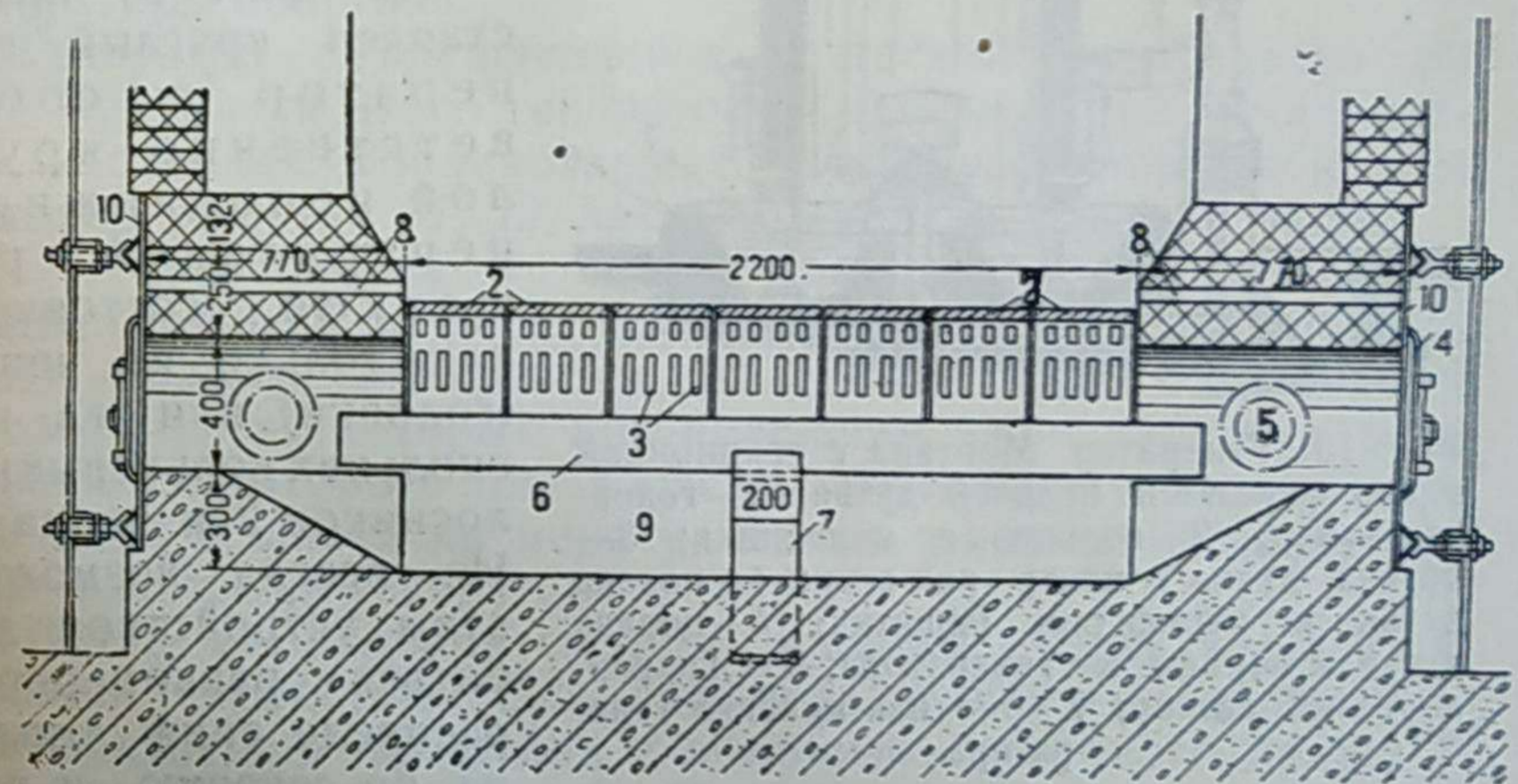
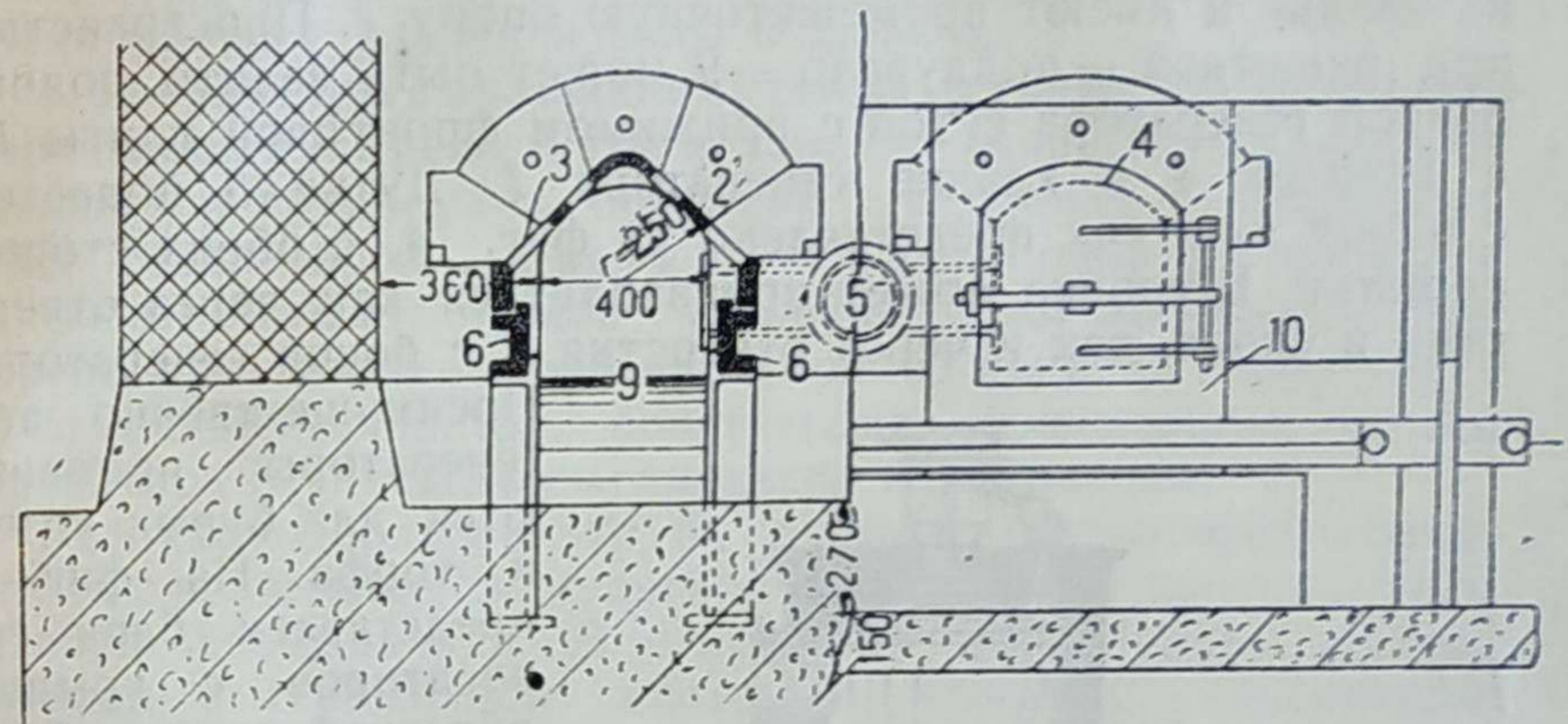
Фиг. 11. Тетива.



Фиг. 12. Ступень.



мущественно для газификации каменного угля. Иногда колосникам придают крышеобразную форму (фиг. 14а, б). Эти колосники 2 служат для подвода воздуха и частично для поддержания слоя топлива и шлака в генера-

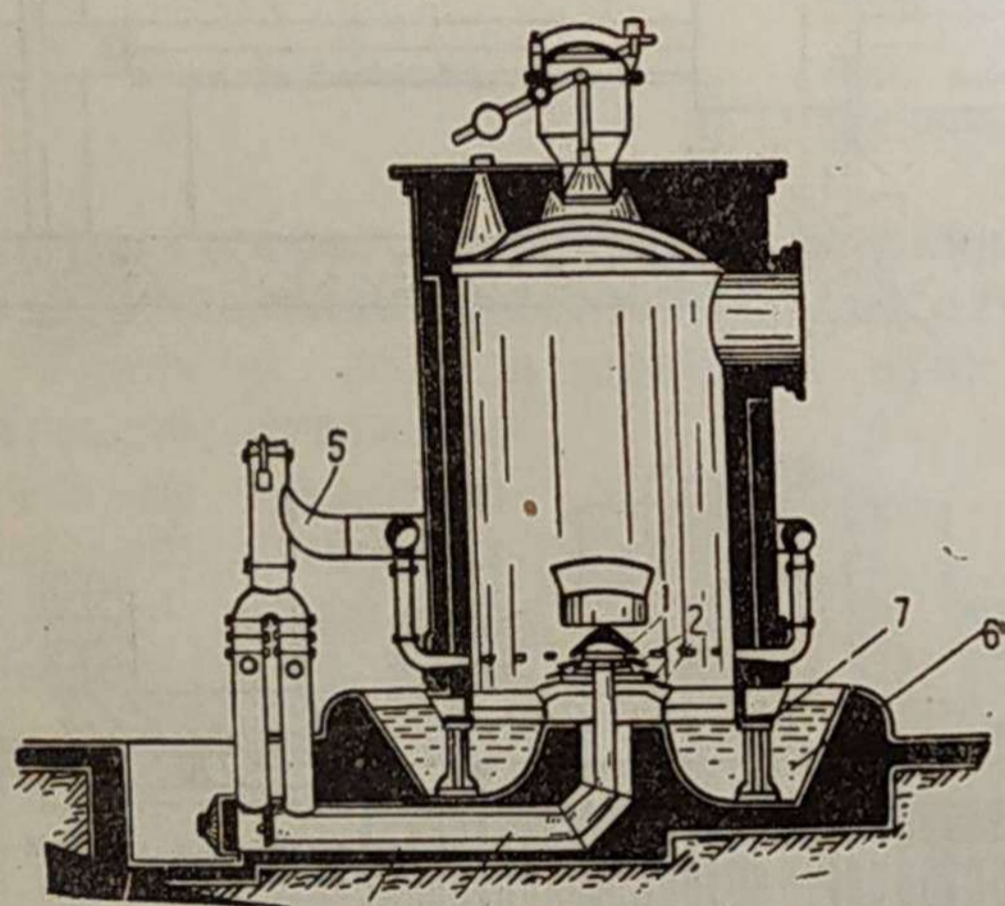


Фиг. 14 а, б. Крышеобразная решетка: 1 — шахта генератора; 2 — колосники; 3 — прозоры для прохода воздуха; 4 — дверка; 5 — подача дутья; 6 — опорные балки; 7 — средняя опора балок; 8 — шуровочные отверстия; 9 — поддувало; 10 — фронтальная плита.

торе 1. Зола и шлак в этом случае по мере удаления остатков из-под решетки сползают под нее. Решетки составлены из отдельных секций и снабжены отверстиями 3 для прохода воздуха, которыми равномерно распределяют воздух по сечению генератора. Когда на колос-

никах накапливается достаточный слой топлива, открывают дверку 4 с боков генератора и выгребают некоторое количество золы из под решетки.

Колосники 2 лежат на чугунных балках 6. Балки лежат на кладке и имеют промежуточную опору 7. Пространство под решеткой — поддувало — 9 может быть залито водой. Затвор генератора сухой с прижимом фронтальной плиты 10 с дверкой 4 к кладке генератора 1. Дутье 5 подается с одной или, как представлено на фиг. 14, с обеих сторон решетки. Шуровка может производиться как через отверстия в своде, так и через отверстия 8 с боков генератора.



Фиг. 15. Генератор Моргана с секционной и периферийной подачей дутья; 1—головка-чепец; 2—кольцевые колосники; 3—подача дутья в центр решетки; 4—подача дутья к периферии решетки; 5—подача дутья к периферии генератора; 6—гидравлический затвор; 7—опорная колонна генератора.

В больших диаметрах генераторов подводят дутье дополнительно 5 с периферии, а также разделяют подвод воздуха под колосники на секции 3, 4. Обычно эти генераторы снабжают водяными затворами 6, через которые и производят удаление золы и шлака, не приостанавливая дутья. При сильном шлаковании все же приходится дутье приостанавливать, открывать дверки для шуровки и взламывать шлак. Генератор покоится на колоннах 7.

Генераторы, снабженные неподвижными решетками, дешевы, не требуют особо квалифицированного персонала,

надежны в работе, но имеют небольшую производительность и менее устойчивый режим; удаление золы и шлаков в них более затруднительно, чем в описанных ниже генераторах с вращающимися решетками, в которых механизирован процесс удаления золы и шлаков.

3. Генераторы с вращающимися решетками. В генераторах с вращающимися решетками механизирована одна из наиболее тяжелых и трудоемких операций, связанных с обслуживанием генераторов — чистка генератора от золы и шлака. Автоматическое удаление золы и шлака приобрело практическое значение лишь со времени изобретения вращающихся решеток, сочетающих механизацию чистки генератора с улучшением процесса газификации.

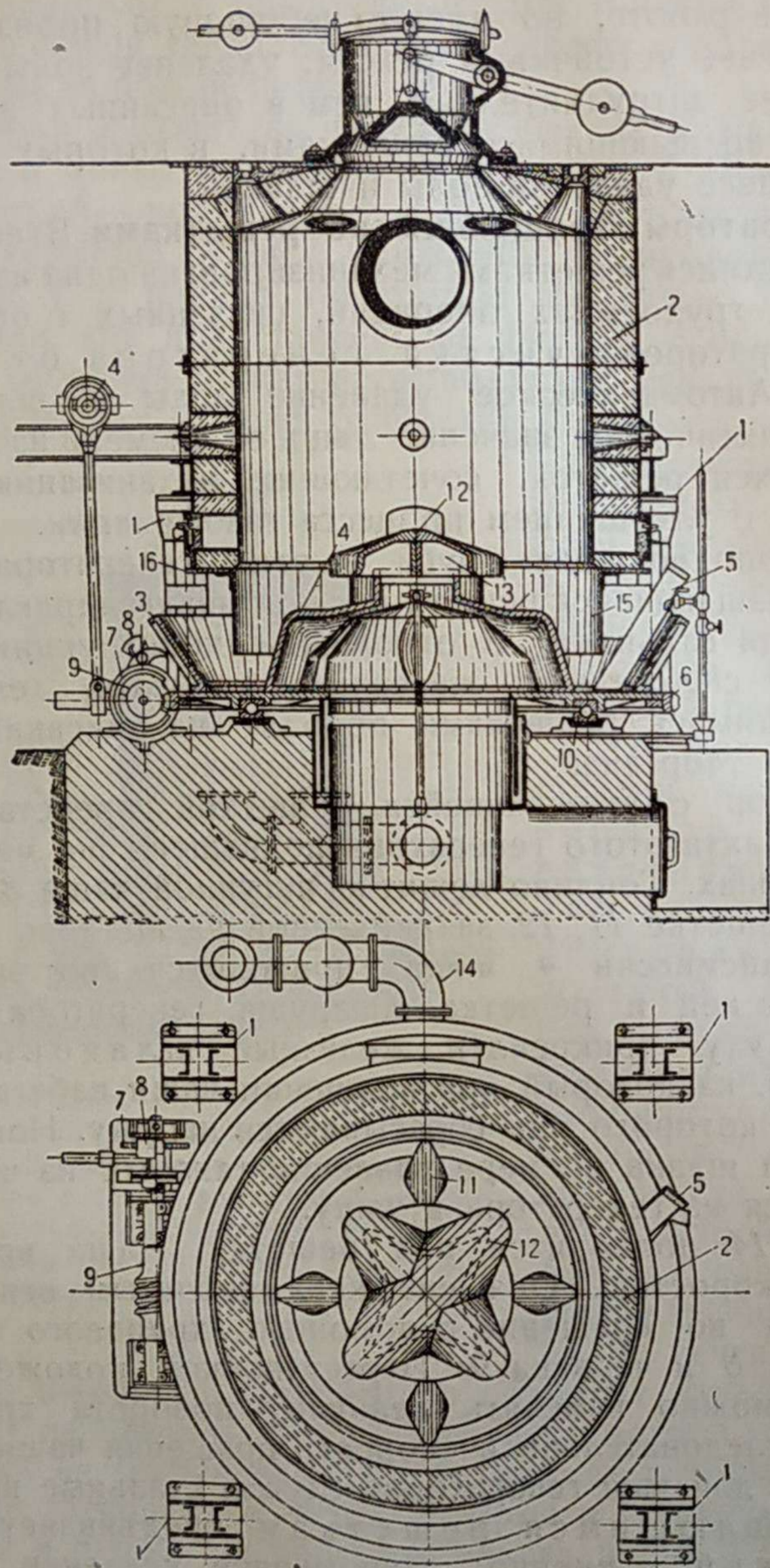
Воздухоподводящая труба в этих генераторах соединяется с вращающейся решеткой с помощью гидравлического затвора или сальника. В отношении конструкции шахты, круглой и снабженной железным кожухом, генераторы с вращающимися решетками походят на описанные выше генераторы Моргана.

Генератор с вращающейся решеткой представлен на фиг. 16. Шахта этого генератора подвешена на металлических колоннах. Топливо лежит на чугунной чаше 3 и колосниковой решетке 11, 12, закрепленной на поддоне чаши.

От трансмиссии 4 чаша приводится во вращение, а вместе с ней и решетка. Снаружи генератора обычно к его кожуху прикреплен железный шлаковый нож (лемех), на который при вращении чаши набегает зола и шлак и с которого они сбрасываются наружу. Новые порции золы и шлака по мере удаления таковых из чаши выталкиваются из генератора в чашу.

Дутье 14 подводится под решетку. Чаша вращается с малой скоростью. Она снабжена зубчатым венцом 6 и приводится во вращение с помощью храпового колеса 7 с собачкой 8 и червяка 9. Перестановкой положения собачки возможно изменять величину поворота храпового колеса, а следовательно и скорость вращения чаши.

Опорой для чаш генераторов служат стальные шары 11. К вращающимся решеткам предъявляется ряд требований, а именно: равномерное удаление золы и шлака по сечению генератора, надлежащее распределение дутья по сечению генератора и разламывание образующихся комьев шлака. Зола и шлак удаляются только при вращении чаши, скорость которой можно регулировать в зависимости от количества удаляемых золы и шлака. Целесо-



Фиг. 16. Генератор Гильгера с вращающейся решеткой: 1—опорная колонна; 2—шахта; 3—чаша; 4—трансмиссия для привода чаши; 5—шлаковый нож; 6—зубчатый венец чаши; 7—храповое колесо; 8—собачка; 9—червяк; 10—шаровая опора чаши; 11—основание решетки; 12—головка решетки; 13—щель для воздуха; 14—подача воздуха в генератор; 15—фартук, образующий гидравлический затвор.

образно отрегулировать скорость вращения чаши таким образом, чтобы высота слоя золы в генераторе была постоянной при постоянном вращении чаши. Иногда работают таким образом, что пускают чашу во вращение и выключают ее по достижении определенной высоты слоя золы. Количество удаляемых остатков из генератора возможно также регулировать высотой подъема шлакового ножа — чем выше он поднят, тем меньше удаляется золы и шлака из генератора. При совершенно поднятом ноже удаление остатков не происходит. Перед шлаковым ножом в чаше зола набирается толстым слоем, а за ним почти отсутствует. Это несколько нарушает распределение золы в генераторе и равномерность удаления золы по сечению.

Для избежания этой неравномерности иногда лемех не опускают до дна чаши и кроме сбрасывающего ножа закрепляют на кожухе несколько более коротких ножей, что способствует более равномерному распределению золы в генераторе.

Привод чаши во вращение производится или описанным путем с помощью храпового колеса с собачкой или же фрикционной передачей.

В описанном генераторе чаша вращается на шаровой опоре.

На фиг. 56 представлена роликовая опора генератора. Чаша генератора с вращающейся решеткой δ вращается на роликах 10. Подобное устройство позволяет наблюдать за состоянием пространства под чашей. В остальном оно равноценно шаровой опоре. При роликовых опорах или делают специальные горизонтальные ролики для восприятия горизонтальных усилий или же ролики делают коническими.

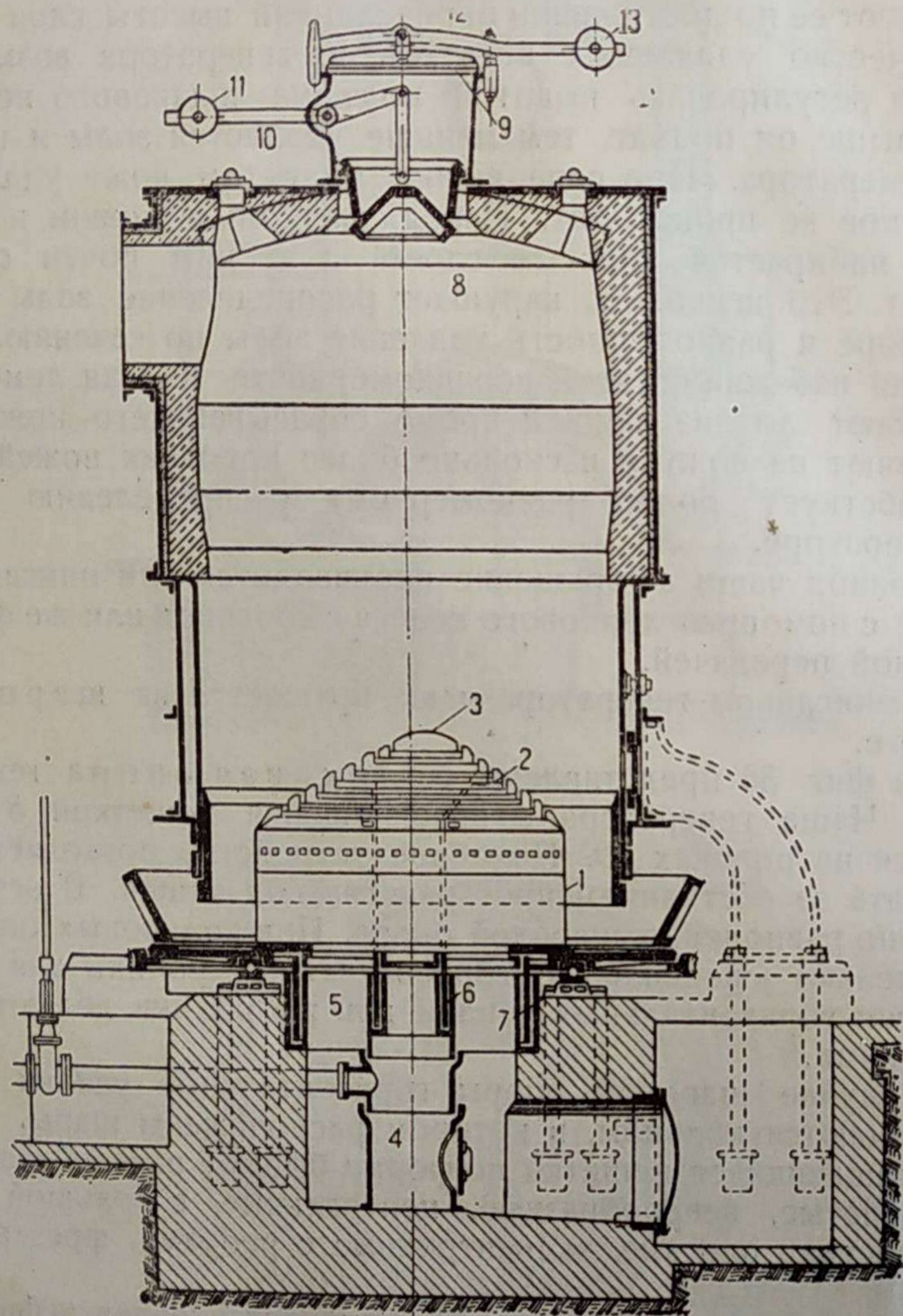
В случае шаровой опоры горизонтальные усилия воспринимаются кольцом, в котором расположены шары.

Вращающиеся решетки по форме бывают разнообразные: ступенчатые, веерообразные, центральные, с большой поверхностью, плоские, эксцентричные с ребрами, фрезерные и др.

Большое распространение имеет представленная на фиг. 17 решетка Керпели, имеющая многогранную эксцентричную ¹ форму и состоящая из ступенчатых колосников. При своем вращении решетка нижней частью — ко-

¹ Не симметричную, не одинаковую по обе стороны от оси генератора.

робкой 1 ломает крупные куски шлака (о фартук) и выталкивает золу и шлак в чашу. Решетка, как и большинство других, состоит из основания — коробки 1, прикрепленной к чаше, отдельных колосников 2 и головки — челца — 3.



Фиг. 17. Генератор Кerpели с вращающейся решеткой: 1—основание под колосники; 2—колосники; 3—головка; 4—подвод дутья к центру решетки; 5—подвод дутья к периферии решетки; 6—гидравлический затвор центрального дутья; 7—гидравлический затвор периферийного дутья; 8—конус коробки; 9—верхний затвор — крышка коробки; 10—рычаг; 11—противовес; 12—рычаг; 13—противовес.

Воздух вдувается под решетку и проходит в слой через прозоры между колосниками.

Отличительными особенностями решетки являются эксцентричность решетки, что вызывает при ее вращении выталкивание и разрушение шлака, и секционный подвод дутья отдельно к середине решетки 4 и отдельно к периферии решетки 5. Это дает возможность менять самостоятельно количество и влагосодержание дутья, подаваемого в центре решетки и у периферии.

Нижняя часть решетки снабжена в местах подачи дутья гидравлическими затворами 6 и 7.

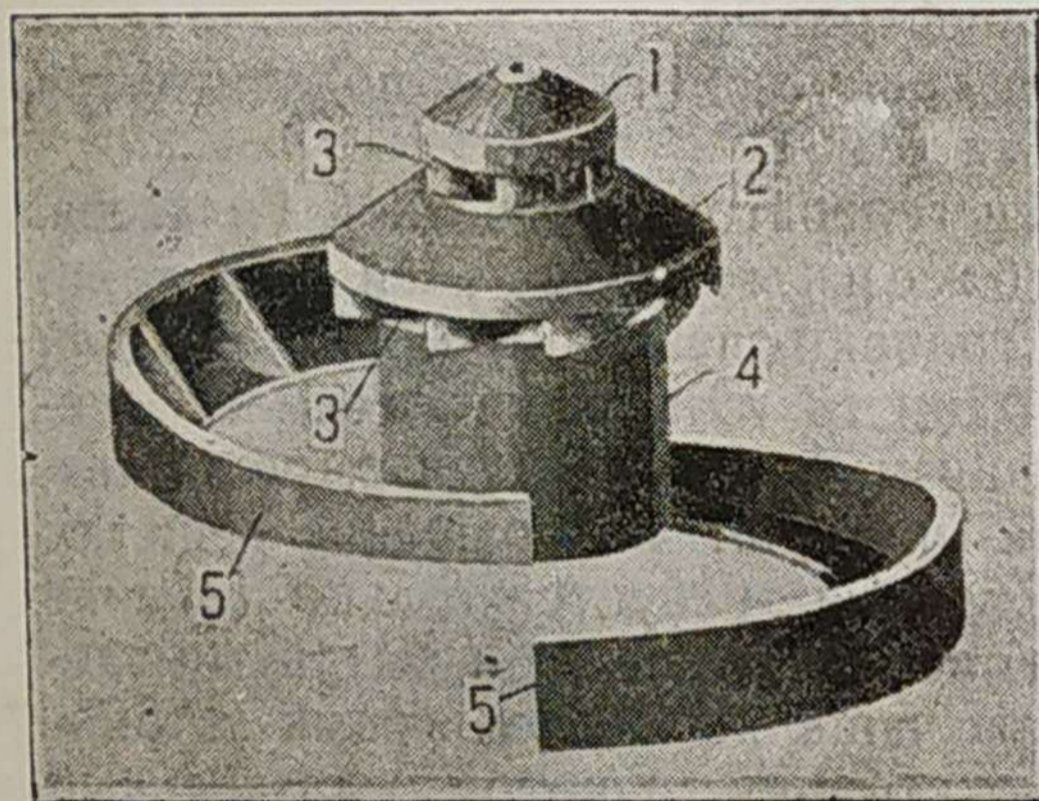
На фиг. 16 представлен генератор с решеткой Гильгера. Решетка состоит из снабженных ребрами для ломания шлака коробки 11 и головки-звездочки 12. Прозор для прохода воздуха только один 13. Эта решетка имеет специальный приводной механизм. В обыкновенных решетках, если нужно удалять шлак, пускают во вращение решетку при спущенном лемехе. Если же требуется только лопание шлаков, то чашу пускают во вращение при вытянутом лемехе. В решетках Гильгера чаша некоторое время автоматически вращается в одну сторону, а потом желательный промежуток времени обратно, и таким образом количество удаленного шлака соответствует разности ходов решетки в обе стороны. Таким образом без всякого вынимания лемеха можно при любой скорости вращения чаши добиться удаления золы в необходимом количестве путем отрегулирования соотношения величин прямого и обратного ходов.

Помимо указанных двух типов решеток имеет также распространение центральная¹ решетка, комбинируемая с фрезерным устройством поддона чаши (решетка Коллера) или со специальными фрезерами. Подобный генератор представлен на фиг. 26. В нем чаша 7, имеющая наклон к периферии, для равномерного удаления золы по сечению, снабжена изогнутыми фрезерами 3, подрезающими золу и шлак и уносящими их наружу. Вследствие равномерного опускания слоя топлива имеет место равномерное распределение зон. Подача воздуха в центральной части генератора препятствует при больших диаметрах и мелком топливе проходу воздуха к периферии, вследствие чего в этом случае получается много недогара в золе. Разламывание крупных кусков шлака осуществляется

¹ Симметричная, расположенная на оси генератора и небольшая по размерам.

фрезерами с фартук 8. Подводящая воздух к решетке труба уплотнена сухим затвором — сальником 10.

Центральная решетка фирмы „Демаг“, снабженная фрезерами, представлена на фиг. 18. Она состоит из основания 4, чепца 1, колосника 2 и фрезеров 5. Фрезера представляют собой часть решетки, но не чаши, как в генераторе по фиг. 26. Воздух подается решеткой помощью щелей 3.



Фиг. 18. Фрезерная решетка Демага: 1—чепец; 2—колосник; 3—щели для прохода дутья; 4—основание решетки; 5—фрезера.

Для того чтобы прозоры между колосниками не забивались золой, колосники вращающихся решеток располагают таким образом, чтобы они перекрывали друг друга и чтобы прозоры были обращены только в сторону, противоположную направлению движения чаши.

На фиг. 19 представлена решетка Дейца, в которой осуществлен указанный

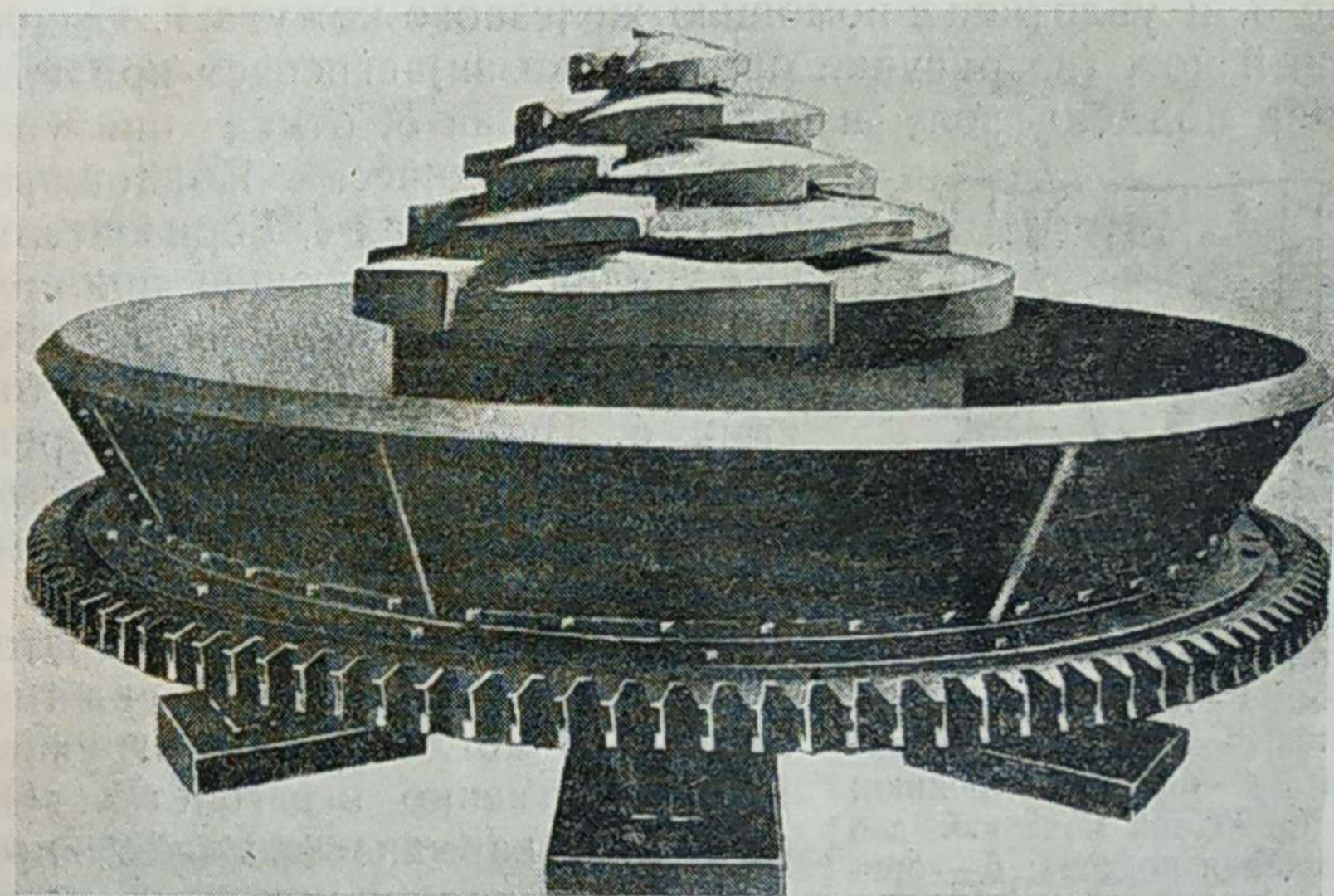
принцип расположения щелей. Решетка состоит из конических, расположенных эксцентрично чешуеобразных колосников. При вращении решетки благодаря конической форме и эксцентрическому движению колосников зола проталкивается в чашу. Верхняя поверхность колосников изогнута таким образом, что одна часть колосника проталкивает при своем движении лежащую на нем массу, а другая — образует с лежащим ниже колосником щель, открытую в одну сторону. При вращении решетки по часовой стрелке щели перекрываются и не могут засориться золой.

Шурующее действие решеток, эксцентричных (Керпели) и снабженных выступами (Гильгер) более интенсивное, чем центральных. Кроме того эти решетки подают дутье по большей поверхности генератора, чем центральное.

Сторонники центральных фрезерных решеток в обоснование своего взгляда указывают, что предупреждать образование шлака нужно режимом генератора, а не шуровкой с помощью решетки; что дутье нужно подавать именно в середине генератора, а не по всему сечению такового, так как у стен

топливо лежит более рыхло и воздух там все равно проходит; что подачей дутья в середине генератора избегается образование прогаров у стен и что только фрезерами возможно добиться равномерного удаления золы по сечению генератора.

При газификации топлив со значительным содержанием пыли и при применении дутья большого давления очень большое значение имеет равномерность распределения дутья



Фиг. 19. Эксцентричная решетка Дейца.

решеткой по сечению. Конструкция решетки, удовлетворяющая этому требованию, была осуществлена фирмой „Керпели“, в виде решетки, снабженной многочисленными мелкими отверстиями диаметром в 6 и 10 мм, распределяющими воздух равномерно по всему сечению генератора.

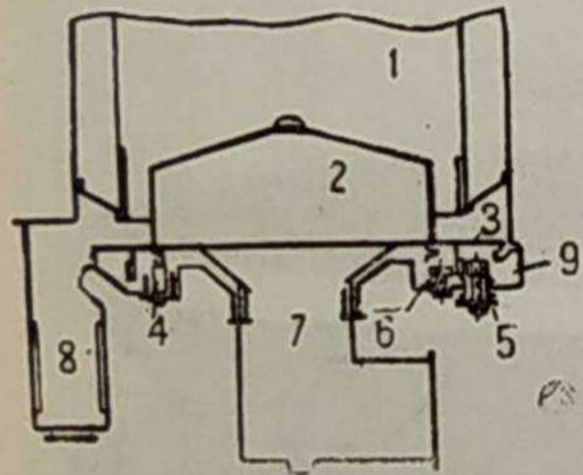
Уплотнение генератора, снабженного подобной решеткой, требующей дутья высокого давления, осуществляется с помощью железного кожуха, охватывающего нижнюю часть генератора (сухое золоудаление); обычный гидравлический затвор пришлось бы сделать очень высоким для того, чтобы давление дутья в нижней части генератора не могло преодолеть давления столба воды между нижним краем фартука и верхним уровнем воды в чаше, а подобное устройство

высокой чаши неудобно в смысле выполнения и эксплуатации.

Вообще сухое золоудаление применяют в случае неблагоприятных для мокрого золоудаления свойств золы (гигроскопичность, затвердевание в присутствии воды) и необходимости работы с дутьем высокого давления.

На фиг. 20 — представлена схема устройства сухого уплотнения генератора с вращающейся решеткой.

Генератор 1 снабжен решеткой 2, закрепленной на поддоне 3, и уплотнен с помощью железного кожуха 9. Специальный нож (на рисунке он не показан) сгребает при вращении поддона золу и шлак в карман 8, откуда они удаляются периодически. Поддон вращается на роликах 4. Горизонтальные усилия, возникающие при вращении решетки и поддона, воспринимаются горизонтальными роликами 6. Зубчатый венец, закрепленный на поддоне, приводится во вращение с помощью механизма 5.



Фиг. 20. Вращающаяся решетка с сухим золоудалением: 1—генератор; 2—решетка; 3—вращающийся поддон; 4—опорные ролики; 5—приводной механизм для вращения поддона; 6—горизонтальные опорные ролики; 7—воздушная коробка; 8—зольный карман; 9—железный уплотняющий кожух.

Для удобства удаления золы и шлака часто располагают генератор таким образом, чтобы содержимое кармана 8 могло быть выгружено непосредственно в вагонетку. Открывание кармана 8 может производиться только при выключении генератора из работы.

В некоторых конструкциях генераторов вращающаяся решетка состоит из бруса балки, удаляющего золу и шлак при своем вращении. Брус снабжают выступами или зубьями, направленными вверх и вперед в сторону движения для измельчения шлака.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В каких генераторах при удалении золы и шлака необходимо выключить из работы генератор?
2. Как удаляют золу и шлак в генераторах с неподвижными решетками различного типа — горизонтальными, ступенчатыми, крышеобразными, круглыми?
3. Как удаляются зола и шлак в генераторах с вращающейся решеткой?

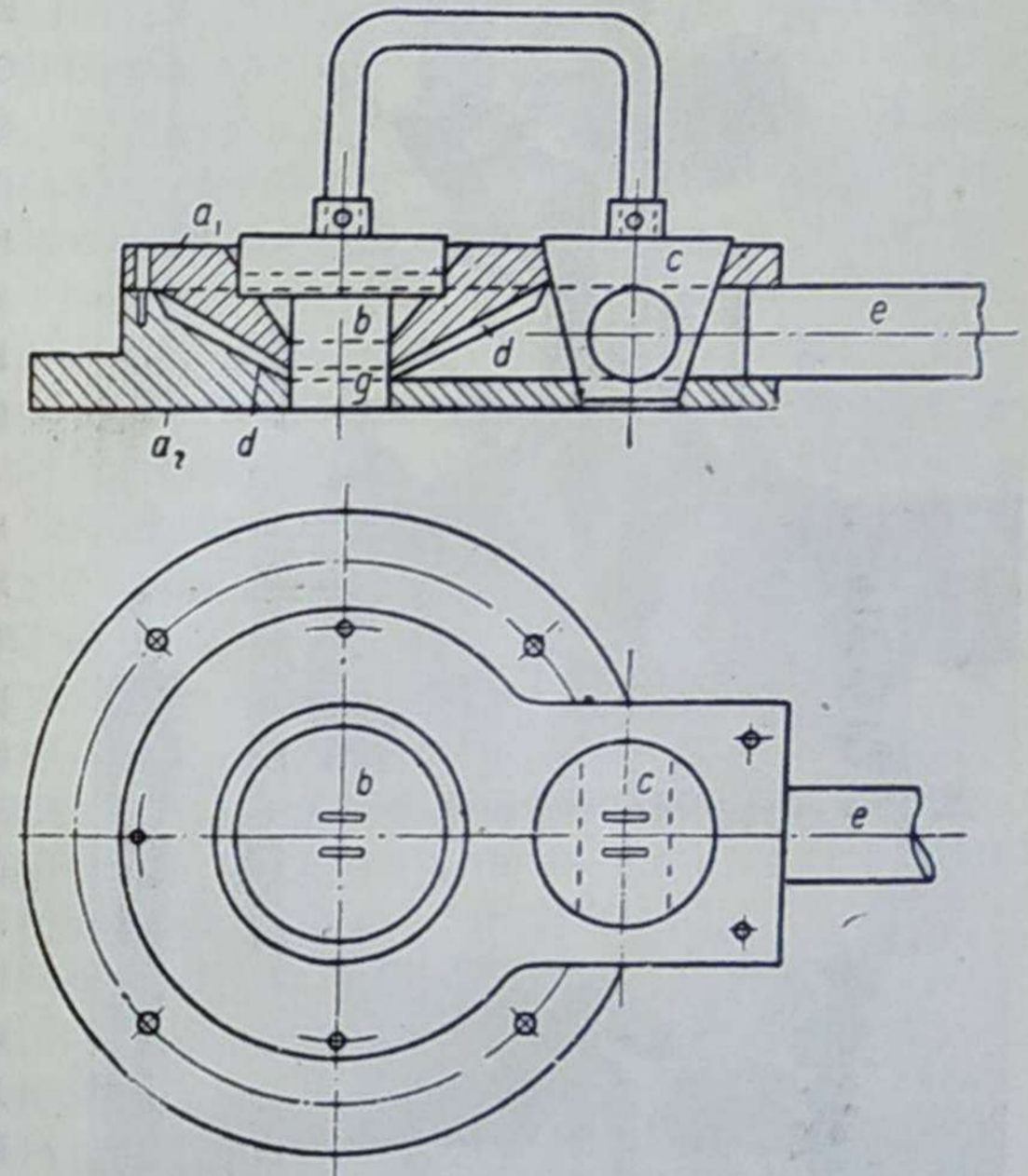
4. В чем заключаются особенности устройства и работы центральной вращающейся решетки с фрезерами?

Затворы шуровочных отверстий и автоматические шуровочные приспособления

Одной из самых тягостных операций, производящихся при обслуживании газогенераторов, является шуровка, заключающаяся в разравнивании слоя топлива, разбивании комьев топлива и шлака и устранении прогаров. Облегчение этой работы идет двумя путями: созданием более благоприятных условий для обслуживания генераторов и заменой ручного труда механическими приспособлениями.

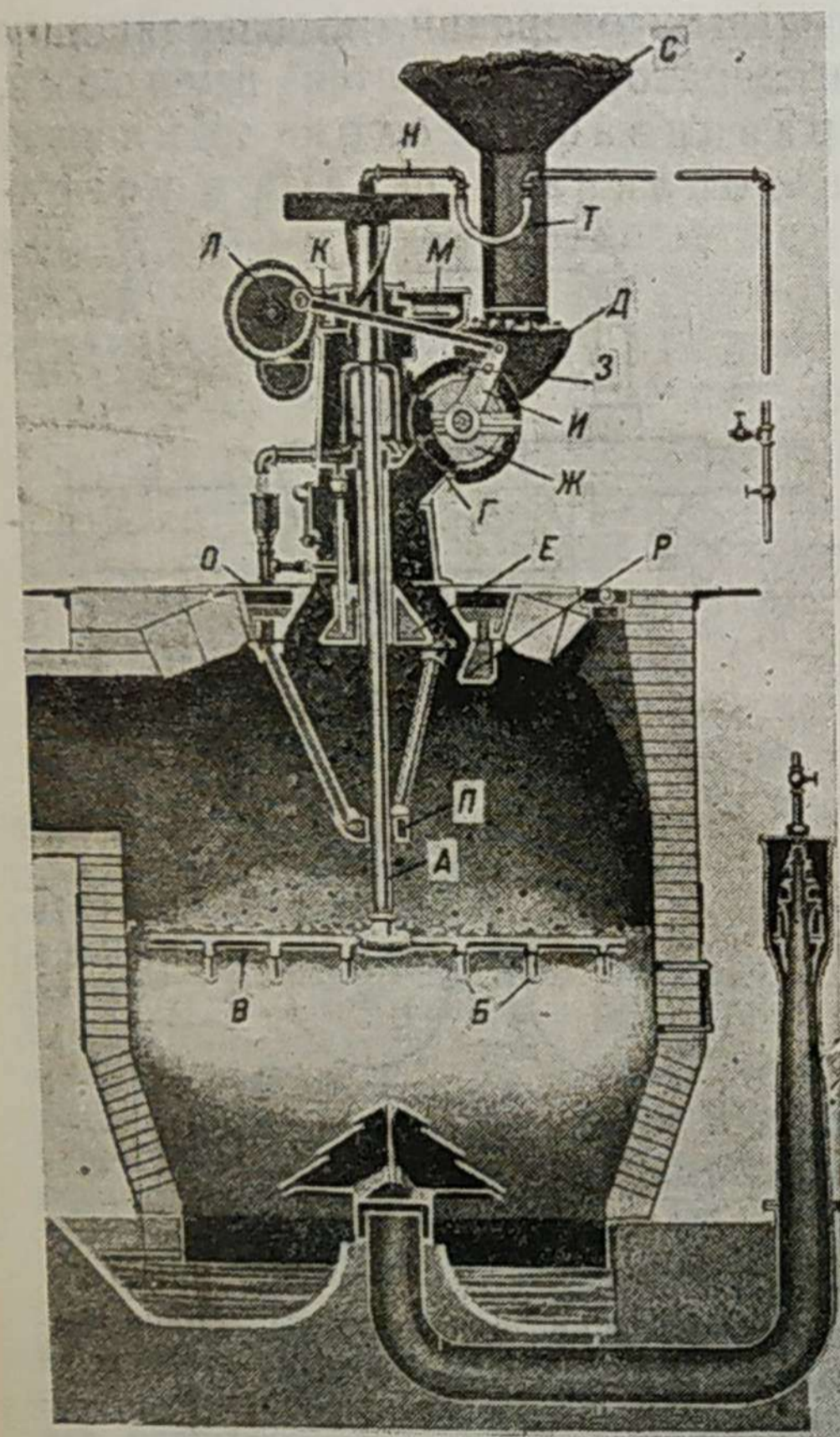
При шуровке генераторов из шуровочных отверстий выбивает газ, отравляющий рабочих и препятствующий хорошей шуровке. Для устранения этого выбивания применяют паровые и воздушные затворы, в которых струя газа перебивается струей воздуха или пара.

Воздушный затвор представлен на фиг. 21. Он состоит из двух частей — a_1 и a_2 и снабжен двумя отверстиями, закрытыми пробками b и c . Пробка c отключает воздухопровод e и при повороте на 90° включает его. Между частями a_1 и a_2 имеется полое пространство d , сообщающееся со смотровым отверстием узкой сплошной щелью. При подъеме пробки b и отведении ее на 90° пробка c поворачивается, и воздух из воздухопровода e устремляется в пространство d и в смотровое отверстие и пре-



Фиг. 21. Воздушный шуровочный затвор (завеса): a_1 —верхняя часть затвора; a_2 —нижняя часть затвора; b —пробка шуровочного отверстия; c —кран; d —кольцевое пространство для входа воздуха; e —воздухопровод.

пятствует выходу газа из генератора, не попадая вместе с тем в генератор или попадая в него лишь в небольшом количестве, для каковой цели давление воздуха регулируется специальным вентилям.



Фиг. 22. Генератор с автоматическим шуровочным приспособлением Чапмана: А—вертикальный стержень; Б—пальцы; В—горизонтальный стержень Г барабанный питатель; Д—воронка для угля; Е—охлаждаемый водой конус; Ж—храновое колесо; З—собачка; И—кривошип; К—шатун; Л—зубчатка; М—червячная шестерня; Н—водопроводная трубка; О—опорное, охлаждаемое водой кольцо; П—направляющая втулка; Р—выступ; С—бункер для угля; Т—гибкий рукав.

Механические шуровочные приспособления, устраняющие почти полностью ручную шуровку, способствуют созданию постоянства работы и однообразия режима. Часто они применяются в комбинации с автоматическими загрузочными приспособлениями.

На фиг. 55 представлен генератор Вельмана, в котором автоматическая шуровка осуществляется комбинированным действием шуровочного лома и вращающейся шахты. Шуровочный лом *д* описывает колебательные движения, а вращающаяся шахта *е* подводит под его действие все новые частицы топлива, описывающие под влиянием этих двух движений серию петель. Эти приспособления разравнивают слой топлива и предупреждают спекание угля в комья.

В этом генераторе чаша *н*, вращающаяся на шаровой опоре *м*, приводится во враще-

ние не специальным приводным механизмом, а увлекается вращающейся с шахтой золой. Периодически с помощью специального механизма чаша приостанавливается и при этом скребки *о* увлекают и разрыхляют шлак. Разрыхление шлака при вращении шахты достигается установкой в чашах неподвижных ножей, закрепленных на колоннах вне генератора.

На фиг. 22 представлено другое автоматическое шуровочное приспособление — вращающаяся мешалка Чапмана. Она состоит из стержней вертикального *А*, снабженного пальцами *Б*, и горизонтального *В*. При своем вращении мешалка, погруженная в слой топлива, бороздит уголь, разравнивая слой и предупреждая спекание угля в комья.

Горизонтальный стержень *В* вращается почти у самой поверхности топлива; пальцы же *Б*, направленные вниз и вперед в сторону вращения, погружаются на глубину, колеблющуюся в пределах 200—350 мм. Глубина погружения пальцев устанавливается путем увеличения или уменьшения груза, помещенного на аппарате.

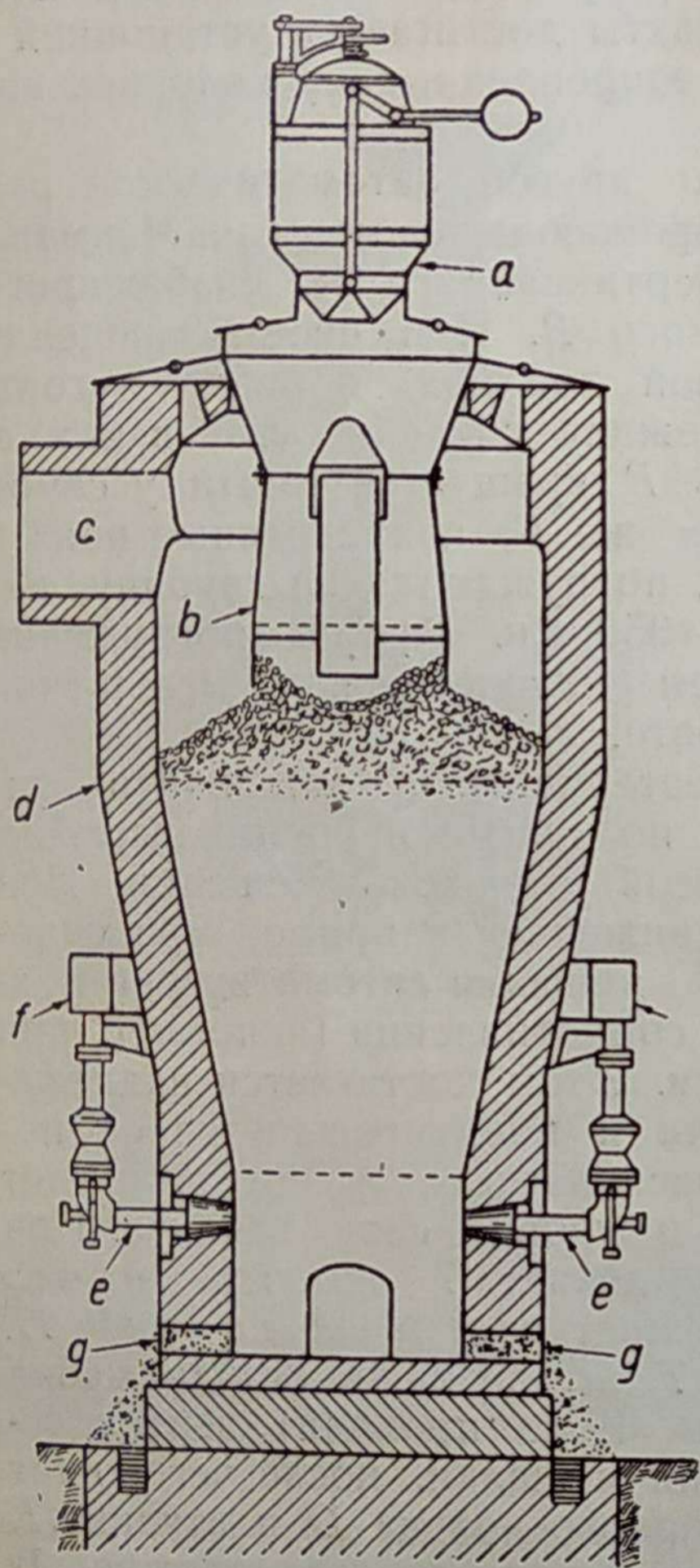
Во втулке червячной шестерни *М*, приводящей в движение мешалку, нарезаются по винтовой линии выступы, в которых ходит вертикальный стержень мешалки. При увеличении сопротивления движению (например при сильном повышении слоя засыпки) мешалка автоматически поднимается и при уменьшении сопротивления (например при понижении слоя) — опускается. Этим достигается надлежащее местоположение мешалки и предупреждается ее поломка. Рейка с делениями, располагаемая у аппарата, дает представление о положении и уровне слоя топлива. При нормальной работе мешалка делает 7 оборотов в час. Охлаждающая аппарат вода поступает в нее по трубе *Н*, снабженной гибким рукавом *Т* для возможности движения трубки *Н* вместе с аппаратом. Вода проходит вертикальный и горизонтальный стержни мешалки, после чего идет на охлаждение конуса *Ч* опорного кольца *О* и втулки *П*, служащей направляющей для вертикального стержня. В дальнейшем нагретая вода отводится на сторону.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Каково назначение паровых и воздушных затворов?
2. Каково назначение автоматической шуровки?
3. Ломают ли автоматические шуровочные приспособления Вельмана и Чапмана комья шлака?

Генераторы с выпуском жидких шлаков

Интенсивной газификации топлив препятствует плавление шлака вследствие повышения температуры в зоне газификации. Особенно эти неудобства выявляются при топливах с большим содержанием легкоплавкой золы.



Фиг. 23. Генератор с выпуском жидких шлаков: *a*—загрузочная коробка; *b*—цилиндр; *c*—отвод газа; *d*—шахта; *f*—воздухопровод; *e*—подвод воздуха к отдельным фурмам; *g*—шлаковые отверстия.

Во избежание возникающих затруднений иногда применяют генераторы с выпуском жидких шлаков, т. е. поддерживают в генераторе в нижней части настолько высокую температуру, что шлак плавится и может быть выпущен в жидком виде. Тут появляется обратное обычному затруднение: шлаки не настолько плавки, чтобы быть достаточно текучими; поэтому в этих генераторах к топливу добавляются вещества, уменьшающие температуру плавления золы, — флюсы. Получение шлаков в жидком виде облегчает уход за генераторами.

Для увеличения температуры в генераторе подаваемый воздух иногда подогревают. Пара обычно не подают; иногда все же встречаются конструкции, предусматривающие подачу пара в зоне над зоной подачи воздуха.

В представленном на фиг. 23 генераторе: *a*—загрузочная коробка; *b*—цилиндр, препятствующий уносу пыли из свежезагруженного топлива и поддерживающий постоянный уровень топлива в генераторе; *c*—газоотвод-

ное отверстие; *d*—шахта; *f*—кольцевой воздухопровод; *e*—подача воздуха к отдельным фурмам; *g*—отверстие для спуска шлака.

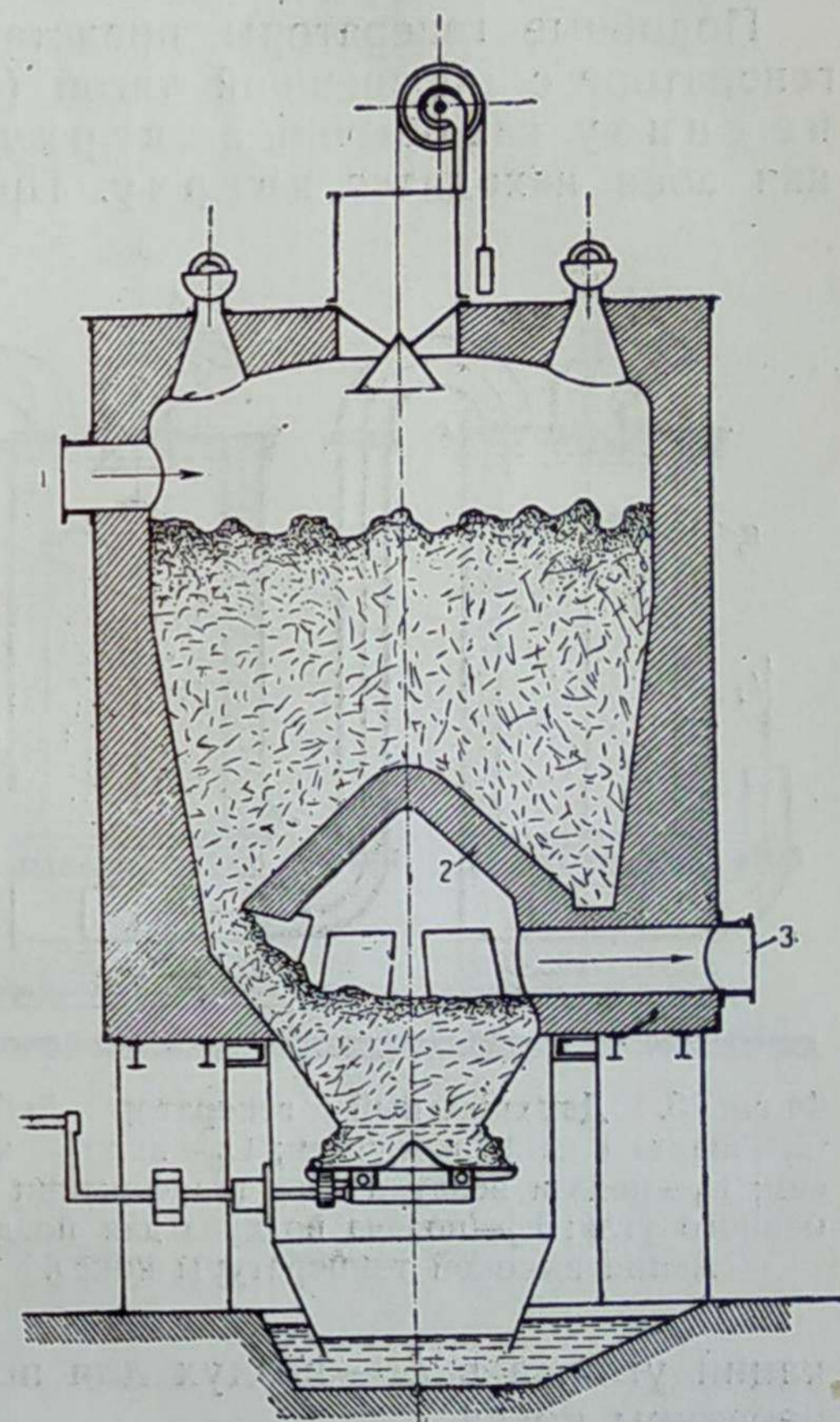
Флюсами для этих генераторов служат доменные шлаки, бедные железом руды, известняк. Для спуска чугуна, могущего быть утилизированным, в генераторе предусматривают отверстия ниже отверстий для шлака.

Эти генераторы имеют большую производительность. Их недостатками являются: сильное пыление, интенсивное разъедание футеровки, легкость застывания шлаков, необходимость подбора и ввода флюсов, высокая температура отводимого газа. С большим успехом подобные генераторы работают на кислородном дутье.

Генераторы с разложением смол

Ряд топлив: дрова, торф, бурый уголь, а также некоторые виды каменного угля при сухой перегонке, а следовательно и в газогенераторах выделяют значительное количество различных смолистых веществ, конденсирующихся при температурах ниже 400°.

Если нет специальных приспособлений для улавливания этих смол то при длинных газопроводах и охлаждении газа, а следовательно при сжижении смол они бесполезно теряются и засоряют газопроводы. Помимо этого самый газ не является чистым



Фиг. 24. Генератор с обращенным движением газов: 1—подача воздуха; 2—конус, образующий газосборное пространство; 3—отвод газа.

от смол и может загрязнить клапаны и горелки, через которые он проходит.

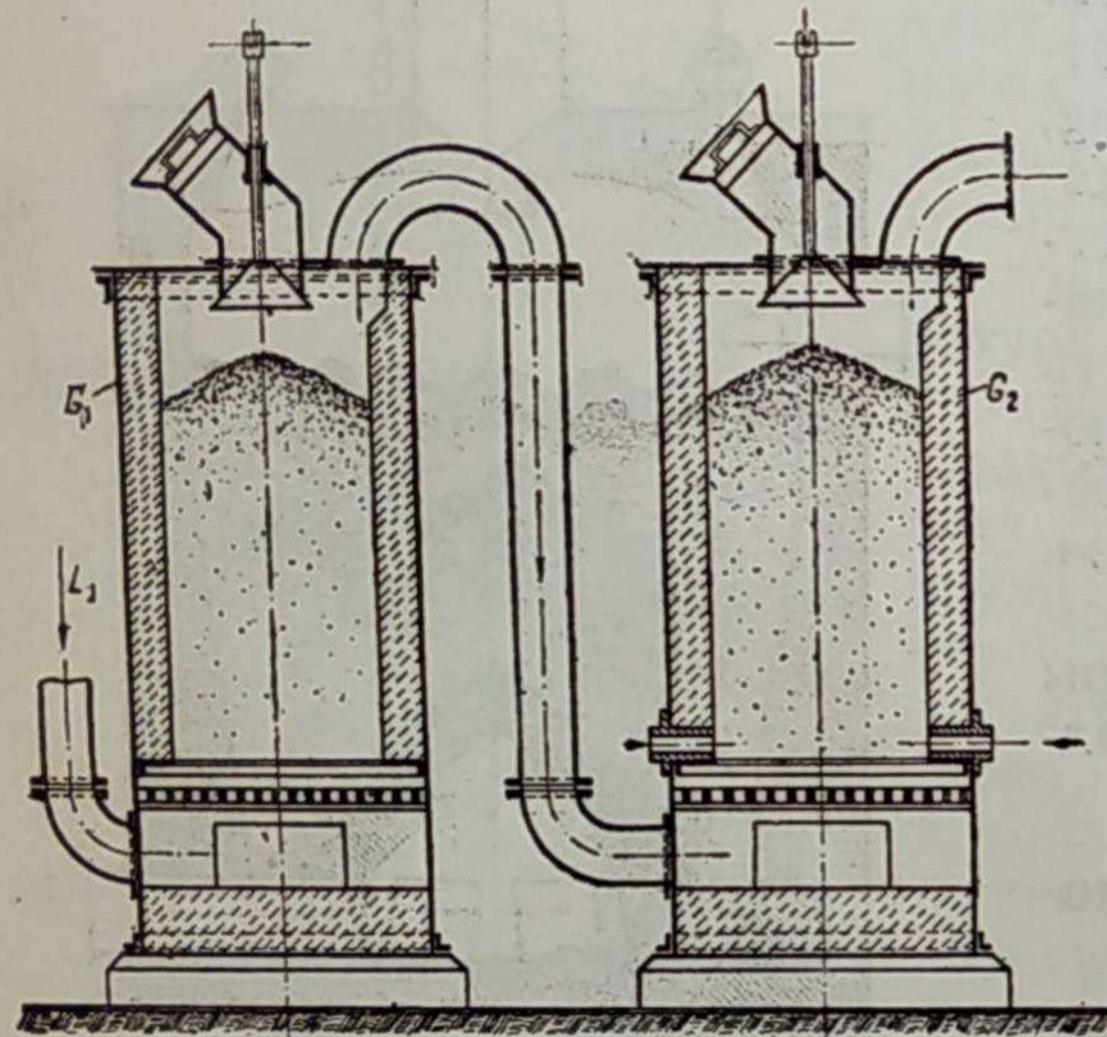
Если смола не улавливается, то иногда применяют генераторы, в которых смолистый газ подвергают действию высокой температуры и разлагают смолу.

Подобные генераторы представлены на фиг. 24, 25. В генераторе с обращенной тягой (фиг. 24) воздух подается не снизу, как обычно, а сверху через канал 1. Раскаленная зона находится вверху. Продукты сухой перегонки,

в том числе и смолы, проходят раскаленную зону и разлагаются. Газ собирается под конусом 2 и стводится газопроводом 3.

На фиг. 25 представлен состоящий из двух шахт генератор Дейца. В одну из шахт G_1 засыпают каменный уголь, в другую G_2 — кокс. При пропускании газа из каменноугольного генератора через раскаленный кокс смолистые вещества разлагаются.

Через L_1 подается воздух для газификации угля, а в L_2 — воздух для поддержания высокой температуры кокса.

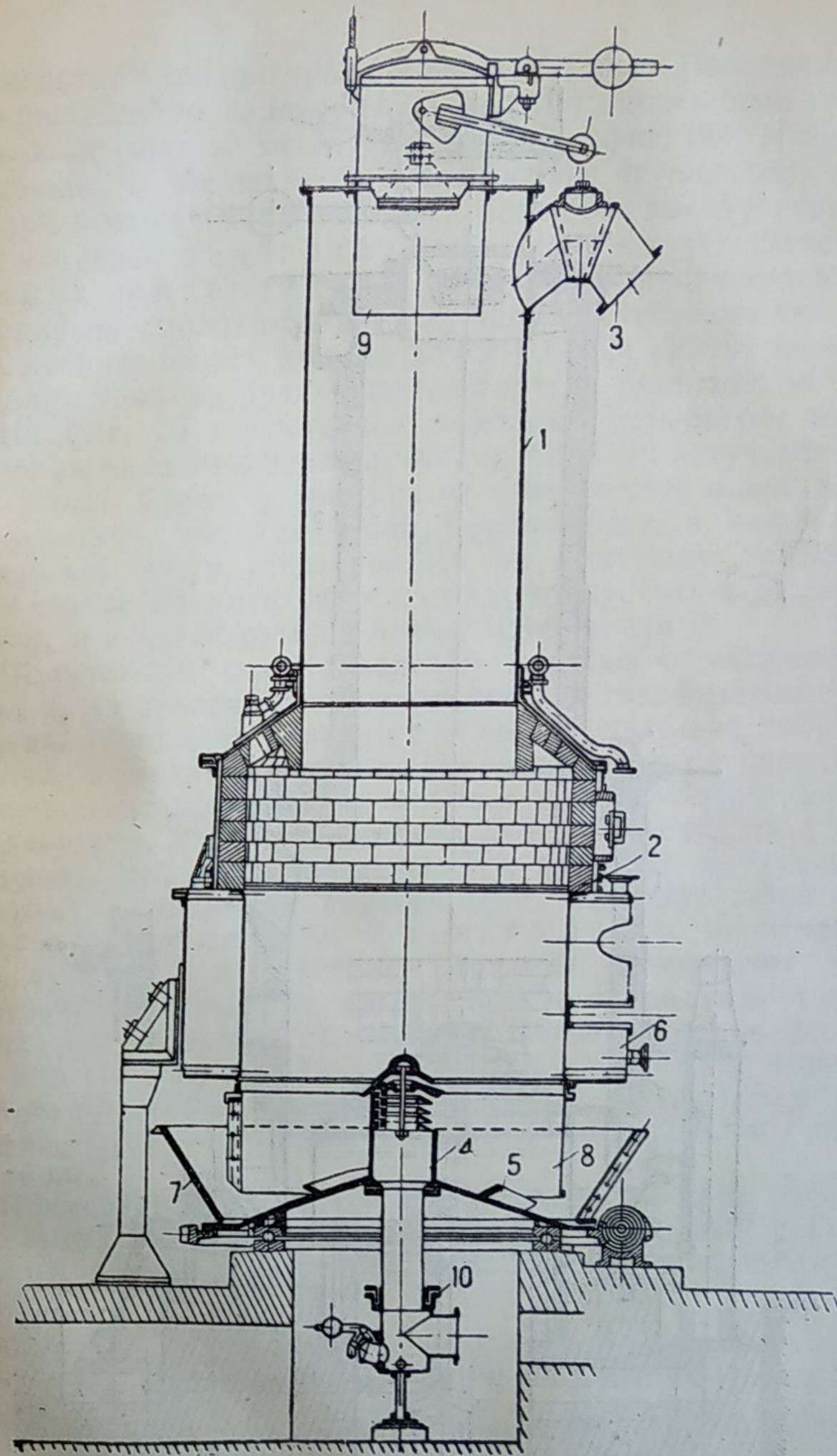


Фиг. 25. Двухшахтный генератор Дейца: G_1 — шахта с каменным углем; G_2 — шахта с коксом; L_1 — подача воздуха для газификации каменного угля; L_2 — подача воздуха для поддержания высокой температуры кокса.

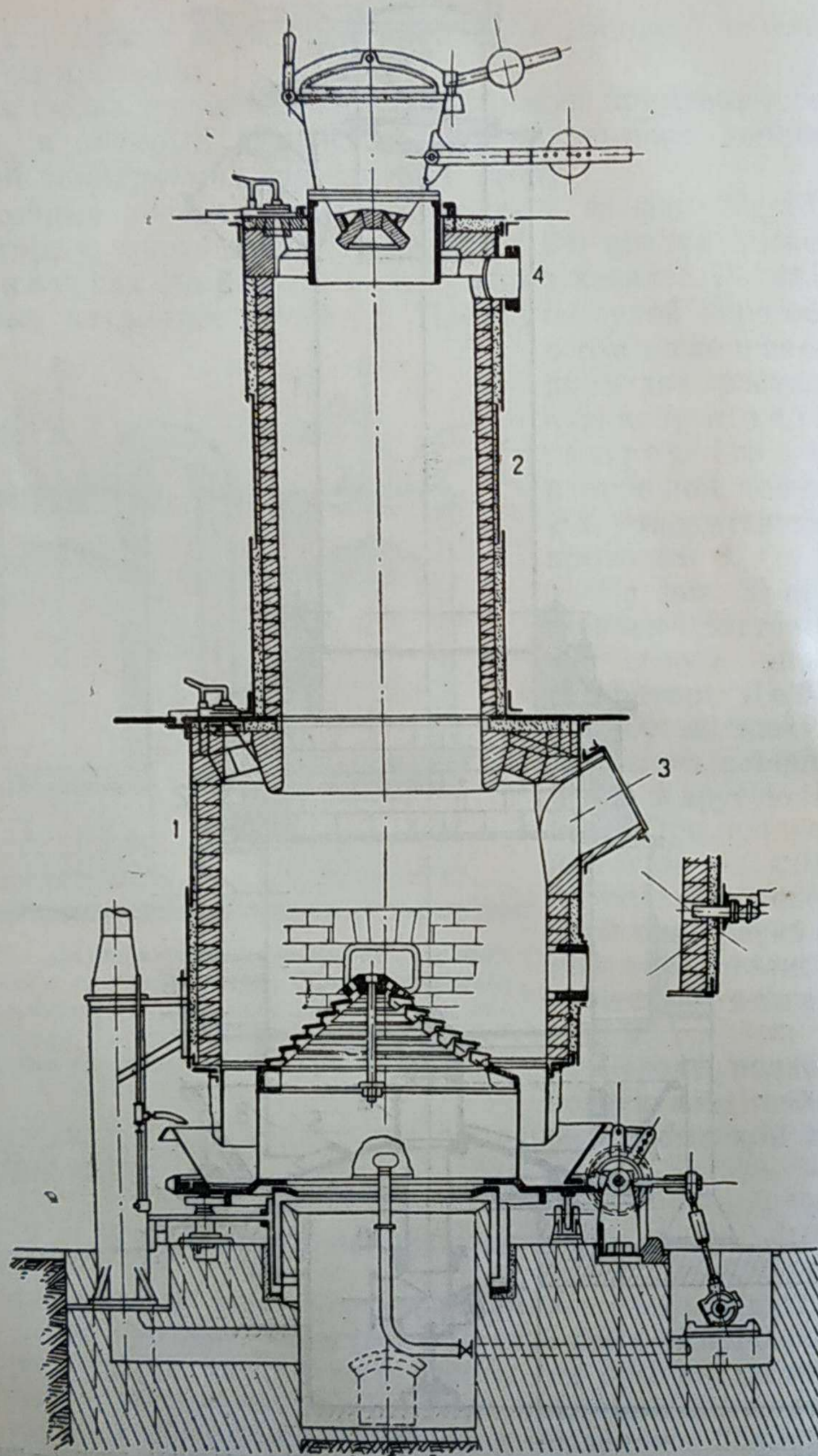
Через L_1 подается воздух для газификации угля, а в L_2 — воздух для поддержания высокой температуры кокса.

Генераторы с использованием смол

Получаемые в газогенераторах смолы часто представляют собой ценные вещества, могущие быть использованными на стороне, вместо того чтобы, как обычно, частично теряться в газопроводах. По этим причинам газ подвергают очистке от смол с улавливанием последних. Возможно вести в генераторах такой режим, чтобы получающиеся смолы обладали лучшими свойствами. Такой режим обес-



Фиг. 26. Генератор со швельшахтой и одним отъемом газа: 1 — швельшахта; 2 — нижняя шахта; 3 — газопровод; 4 — центральная решетка; 5 — фрезера; 6 — охлаждающий кожух; 7 — чаша; 8 — фартук; 9 — железный цилиндр; 10 — сухой затвор воздушной коробки.



Фиг. 27. Генератор со швельшахтой и двумя отъемами газа: 1—нижняя шахта; 2—швельшахта; 3—газопровод горячего газа; 4—газопровод швельгаза.

печивается в генераторах со швельшахтами. Последние представляют собой надстройку 1 над обыкновенными шахтами 2 в виде шахты меньшего сечения (фиг. 26). Назначение швельшахты заключается в том, чтобы осуществить в генераторе высокий слой топлива, большую высоту отдельных зон и сухую перегонку (выделение смол) топлива при низких температурах. При этом выделяющаяся смола (первичная смола) обладает лучшими качествами чем обычная, которая может выделиться и в более низких слоях при высоких температурах и подвергнуться разложению.

На фиг. 26 представлен подобный генератор, предназначенный для газификации топлив, богатых летучими и влажной торфа, бурых улей. Газ из этих топлив имеет низкую температуру, так как тепло поднимающихся газов в значительной части затрачивается на подсушку топлива. В этом случае приходится все газы пропустить через швельшахту, и эти генераторы имеют один отъем 3.

Полученный газ подвергают очистке с улавливанием смол. Если генератор предназначен для газификация сухого топлива (например каменного угля) и желательно получение ценной (первичной) смолы, то газ нельзя целиком пропустить через швельшахту, так как он будет иметь слишком высокую температуру, и сухая перегонка будет происходить в таких условиях, что смолы разложатся и качество их ухудшится. Поэтому в подобных случаях (фиг. 27) часть газов отбирают под швельшахтой и только часть, необходимую для подсушки и перегонки топлива, пропускают через швельшахту, отводя ее вверх вместе с продуктами сухой перегонки и подвергая очистке. Обозначения на фиг. 27: 1—нижняя шахта; 2—швельшахта; 3—отъем горячего газа из полукокса; 4—отъем швельгаза. В этих генераторах только часть всего газа (швельгаз) подвергается очистке от смол.

Применение швельшахт обеспечивает хорошее развитие отдельных зон в генераторе, хороший спокойный и равномерный режим генераторов и их высокую производительность.

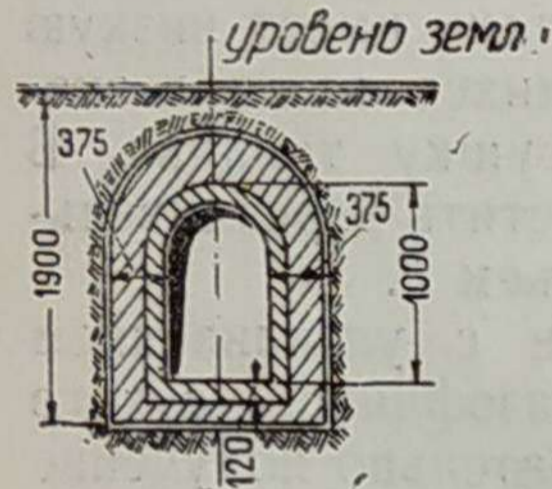
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В каком случае следует применить генератор с двумя отъемами газа и в каком случае — с одним?
2. Почему в генераторах со швельшахтами получается более ценная смола, чем в обычных генераторах?

4. ГАЗОПРОВОДЫ И КЛАПАНЫ

Газ от генераторов и к местам потребления проводится с помощью газопроводов. Газопроводы бывают кирпичные и железные.

Кирпичные газопроводы часто помещают в земле (фиг. 28). В этом случае они могут быть сделаны больших размеров и не препятствуют проходу и проезду. При высоких температурах газа, а также при необходимости чистки газопроводов с помощью выжигания и выскребывания кирпичные газопроводы футеруют изнутри огнеупорным кирпичом. Кирпичные газопроводы делают прямоугольными и, если они находятся над землей, их обвязывают металлическими связями.



Фиг. 28. Подземный газопровод.

Если газ в газопроводах находится под большим давлением, то их делают металлическими, так как через могущие быть в кирпичных газопроводах трещины выделится газ, отравляющий окружающих. Газопроводы не делаются кирпичными также для газа, не содержащего смолы — антрацитового, коксового и очищенного, так как щели, могущие образоваться в кирпичной кладке, в случае отсутствия в газе смолы, остаются открытыми. Не применяют также кирпичных газопроводов при нахождении газопроводов под разрежением, даже если газ смолистый, так как в этом случае через щели просасывается воздух и щели не закупориваются смолой.

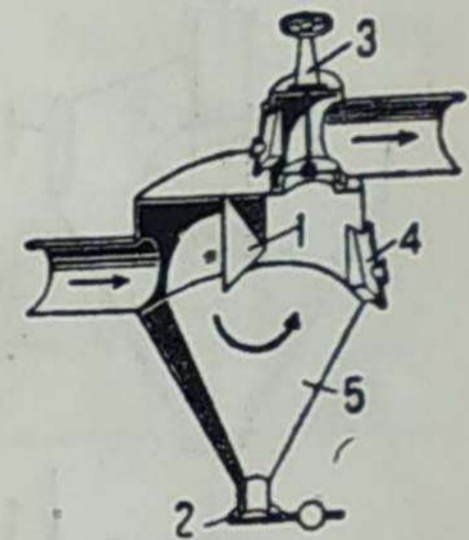
Металлические газопроводы обычно делаются надземными и располагаются на стойках. Они значительно дороже кирпичных и охлаждение газа в них более сильное. В случае высокой температуры газа их футеруют изнутри огнеупорным кирпичом. Если же желательно бывает сохранение физического тепла газа, то между огнеупорной футеровкой и кожухом прокладывают слой изоляции. Для холодного газа применяют металлические нефутерованные газопроводы. При дальнейшей проводке газа во избежание промерзания выделяющейся из него влаги газопроводы очищенного газа изолируют снаружи, предохраняя их таким образом от излишней отдачи тепла, или же помещают их в земле. Предусматривают также возможность прогрева газопроводов.

Как показал опыт работы новейших установок очищен-

ного холодного газа, нефутерованные металлические газопроводы при газификации дров и торфа разъедаются находящейся в газе из дров и из торфа уксусной кислотой. Для устранения этого явления уксусную кислоту нейтрализуют, причем здесь возможно ее улавливание. Разъедание металла уксусной кислотой наблюдается в случаях охлаждения газа и выделения из него влаги. Поэтому участки газопроводов, по которым проходит генераторный газ, содержащий уксусную кислоту, предохраняют путем подогрева газа с помощью специальных газовых горелок, повышающих температуру газа настолько, чтобы не имело место выделение из него влаги. Для защиты аппаратуры и газопроводов от разъедания уксусной кислотой применяют также специальные изоляции или сплавы металлов.

Неочищенный газ из некоторых топлив — углей, антрацита, кокса — содержит много пыли; газ смолистый содержит помимо пыли сажу, а также взвешенные частицы смол, способные при охлаждении газа выделиться¹ из него. При достаточном охлаждении газа из него выделяется также содержащаяся в нем влага. Выделение из газа взвешенных частиц происходит во всех местах, где газ меняет свое направление и скорость, что вызывает засорение газопроводов. Поэтому в установках, где газ содержит много пыли и сажи, за генератором ставят пылеуловители. Последние представляют собой камеры, в которых газ, входя, уменьшает свою скорость и несколько раз меняет направление движения, что сопровождается выделением и осаждением в пылеуловителе взвешенных в газе частиц.

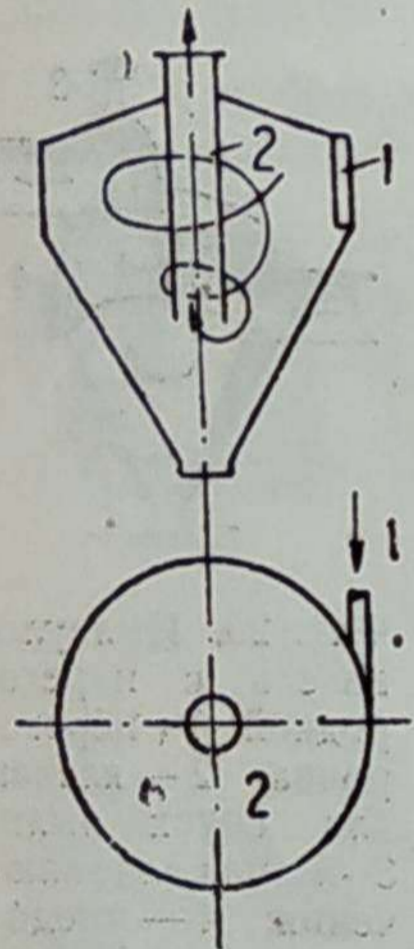
Представленный на фиг. 29 пылеуловитель состоит из корпуса и снабжен перегородкой 1. Газ движется по направлению стрелки, несколько раз меняя скорость и направление. Осевшая в пылеуловителе пыль удаляется при открывании клапана 2, закрывающего пылеуловитель снизу. Клапан 3 служит для выключения пылеуловителя, а клапан 4 является предохранительным и смотровым.



Фиг. 29. Пылеуловитель с перегородкой: 1—перегородка; 2—клапан для спуска пыли; 3—клапан для включения; 4—предохранительный клапан; 5—корпус пылеуловителя.

¹ Явление конденсации.

Иногда применяют циклонные пылеуловители (фиг. 30). Они представляют собой круглые, суживающиеся книзу камеры, в которые газ входит 1 по касательной (тангенциально) ¹. Вследствие развивающейся при этом центробежной силы ² взвешенные в газе частицы сбрасываются к стенкам циклона и под влиянием собственного веса падают вниз. Очищенный от пыли газ удаляется в середине циклона трубой 2. Осевшая пыль удаляется при открывании клапана, закрывающего пылеуловитель снизу.



Фиг. 30. Циклонный пылеуловитель: 1—вход газа; 2—труба, отводящая газ.

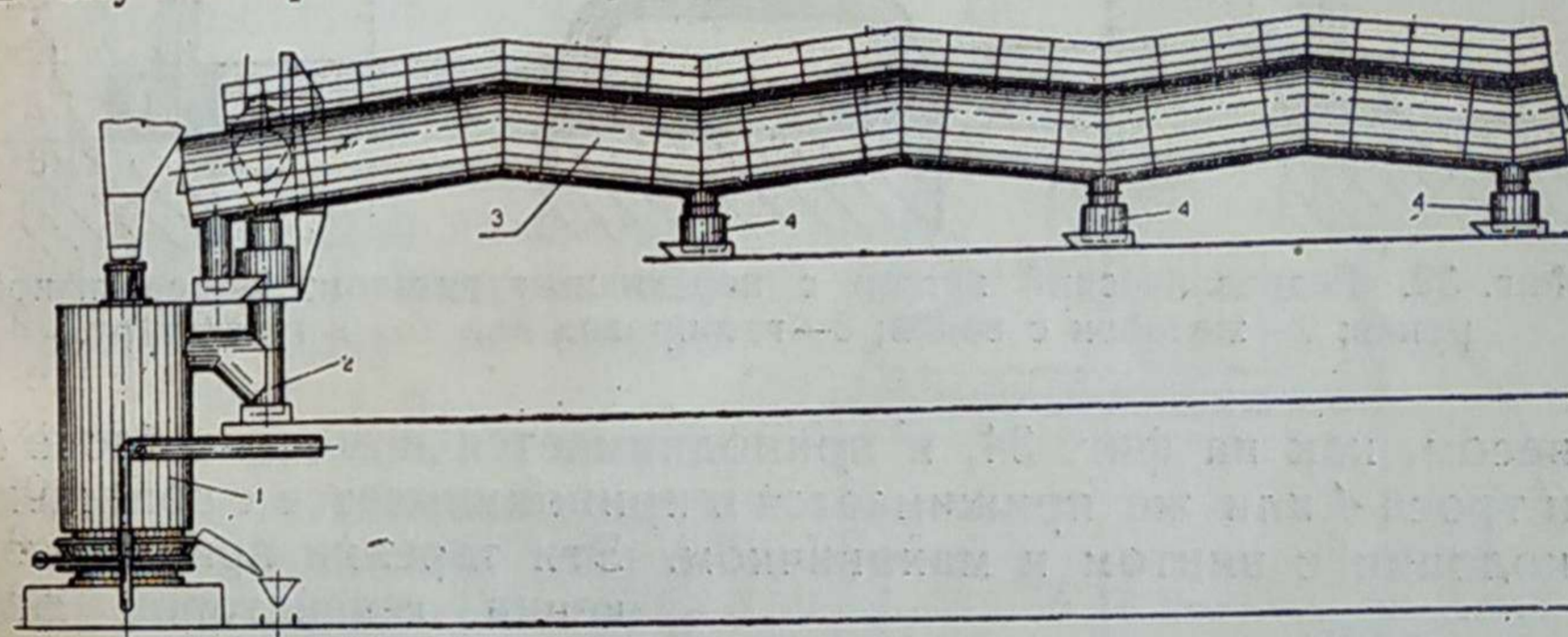
Непосредственно из генератора или предварительно через пылеуловитель газ попадает обычно в коллектор-газосборник (фиг. 46, 51, 54), где собирается и перемешивается газ из нескольких генераторов. Коллектором таким образом устраняется влияние режима отдельных генераторов (загрузок, шуровки и чистки). Помимо этого коллекторам придают такие большие размеры, что вследствие малой скорости газа в них происходит выпадение значительного количества взвешенных частиц. Коллектор, а также места поворотов газопроводов, снабжают пылевыми мешками или углублениями для стока смолы для того, чтобы выпавшие частицы не уменьшали сечения газопроводов и чтобы выпавшие частицы было легче удалить. При выпадении в газопроводе по пути движения газа влаги и смолы, что бывает при большой влажности газа или значительной длине газопроводов и сильном охлаждении газа в них, газопроводам придают уклон, и у самых низких мест ставят отводные трубы погруженные в водяной или смоляной затвор (горшки). Конденсат этим путем отводится из газопровода без остановки такового на чистку.

На фиг. 31 показано устройство подобного газопровода с уклонами. Влажный газ из генератора 1, имеющий низкую температуру, проходит водяной затвор 2, где может собираться выделяющаяся из газа смола, и попадает в газопровод 3, имеющий уклоны. В низких точках газо-

провода помещены конденсационные горшки 4, в которых собираются выделяющиеся из газа влага и смола.

Для удаления пыли, сажи и смолы, в случае выделения таких в газопроводах, последние по всему пути снабжают отверстиями, прикрываемыми клапанами, через которые осевшие частицы могут быть удалены. Отверстия располагаются настолько часто, чтобы все участки возможно было достать при чистке скребком. У всех мест поворотов газопроводов и у газоотводных от генераторов отверстий они обязательны.

Для уменьшения перерывов в производстве, связанных с необходимостью чистки газопроводов от пыли и сажи, в случае применения горячего неочищенного газа (уголь-



Фиг. 31. Газопровод с уклонами: 1—генератор; 2—гидравлический затвор; 3—газопровод; 4—горшки для сбора конденсата с гидравлическими затворами.

ного, антрацитного и коксового) газопроводы снабжают многочисленными пылевыми мешками с клапанами для удаления осадков на ходу. Иногда взамен частой расстановки мешков газопроводы делают овальными, снабжая их отверстиями и клапанами для выпуска пыли.

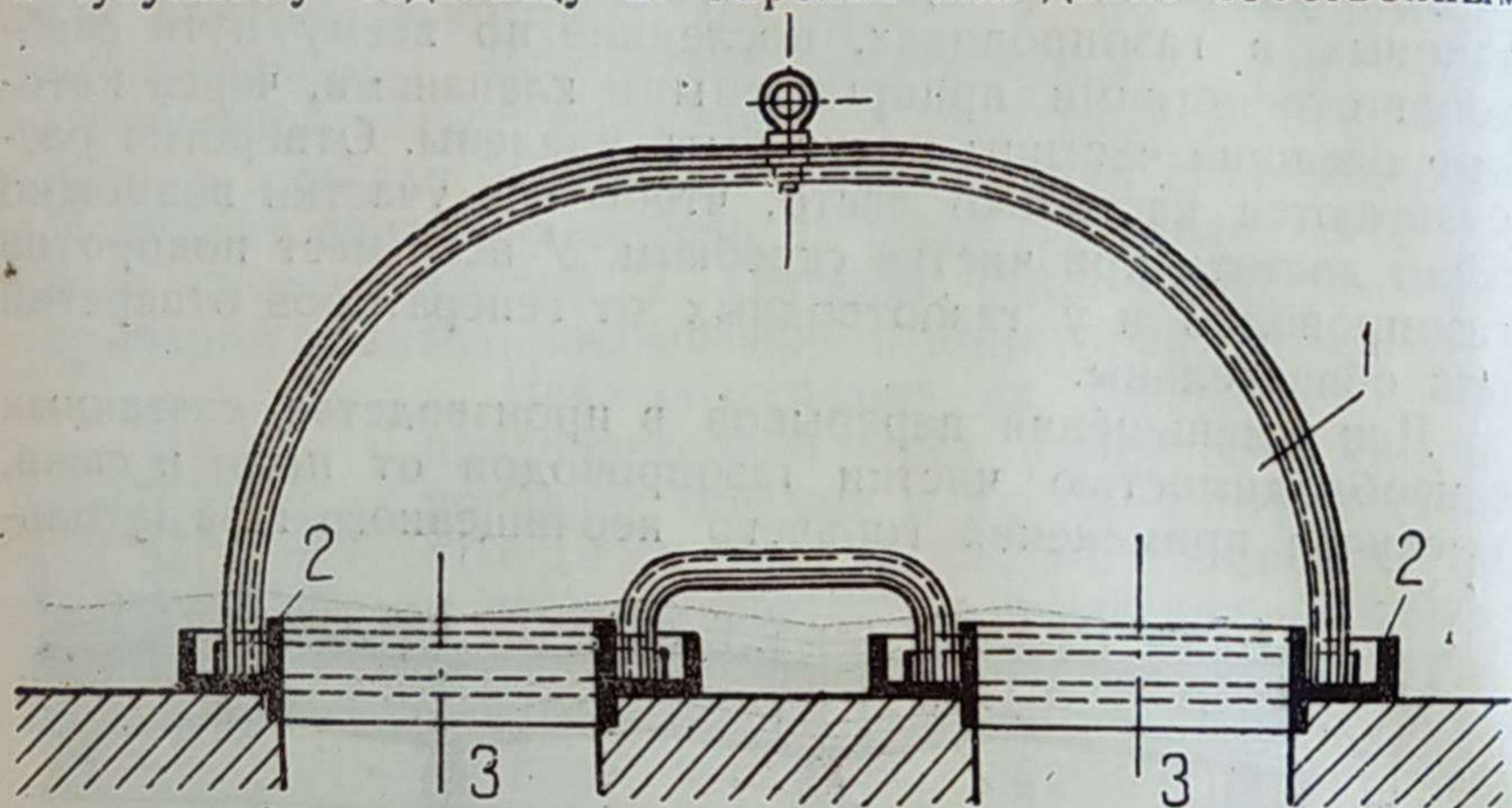
Газопроводы для очищенного газа (обычно металлические) снабжают спускными трубами, отводящими выпадающие в газопроводах осадки в специальные горшки.

Генераторы включаются и выключаются от газопровода с помощью шиберов, тарелочных клапанов и гидравлических затворов.

Выключение генератора с помощью плоского вертикального шибера, видно из фиг. 46. Эти шиберы не дают хорошей плотности, так как между ними и боковой кладкой остается щель. При больших давлениях по этой причине,

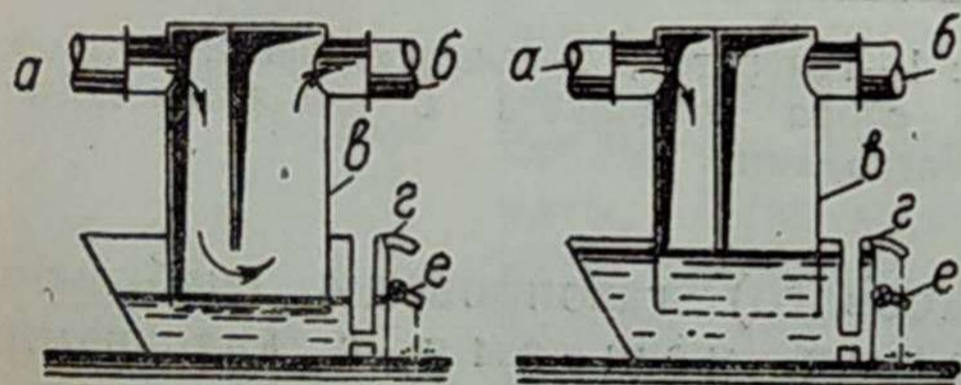
¹ По направлению окружности кожуха пылеуловителя.
² Силы, отбрасывающей от центра к стенкам

несмотря на простоту, их не рекомендуется применять. Лучшими клапанами являются тарелочные (фиг. 34). Подобный клапан состоит из чугунной тарелки 1, прижимаемой к чугунному седлашу 2. Тарелка или давит собственным



Фиг. 32. Гидравлический затвор с перекидным рукавом; 1—перекидной рукав; 2—желобок с водой; 3—газопровод или ход к генератору.

весом, как на фиг. 34, и приподнимается помощью блока 3 и троса 4 или же прижимается и приподнимается с помощью колонки с винтом и маховичком. Эти тарелки при выключении генераторов для лучшей плотности засыпаются песком через клапаны 5, служащие и предохранительными.



Фиг. 33. Гидравлический затвор: а—вход газа; б—выход газа; в—сосуд, разделенный перегородкой на две части и погруженный в воду; г—подача воды для выключения газа; д—спуск воды для включения газа.

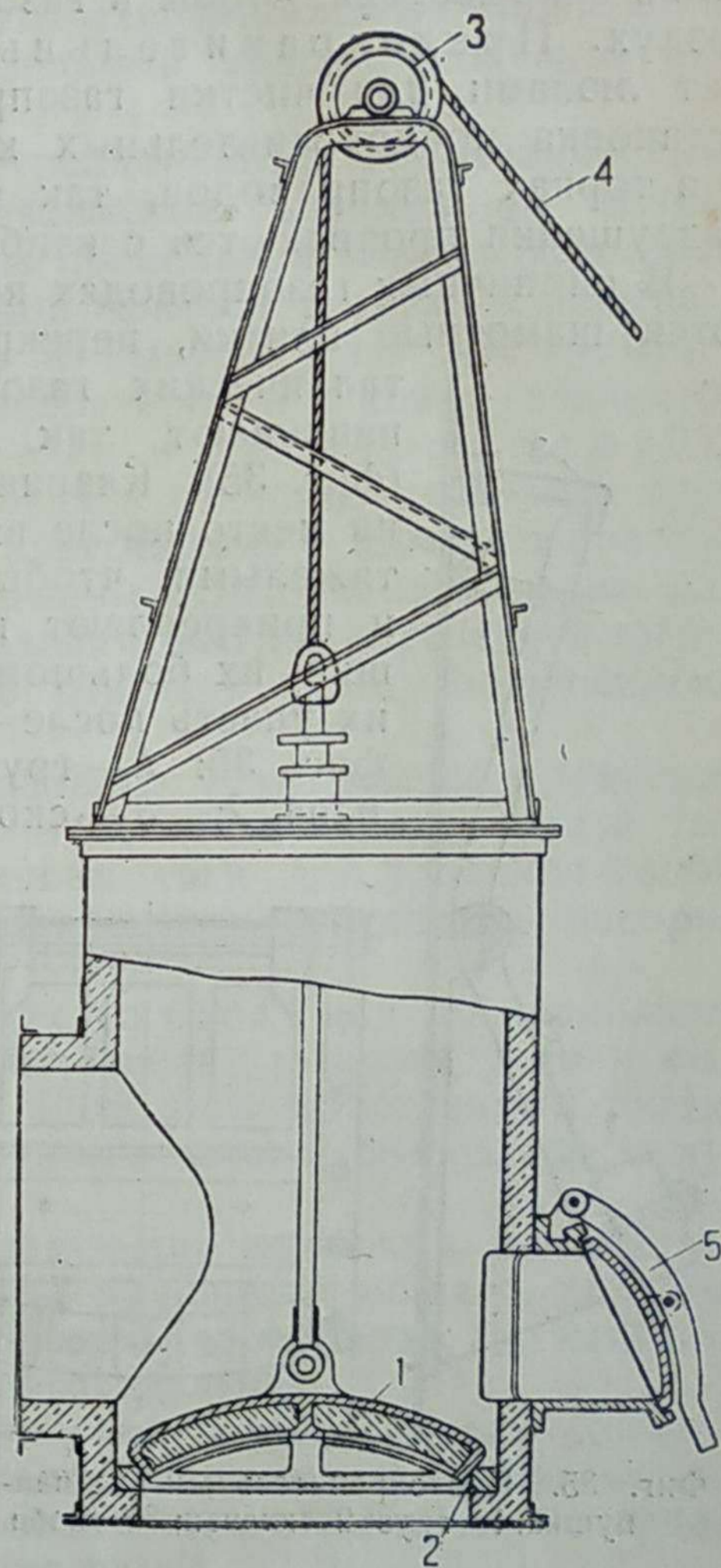
Гидравлические затворы представлены на фиг. 32, 33, Фиг. 32 показывает так называемый перекидной рукав 1, стоящий концами в желобках 2 с водой. Он образует гидравлический затвор и соединяет генератор 3 с газопроводом 3. Чтобы разъединить генератор и газопровод, снимают рукав и на желобки ставят крышки, выключающие генератор и газопровод. В перекидном рукаве устраивают иногда внутренние клапаны, для возможности выключения генератора без снятия рукава.

Затвор, представленный на фиг. 33, состоит из железного сосуда в, разделенного перегородкой, не достигающей до дна, на две части; через газопровод а газ входит, проходит под перегородкой и выходит в газопровод б. Если желают выключить газопровод б, заливают сосуд в через трубку 2 водой. Когда уровень воды окажется выше нижнего края перегородки, газопровод оказывается выключенным. Высота уровня воды над нижним краем перегородки должна быть достаточно для того, чтобы при максимальном давлении газа последний не мог пройти под перегородкой. Для включения газопровода следует выпустить воду из сосуда через трубку е.

При высоких температурах газа применяются преимущественно тарелочные клапаны (фиг. 34). Плоские клапаны непригодны в этом случае ввиду уменьшения плотности и заедания при их нагревании и короблении, а гидравлические — ввиду их громоздкости и сильного испарения влаги, понижающей температуру газа и увеличивающей содержание в ней влаги.

Иногда при очищенном газе применяют задвижки типа водяных „Лудло“. Они могут служить как для включения и выключения, так и для регулирования количества газа.

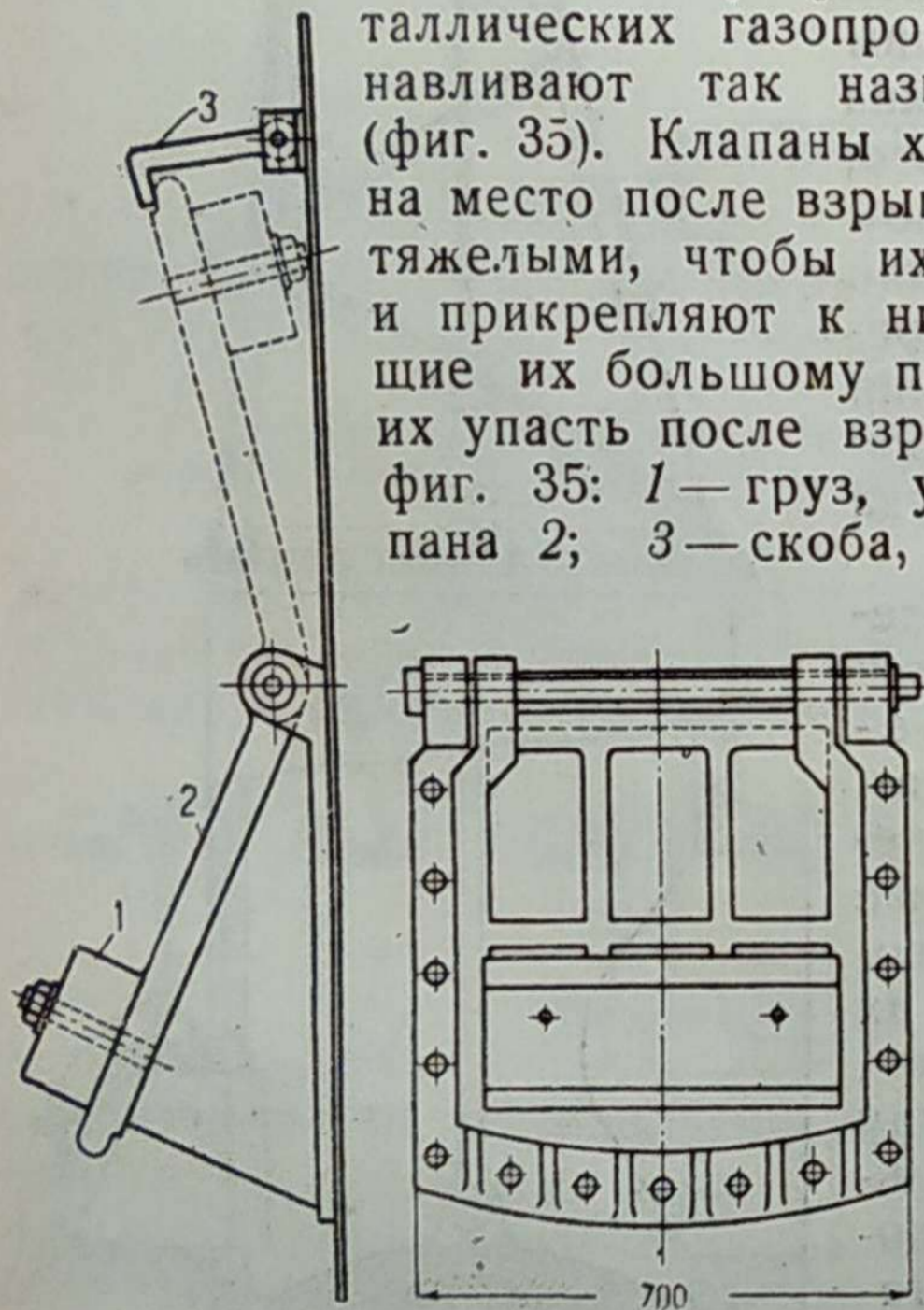
На случай образования в газопроводах гремучей смеси



Фиг. 34. Тарелочный затвор 1—тарелка 2—седло; 3—блок; 4—трос; 5—предохранительный клапан.

и взрыва и для предупреждения повреждения газопровода применяют предохранительные клапаны. Эти клапаны при взрыве должны открываться, выпускать гремучую смесь и вновь закрываться, чтобы в газопровод не мог присосаться воздух. Предохранительные клапаны часто служат люками для чистки газопроводов. Наиболее важна установка предохранительных клапанов у мест поворотов и в торцах газопроводов, так как в этих местах взрыв и разрушения проявляются с наибольшей силой.

В кирпичных газопроводах подобными клапанами являются шамотные плитки, перекрывающие отверстия. В металлических газопроводах чаще всего устанавливаются так называемые хлопушки (фиг. 35). Клапаны хлопушек возвращаются на место после взрыва. Их делают настолько тяжелыми, чтобы их размах был невелик, и прикрепляют к ним упоры, препятствующие их большому подъему и заставляющие их упасть после взрыва вновь на место.



Фиг. 35. Предохранительный клапан-хлопушка: 1—груз; 2—клапан; 3—скоба.

На фиг. 35: 1—груз, увеличивающий вес клапана 2; 3—скоба, удерживающая клапан в верхнем положении (показано пунктиром) в случае его открывания.

Гидравлический клапан на фиг. 33 также является предохранительным. При взрыве воду частично выбрасывает, но она быстро вновь принимает горизонтальное положение, а постоянный приток воды вскоре восстанавливает ее количество.

Некоторое распространение начинают получать клапаны пружинные, в которых тарелка садится после взрыва на место под действием пружины.

Слабым местом предохранительных клапанов является их неплотность и возможность просачивания через них газа или присасывания в газопровод воздуха. По этой причине при больших давлениях в газопроводе или при

работе на разрежении газопроводы снабжают тонкими запаянными алюминиевыми или свинцовыми пластинками, прикрываемыми обычными хлопушками. Газопровод при этом плотен, и только в случае взрыва и разрыва пластинки начинает действовать находящийся над пластинкой обыкновенный предохранительный клапан, могущий оказаться не вполне плотным.

Иногда предпочитают ограничиваться гидравлическими клапанами, надежно выключающими газопроводы, нежели прибегать к металлическим предохранительным клапанам, могущим послужить причиной присоса воздуха и взрыва.

Для пуска генераторов и выпуска газа или гремучей смеси из газопроводов у генераторов и в конце газопроводов устанавливают пусковые и продувные трубы, снабженные клапанами. Иногда в качестве подобных труб пользуются трубами печей, присоединяя к ним газопроводы.

Если генераторы не снабжены отдельными трубами для их разжига, то газы при разжиге выпускаются через загрузочную коробку, что сильно отягчает работу обслуживающего персонала.

В газопроводах неочищенного газа обычно предусматривается возможность присоединения газопровода к дымовой трубе как к источнику тяги для удаления пыли, сажи и продуктов, получающихся при выжигании газопроводов.

Газопроводы должны располагаться по возможности таким образом, чтобы вытеснение газа воздухом и выгонка воздуха газом могли произойти естественным путем благодаря разности их удельных весов (безопасные газопроводы).

Грум-Гржимайло дает следующие правила к этой части.

1. Отдельные газопроводы, идущие от общего, должны начинаться в таком месте общего газопровода, где никогда не может быть отрицательного давления.
2. Направление движения газа в газопроводах должно быть нисходящим. Восстающего направления надо избегать.
3. При длинных газопроводах их лучше делать с падением в сторону движения газов.
4. Устройства для продувки взрывчатой смеси должны брать смесь из самой низкой части газопровода.

Эти правила основаны на том, что вес воздуха больше веса газа и в газопроводе воздух заполняет газопровод снизу, а легкий газ — сверху.

Таким образом, если воздух входит в канал, заполнен-

ный более легким генераторным газом сверху, то он будет падать на дно и смешиваться с газом, образуя гремучую смесь. Если же воздух вводится снизу, то он ложится на дно и постепенно вытеснит газ, который должен отводиться сверху.

Наоборот, если легкий генераторный газ вводится сверху в канал, заполненный более тяжелым воздухом, то он, накапливаясь вверху канала, постепенно будет его заполнять, вытесняя воздух, который должен отводиться снизу; если же газ входит снизу, то он будет подниматься кверху, смешиваясь с воздухом и образуя гремучую смесь.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. На чем основано применение сухих пылеуловителей?
2. В чем заключаются недостатки кирпичных газопроводов?
3. В чем заключаются недостатки обычных предохранительных клапанов — хлопушек?
4. Служат ли гидравлические клапаны для регулирования количества газа?
5. Для чего служат выдувные трубы, устанавливаемые на газопроводах?

5. ПОДАЧА ВОЗДУХА

В генераторах с естественной тягой воздух подается вследствие выдавливания внешним тяжелым холодным столбом воздуха легкого столба газа в генераторе. Эта же выдавливающая сила образует вверху генератора то положительное давление, которое необходимо для продвижения газа по газопроводам.

Если дутье подается искусственным путем, то в случае генераторов с дутьем подача осуществляется пароструйными приборами-инжекторами и вентиляторами. Инжектор представлен на фиг. 36. Его устройство основано на том, что пар, подаваемый под значительным давлением, выходя из трубки в место с более низким давлением теряет свое давление, приобретая вместо него большую скорость. Благодаря большой скорости частиц пара, он присасывает (инжектирует) воздух из окружающего пространства.

Если полученную паровоздушную смесь, движущуюся

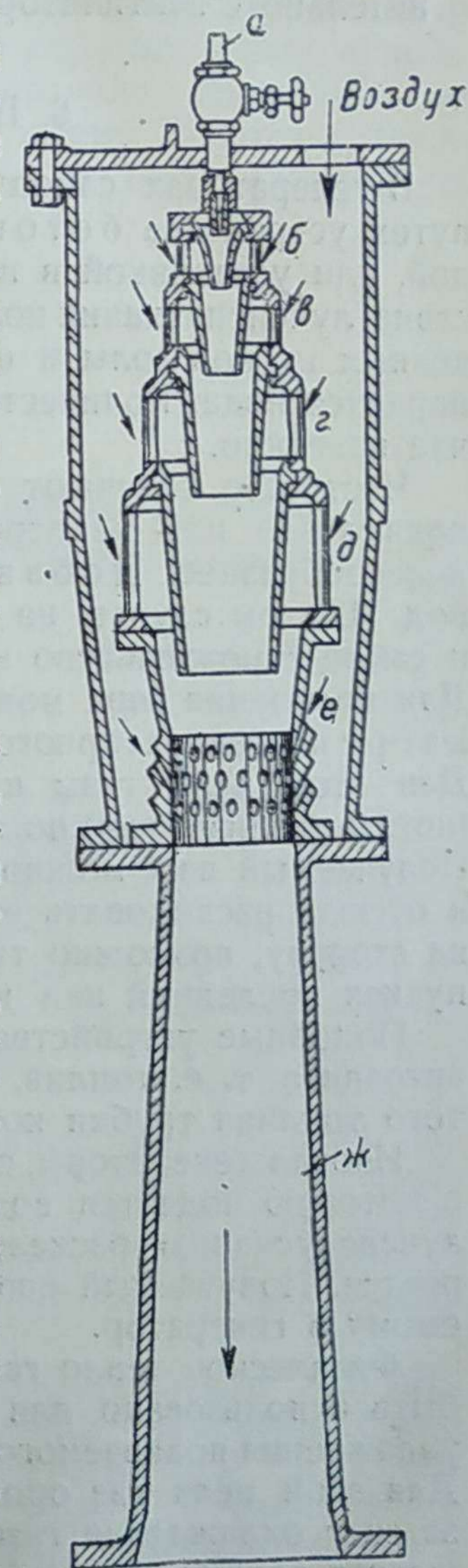
с большой скоростью, пустить в трубу, имеющую постепенное уширение, то часть скоростной энергии перейдет обратно в давление паровоздушной смеси. Таким образом, за счет давления пара присасывается к струе пара необходимый воздух, и паровоздушная смесь приобретает давление, необходимое для преодоления сопротивления слоя топлива и создания положительного давления вверху генератора. Эти приборы просты, дешевы и надежны, но производят сильный шум, потребляют много пара и вводят нежелательные его количества в генератор, особенно при необходимости уменьшения количества воздуха или увеличения давления дутья. Эти приборы часто ставят в качестве резервных к вентиляторам.

Согласно фиг. 36 по трубке *a* подается пар; через отверстия *б*, *в*, *г*, *д*, *е* присасывается воздух; расруб — диффузор *ж*, в котором часть скоростного напора переходит в положительное давление.

Обычно в качестве приборов, подающих воздух или отсасывающих газ, применяют центробежные лопастные вентиляторы.

Воздухопроводы делают железными — из 3 мм железа (иногда и более легкими). Регулировка количества воздуха производится тарелочными клапанами, дросселями и задвижками.

Для предохранения от проникания газа из генератора в воздухопровод в случае падения давления в воздухопроводе в последнем ставится обратный клапан, закрывающий при этом воздушную трубу.



Фиг. 36. Инжектор: *a* — трубка, подводящая пар; *б*, *в*, *г*, *д*, *е* — отверстия для присоса воздуха; *ж* — диффузор

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. На чем основано применение инжекторов?
2. В чем преимущества и недостатки инжектора сравнительно с вентилятором?

6. ПОДАЧА ПАРА

В генераторах самодувных подача пара осуществляется путем устройства бетонного поддувала, залитого водой, или установкой в поддувале корыта с водой. Вследствие лучеиспускания колосников и попадания в воду раскаленных кусков золы и шлака из поддувала или корыта испаряется вода. Количество испаряющейся влаги в этом случае невелико.

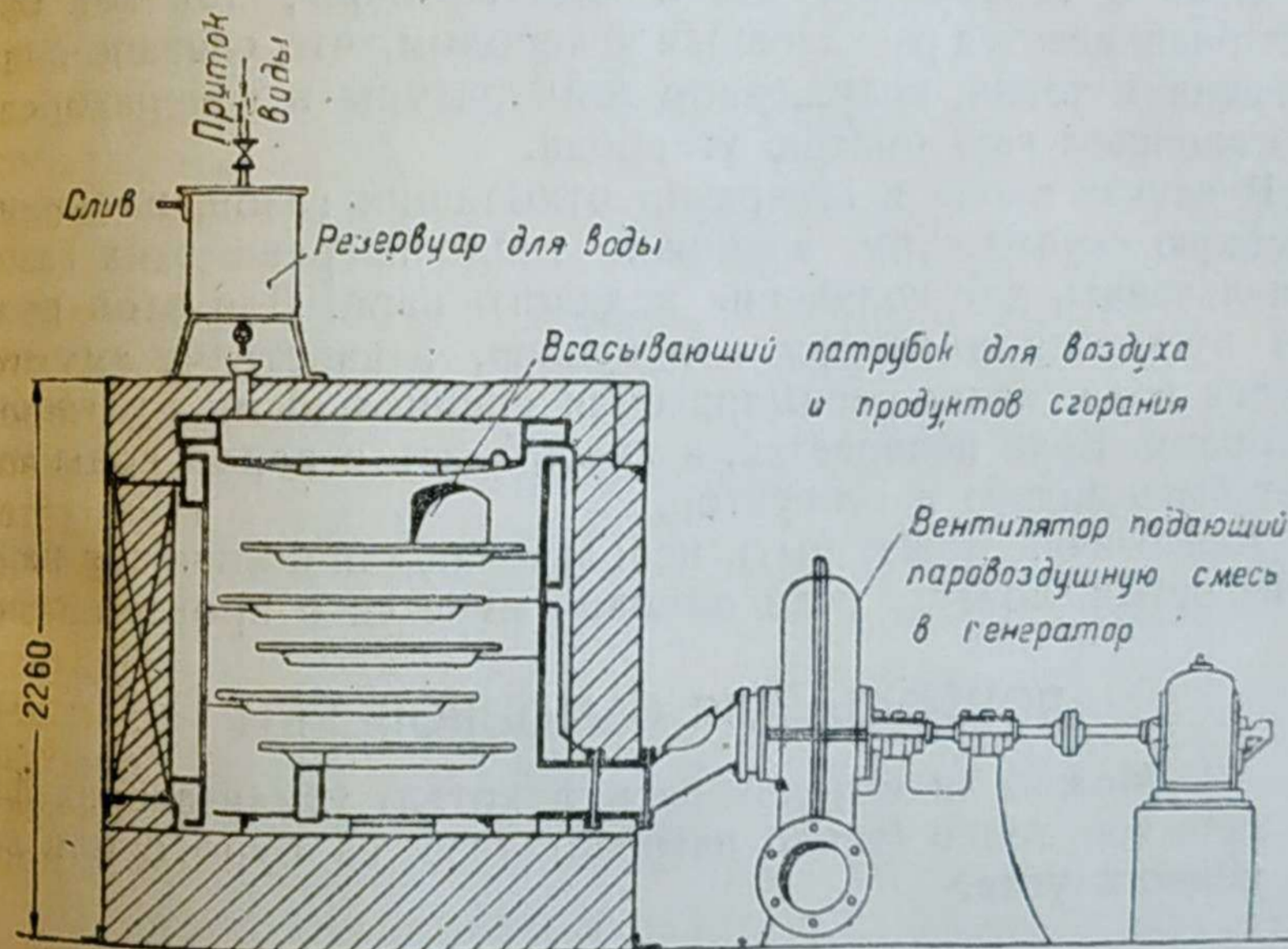
Часто пар получают в отдельной котельной установке и подают его или непосредственно под колосники или, что целесообразнее, добавляют к воздуху в воздухопровод. В этом случае на получение пара тратится топливо, и самое строительство котельной требует затраты средств. Для получения пара может быть использовано тепло нагрева генераторного газа, часто бесполезно теряющееся. Для этой цели газы пропускают в трубчатые испарители (котлы-утилизаторы) по трубкам, омываемым водой (фиг. 57). Получаемый пар можно собирать в специальном барабане и отсюда расходовать его для увлажнения дутья и отпускать на сторону; возможно также увлажнять паром воздух, пропуская последний над водой в испарителе.

Подобные устройства применяются для газа из кокса и антрацита, т. е. топлив, не дающих смол. В случае смолистого топлива трубки котлов быстро засариваются.

Иногда генераторы снабжают полой железной крышкой, в которую подается вода. Крышка нагревается благодаря лучеиспусканию раскаленного топлива, и вода в ней испаряется. Получаемый пар примешивается к воздуху, подаваемому в генератор.

Физическое тепло газа, в том числе и смолистого, может быть использовано для получения пара, необходимого для увлажнения подаваемого в генератор воздуха и иным путем. Для этой цели газ орошается водой, которая нагревается за счет охлаждения газа. В дальнейшем горячей водой орошается воздух, причем часть воды испаряется и увлажняет его. Для увеличения эффекта увлажнения применяется возможно более горячая вода.

На фиг. 38 представлено подобное устройство. Водяной пар могут также давать охлаждающие кожуха генераторов. Последние соединяются с пароводными барабанами, в которых собирается и из которых отводится пар. Давление пара, подаваемого в генератор, можно использовать для получения дутьевого воздуха. Служащие для этой цели инжектора уже описаны выше. Возможно также за счет давления пара приводить в движение тур-



Фиг. 37. Испаритель.

бовоздуходувку с использованием мягкого пара для увлажнения дутья. Это последнее устройство целесообразнее инжектора, так как в этом случае количество пара, примешиваемое к воздуху, может быть регулируемо по желанию, независимо от количества пара, потребного для приведения в движение турбовоздуходувки.

Имеются также испарители, в которых можно получить пар за счет сжигания некоторого количества генераторного газа. На фиг. 37 представлен испаритель системы «Бердер и Фрембс». В нем имеется камера сгорания, в которую подводится генераторный газ из газопровода. В эту же камеру присасывается снаружи воздух. Газ сгорает, и горячие продукты сгорания, смешанные с воздухом, попадают в представленную на фиг. 37 камеру через всасываю-

ший патрубок. В эту же камеру из резервуара, помещенного наверху, течет вода, перетекающая по корытам, находящимся в камере, вниз.

Вода, омываясь горячими газами, частично испаряется, и смесь паров воды, воздуха и продуктов горения с температурой 150—175° вентилятором подается в генератор. Высокая температура смеси обеспечивает невозможность конденсации влаги, а имеющаяся в смеси углекислота играет ту же роль в генераторе, что и водяные пары, так как она восстанавливается раскаленным углеродом, что связано с поглощением тепла, понижением температуры в генераторе и обогащением газа окисью углерода.

В случае ввода в генератор отходящих газов, имеющих высокую температуру, возможно тепло нагрева этих газов использовать для получения водяного пара. Для этой цели газ пускается в камеру или башню, а навстречу ему подается вода, мелко распыливаемая специальными пульверизаторами. Вода испаряется, и смесь газов и паров воды может быть подана в генератор.

Аналогично может быть использован для получения пара и нагретый воздух, если таковой имеется в производстве.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Можно ли использовать в котлах-утилизаторах физическое тепло (тепло нагрева) газа из бурого или каменного угля?

7. ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЯНОГО И ДВОЙНОГО ГАЗА

Водяной газ получается при вдувании в генератор через слой раскаленного топлива водяного пара. Он имеет высокую теплотворную способность, так как не содержит почти совершенно азота. Тепло, расходуемое на получение водяного газа, покрывается обычно, как уже описывалось, путем перерыва в подаче пара и сжигания части топлива за счет вдуваемого воздуха в окись углерода и углекислоту. Полезное действие этих генераторов меньше, чем обыкновенных, служащих для получения воздушного и смешанного газа, так как продукты воздушного горючего дутья уносят из генератора большое количество тепла, а теряющееся тепло лишь частично используется для получения пара и других целей.

Существуют способы непрерывного получения водяного газа.

В этом случае потребное для получения водяного газа тепло может быть введено в генератор различными путями: например, с помощью высоконагретого водяного пара, частичной газификацией топлива кислородом или обогащенным кислородом воздухом, добавляемым к водяному пару, обогревом шахты снаружи или внутри (электрическим током); введением в генератор части полученного газа, нагретого до высокой температуры.

Введение всего потребного тепла путем одного лишь нагрева водяного пара невозможно.

Для получения водяного газа пользуются коксом и антрацитом—топливами, содержащими минимальное количество продуктов сухой перегонки, так как эти летучие в значительной мере теряются в период воздушного дутья.

Стремление получить водяной газ из местных топлив содержащих большие количества летучих, привело к созданию генераторов для получения двойного газа, т. е. смеси водяного газа и газов сухой перегонки. Подобный генератор представлен на фиг. 52. Он состоит из швельшахты 1 и нижней шахты 2.

Шахта и швельшахта снабжены отдельными газоотводящими отверстиями. Топливо засыпается в швельшахту и перегоняется в ней; в нижнюю шахту попадает кокс. В период воздушного дутья содержащийся в нижней шахте кокс разогревается, а получаемые газы отводятся из нижней шахты; в период же парового дутья газы отводятся через верхний отъем, и получаемый в нижней шахте водяной газ проходит через швельшахту и производит подсушку и сухую перегонку топлива. Таким образом в этом случае к водяному газу примешиваются влага, газы и смоляные пары, выделяющиеся из топлива при его сухой перегонке.

Водяной газ иногда обогащают парами смол или нефти. Для этой цели установки снабжают карбюраторами—камерами, в которых разлагают смолу или нефть, получая их пары (стр. 104). Подобные карбюраторы возможным также использовать и для двойного газа в целях разложения содержащихся в газе смолистых веществ или подводимых со стороны нефти или смолы и обогащения газа получающимся в результате разложения смолы или нефти газообразными углеводородами. При карбюрации газа, т. е. при примешивании к нему паров смол или нефти, увеличивается не только теплотворная способность газа, но и его светимость, что сле-

дует отнести за счет выделения при сгорании и разложении углеводородов частичек сажи (углерода), интенсивно лучеиспускающих.

Примерный состав водяного газа: CO_2 — 6,5%; CO — 40,0%; H_2 — 49,0%; CH_4 — 0,6%; N_2 — 3,9% и двойного: CO_2 — 7,8%; CO — 33,8%; CH_4 — 5,0%; C_2H_4 — 0,8%; H_2 — 50,1%; N_2 — 2,5%.

8. ОСУШКА ГАЗА

Влажные топлива дают в газе большие количества водяного пара, являющегося балластом, уменьшающим теплопроводную способность газа и температуру горения и увеличивающим потери тепла с отходящими газами из приспособлений, в которых сжигают газ (печей и двигателей), так как водяные пары, нагреваясь, уносят из них тепло.

Помимо влаги топлива в газе может также содержаться влага парового дутья, не разложившаяся в газогенераторе, влага из паровых затворов и влага из продуктов сухой перегонки топлива.

Удаление влаги достигается охлаждением газа. Если в газе содержится некоторое количество водяного пара в перегретом состоянии, то при охлаждении газа при какой-то температуре эти газы станут насыщенными (температура насыщения или точка росы), и при дальнейшем охлаждении водяные пары будут выделяться из газа в виде воды (конденсироваться), причем каждой температуре газа будет соответствовать строго определенное содержание в нем насыщенного водяного пара. При этом охлаждении газа конденсируются также пары смол. При достаточном охлаждении газа в нем остается лишь небольшое количество водяного пара.

Охлаждение газа достигается или орошением газа водой, т. е. непосредственным соприкосновением газа и воды, или омыванием водой трубок, по которым идет газ. Гораздо проще и легче охладить газ орошением его водой, что и делается обычно. Это имеет однако тот недочет, что в случае смолистого газа из него выделяется также и смола, загрязняющая воду, в результате чего отвод загрязненной воды затруднителен (необходима очистка). Эта вода отравляет водоемы — в них гибнет рыба, и вода становится негодной для питья; кроме того улавливание безводной смолы в этом случае невозможно. Трубчатые холодильники применяются редко как по причине громоздкости и дороговизны, так и по причине загрязнения их смолой.

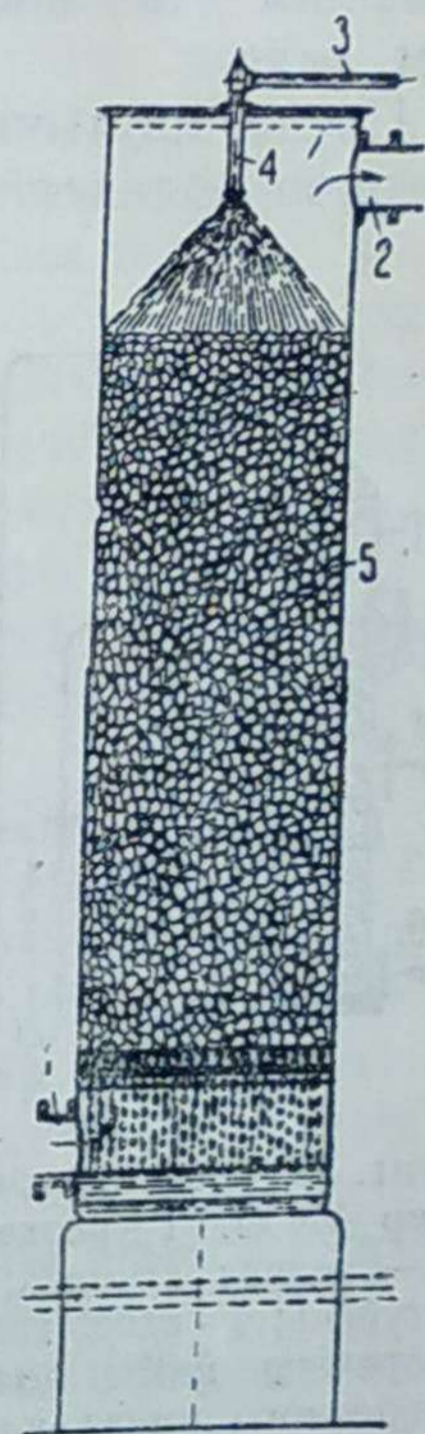
Холодильник с непосредственным смешением газа и воды имеет вид башни и называется скруббером. Вода в нем (фиг. 38) подается сверху водопроводной грубой 3, разбрызгивается наконечником 4 и стекает по насадке 5, которой выложена башня, навстречу газу мелкими струйками, хорошо смешиваясь с газом и охлаждая и очищая его. Газ входит в отверстие 1 и выходит в отверстие 2. Вода стекает внизу в сточную канаву. Насадку выполняют из кокса, колец Рашига, деревянных пластин и т. д.

Как уже указывалось, возможно использование нагретой при промывке газа воды для увлажнения дутья. На фиг. 39 представлена схема работы скруббера германской фирмы „A.V.G.“, установленного на некоторых заводах СССР.

Скруббер состоит из трех ступеней 1, 2, 3. Газ, подлежащий осушке и охлаждению, входит через отверстие 4 в среднюю ступень 2, орошается горячей водой, несколько охлаждается и поступает для дополнительного охлаждения до 25—30° в верхнюю ступень. Газопроводом 8 газ отводится из скруббера. В нижнюю ступень 3 подается через отверстие 9 воздух. Здесь он орошается горячей водой, перетекающей из среднего отделения, увлажняется и через отверстие 10 отводится к генераторам.

Таким образом верхние два отделения служат для охлаждения газа, а нижнее — для увлажнения подаваемого в генератор воздуха.

В устройстве имеются два цикла воды — холодный и горячий. Холодная вода подается насосом 7 в верхнее отделение скруббера, орошает и охлаждает газ и несколько нагретая подается насосом 6 на градирню 11 для охлаждения. Охлажденная вода собирается в яме и отсюда вновь подается насосом 7 в скруббер. Горячая вода проходит нижние два отделения. Насос 5 подает воду из ямы для горячей воды во второе отделение, где она охлаждает более горячий газ, чем это имело место в холодном цикле,



Фиг. 38. Скруббер с насадкой: 1—вход газа; 2—выход газа; 3—подача воды; 4—наконечник, разбрызгивающий воду; 5—насадка из кокса.

нагревается сильнее и перетекает в нижнее отделение 3, орошая и увлажняя воздух. Горячая вода из нижнего отделения отводится в яму для горячей воды и подается вновь насосом в среднее отделение скруббера.

Иногда скруббера не выкладывают насадкой, а мелко распыливают воду, пользуясь для этой цели пульверизаторами-увлажнителями. В увлажнитель вода подается под большим давлением и выходит из него в мелко распыленном виде.

После промывки газа легкокипящие погоны смолы и некоторое количество влаги остаются в газе во взвешенном виде. Их обычно улавливают в скрубберах с насадкой, но без орошения водой. Если газ, содержащий много смолистых веществ, промывается водой, то последняя вымывает эти вещества из газа и для выделения таковых из воды пользуются отстойными бассейнами, в которых смола вследствие отличного от воды удельного веса или всплывает или ложится на дно и может быть удалена. При этом получается большое количество загрязненных ядовитых вод, а смола, которую можно уловить из отстойных ям для воды, получается сильно обводненной и малоценной.

Для очистки воды от пыли, вымытой из газа, применяют коксовые фильтры.

Промывная вода обычно циркулирует в системе; ее охлаждают на градирнях. Взамен испаренной воды добавляют свежей, а также понемногу или сразу спускают отработанную, т. е. сильно засоренную вымытыми из газа веществами воду. Эту воду перед спуском в водоемы в ряде случаев приходится обезвреживать.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какова цель осушки газа?
2. Каким способом осушается газ?

3. Каким способом возможно использование тепла нагрева газа при осушке?

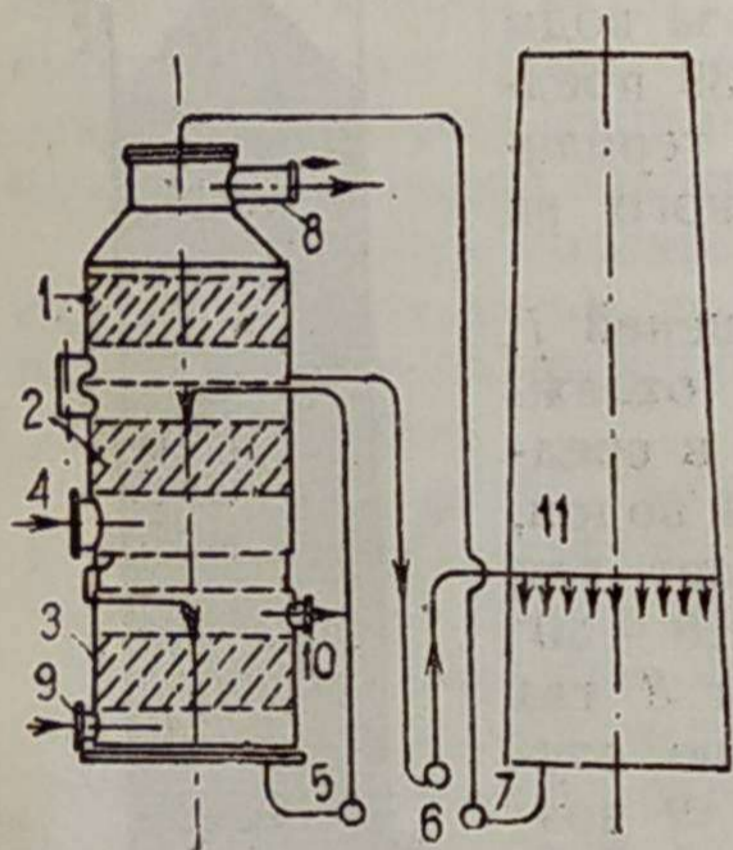
9. ОЧИСТКА ГАЗА

Под очисткой газа понимают освобождение его или отдельных вредных составных частей газа (например H_2S — сероводорода) или от смолы и пыли. Очистка газа от сероводорода вызывается нежелательностью получения продукта сгорания последнего, вредно действующего на ряд веществ (в частности на металлы) и на здоровье людей. Очистка газа от смолы и пыли производится с различными целями. Чистый газ может подаваться на расстоянии без загрязнения газопроводов и необходимости выключения их для чистки. Смола может быть получена безводная как продукт, перерабатываемый на ценные вещества, чистый газ может быть применен для нагрева чувствительных к загрязнениям предметов и допускает применение чувствительных к засорениям газовых горелок; установку счетчиков и т. д.

Очистку газа от пыли и сажи различают сухую и мокрую. Сухая очистка производится с помощью пылеуловителей, описанных выше. Если газ применяется горячий, то ограничиваются сухой его очисткой. В случае применения холодного газа пыль и сажа могут быть удалены путем промывки газа водой. Если из газа улавливается смола и газ содержит много пыли и сажи, то целесообразно до выделения смолы уловить из газа сухим путем пыль и сажу для того, чтобы смола не загрязнялась таковыми.

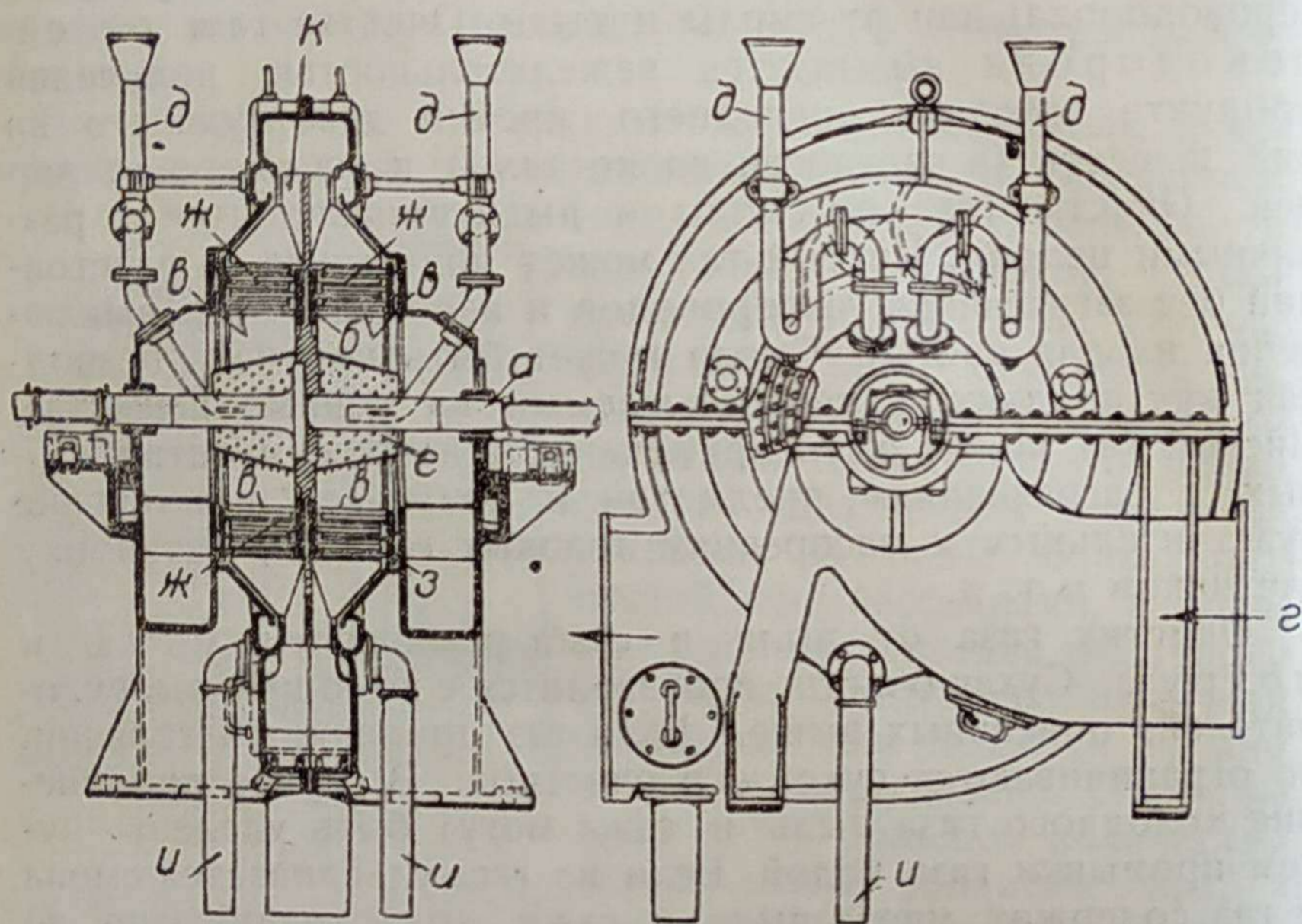
Для улавливания из газа смолы нашли распространение два типа приборов: механические дезинтеграторы и электрофильтры (электростатические смолоотделители).

На фиг. 40 представлен дезинтегратор, называемый аппаратом Тейсена. Валом аппарата *a* приводится в быстрое вращение диск *b* с лопатками *в*. Внутри аппарата подаются газ *г* и промывная жидкость (обычно смола) *д*, разбрызгиваемая благодаря вращению аппарата дырчатым конусом *е* по всему аппарату. В аппарате имеются кроме вращающихся лопаток *в* также и неподвижные лопатки *ж*, прикрепленные к кожуху *з*. Вращающиеся лопатки *в* разбивают частицы промывной жидкости в мельчайшие капли, смешивающиеся с газом и увлекающие частицы смолы из газа. Частицы промывной смолы и смолы газа ударяются о неподвижные лопатки *ж*, уплотняются и стекают в смо-



Фиг. 39. Трехступенчатый скруббер А.В.Г. 1 — верхняя ступень; 2 — средняя ступень; 3 — нижняя ступень; 4 — вход газа; 5 — насос горячего цикла воды; 6 — насос холодного цикла воды; 7 — насос холодного цикла, подающий воду в скруббер; 8 — выход охлажденного осушенного газа; 9 — вход воздуха; 10 — выход увлажненного воздуха; 11 — градирня.

лосборники через трубки *и*. Лопатки *в* и *к* также нагнетают газ, и аппарат является не только смолоочистителем, но и вентилятором. Газ, выходящий из аппарата Тейсена, попадает обычно в каплеуловитель — башню (фиг. 50), заполненную насадкой, обычно состоящей из полых гончарных колец (кольца Рашинга) — удерживающих оставшиеся в газе капельки смолы.



Фиг. 40. Смолоуловитель — аппарат Тейсена: а — вал; б — диск; в — лопатки, прикрепленные к диску; г — вход газа; д — подача промывной жидкости; е — сетчатый конус; ж — неподвижные лопатки, з — кожух; и — сток смолы; к — лопатки, нагнетающие газ.

Помимо этих механических очистительных приспособлений существует еще и много других: тарелочные, вращающиеся фильтры, дисковые и т. д.

Устройство электрических смолоочистителей, называемых аппаратами Котрелля или электрофильтрами, основано на том, что взвешенные частицы, содержащиеся в газе, под влиянием тока высокого напряжения сами приобретают электрический заряд. Эти частицы отталкиваются от полюса, от которого получили заряд, и или уплотняются и выпадают, или оседают на втором полюсе, с которого спадают или стекают.

Обычно один полюс, излучающий — заряжается постоян-

ным пульсирующим током с напряжением в 50 000 — 80 000 вольт. Второй полюс заземлен. Эти аппараты выполняются или пластинчатыми или трубчатыми.

На фиг. 41 представлен аппарат Котрелля с трубами. Газ входит в отверстие *а*, благодаря перегородке *з* опускается книзу и поднимается вверх через трубы *б*. Электрический ток высокого напряжения проходит через раму *в* и провода *г*, находящиеся в заземленных трубах. Частицы смолы оседают на стенках труб *б* и стекают вниз, удаляясь отсюда сливной трубой. Газ из аппарата выходит через отверстие *е*. Клапаны *ж* являются предохранительными.

При применении аппаратов Котрелля особенно важно обеспечить станцию от возможности примеси к газу воздуха, так как аппарат создает условия, благоприятствующие взрыву.

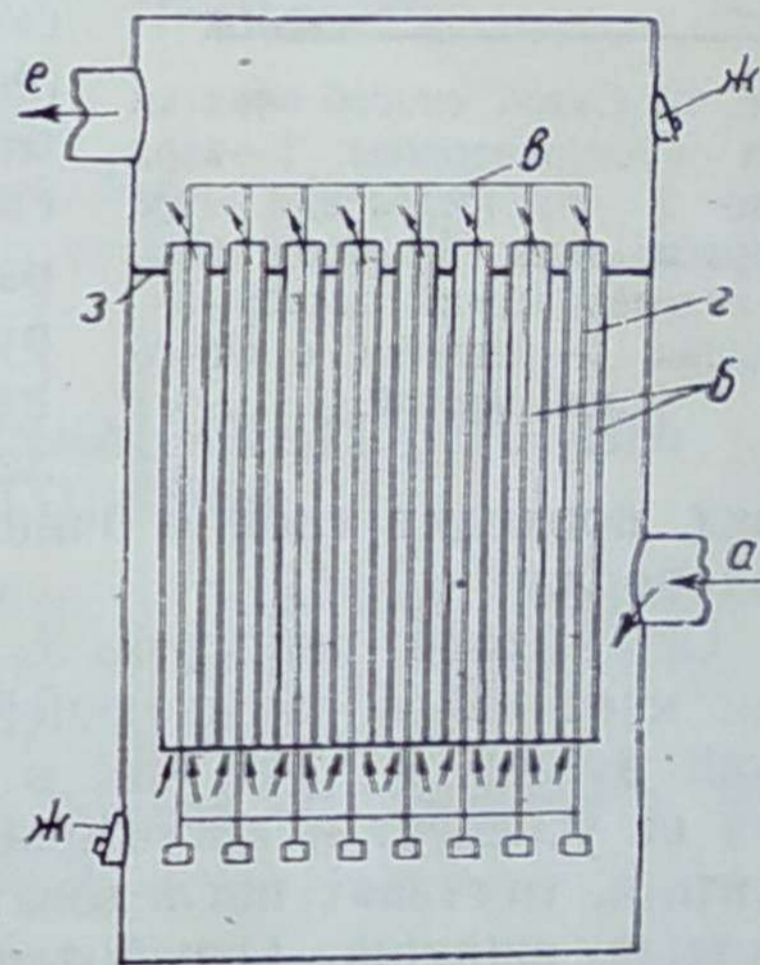
В аппаратах Котрелля улавливается смола, находящаяся в конденсированном состоянии — в виде тумана. Значительное количество легких погонов, находящихся в паробразном состоянии, проходит через аппарат.

Иногда применяют для улавливания смол из газа орошение газа смолой.

Газ после улавливания из него смол обычно промывается в скруббере. Так как после промывки в скруббере газ уносит из последнего некоторое количество легких масел и капелек влаги, то в случае специальных требований к газу в отношении его чистоты за скруббером ставится еще одна ступень смолоочистки.

Газ из древесины и торфа содержит уксусную кислоту, которую можно улавливать как в целях использования, так и в целях предупреждения разъедания ею газопроводов.

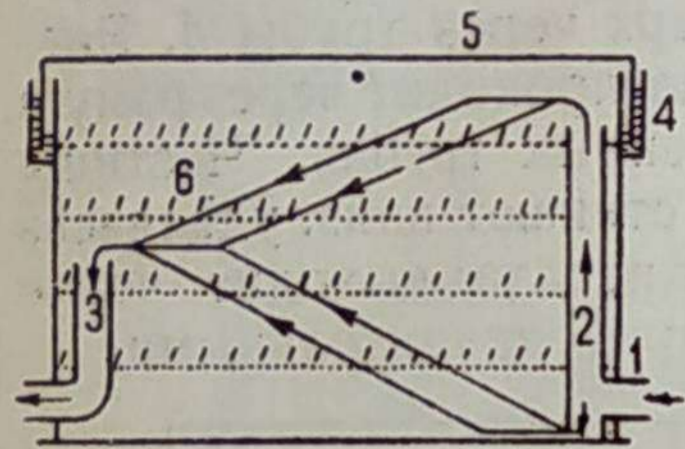
Нейтрализация уксусной кислоты может проводиться путем орошения газа в скруббере известковым молоком. Получающийся в результате взаимодействия известки с уксусной кислотой уксусно-кальциевый порошок может быть



Фиг. 41. Электрофильтр — аппарат Котрелля: а — вход газа; б — трубы; в — рама; г — провода; е — выход газа; ж — предохранительный клапан; з — перегородка.

утилизирован для получения уксусной кислоты. Существуют и другие способы улавливания кислоты.

Очистка газа от отдельных вредных составных газообразных частей называется химической очисткой. Как



уже выше указывалось, чаще всего газ очищается от сероводорода. Очистка производится или сухим путем или мокрым.

При сухой очистке газ пропускается в чугунные ящики, внутри которых расположено несколько деревянных решеток 6 (фиг. 42) с очистной массой, химически действующей на газ. Обычно этой массой является размолотая болотная железная руда (гидрат окиси железа). Газ входит в отверстие 1, распределяется по трубе 2 вверх и

Фиг. 42 Сухой способ очистки газа от сероводорода: 1—вход газа; 2—распределение газа вверх и вниз; 3—отвод газа; 4—гидравлический затвор; 5—крышка; 6—решетки с очистной массой.

вниз, проходит слой и очищается таким образом от сероводорода.

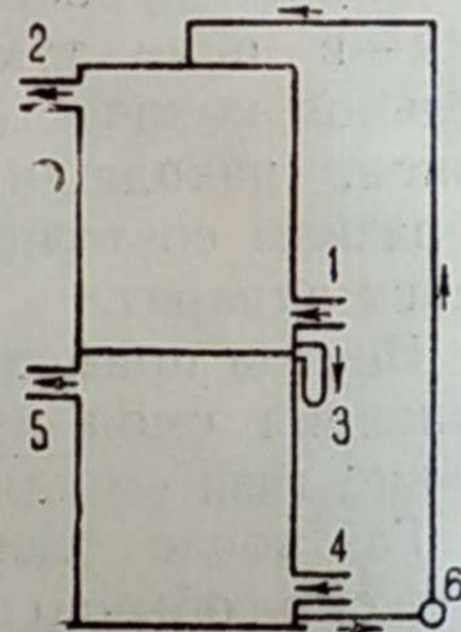
Газ выходит по трубе 3. Ящик уплотнен крышкой 5, замыкающей гидравлический затвор 4. Так как в одном ящике газ не успевает в достаточной мере очиститься, то ставят последовательно по несколько ящиков. Отработанная очистная масса восстанавливается путем пропуска через нее воздуха.

При сухом способе достигается очень хорошая очистка газа; этот способ распространен, но громоздок, требует значительного обслуживания и вреден для рабочих.

При мокром способе очистка производится не порошком, а раствором или взвешенными в жидкости веществами, реагирующими с сероводородом.

Этот способ дешевле, гигиеничнее и компактнее.

На фиг. 43 представлена схема очистки Семи пукского шамотного завода (способ Сиборда). Загрязненный газ входит через трубу 1 в промывную башню, где он орошается содовым раствором, текущим сверху по коксовой насадке. Очищенный газ через отверстие 2 направляется



Фиг. 43. Мокрый способ очистки от сероводорода: 1—вход газа; 2—выход газа; 3—сифонная трубка для перелива раствора; 4—вход воздуха; 5—выход воздуха; 6—насос для подачи раствора в башню.

дальше. Использованный содовый раствор через сифонную трубку попадает в нижнюю регенеративную башню, стекает по коксовой насадке, а навстречу ему поднимается очищающий его воздух. Последний подается специальным вентилятором через отверстие 4 и через отверстие 5 выходит в атмосферу, унося с собой сероводород. Очищенный содовый раствор качается насосом 6 в башню.

Существуют также способы мокрой очистки газа от серы с улавливанием ее при регенерации (восстановлении) раствора.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Каковы цели очистки газа?
2. Как очищается газ от смолы?
3. Какие имеются способы очистки газа от сероводорода?

10. ЗАВИСИМОСТЬ ГАЗОФИКАЦИИ ОТ СОСТАВА И СВОЙСТВ ТОПЛИВА

Для газификации имеют особенное значение следующие свойства топлива: размер кусков; влажность, содержание и качество золы, свойства топлива при нагревании.

В дальнейшем дается характеристика газификации в зависимости от этих свойств топлива.

Влияние размера кусков топлива

Мелкие куски топлива, имеющие большую поверхность соприкосновения с газами, газифицируются быстро, большие же медленно. Однородность размера кусков топлива имеет большое значение для газификации, так как при наличии различного размера кусков малые куски успевают быстро прогазофицироваться, а большие доходят до колосников, не выгорев полностью. По этим же причинам при мелком топливе слой держат в генераторе низким, а при крупном — высоким.

Работа с мелким топливом является затруднительной, так как оно оказывает большое сопротивление движению газов, из-за чего приходится поддерживать значительное давление дутья; следствием этого является легкость образования прогаров и шлакование. Если топлива распадаются при нагревании, этим также доставляются большие неудобства.

Топливо мелкое, но имеющее равномерный размер зерна, удается довольно успешно газифицировать или в генераторах со ступенчатыми решетками или в специальных генераторах высокого давления, в которых воздух по возможности равномерно распределяется многочисленными мелкими отверстиями.

Стремление использовать местные топлива и непрочные продукты коксования топлива¹ вызвали в последние годы интерес к газификации топлива в виде мелочи и пыли во взвешенном состоянии. Поскольку это связано с интенсификацией работы генераторов, разрешение этой задачи должно одновременно решить и проблему создания генераторов большой мощности (см. ниже).

Влияние влажности топлива

Если топливо очень влажно, то значительная часть тепла газов, поднимающихся снизу, затрачивается на подсушку топлива, и газ получается холодный. Подсушивающееся топливо в этом случае занимает в генераторе большой объем и, если не увеличивать размеры генератора, то зона подсушки будет увеличиваться за счет раскаленной зоны, и процесс газификации будет протекать неудовлетворительно: в газе будет много неразложенных углекислоты и водяного пара (если последний вводится вместе с воздухом под колосники). По этой причине влажные топлива газифицируют при повышенном слое.

Имеется предел и влажности топлив. Если тепла поднимающихся газов не хватает на испарение влаги и удаление смол, то они будут в верхней части генератора конденсироваться, закупоривать промежутки и препятствовать его нормальной работе или даже вызывать заглошение генератора.

Влияние зольности топлива

При высоких температурах, имеющих место в генераторе, легкоплавкая зола плавится, заливая куски топлива, препятствуя их газификации, и образует крупные комья шлака, вызывающие неравномерное распределение воздуха в генераторе. Шлак также разъедает футеровку генератора и приваривается к ней.

По этим причинам большая зольность топлив при низкой температуре плавления золы особенно затрудняет их газификацию.

Со шлакообразованием борются шуровкой и понижением температуры раскаленной зоны. Шуровка производится вручную и специальными решетками, ломающими шлак, а понижение температуры раскаленной золы достигается подачей в генератор водяного пара, понижающего температуру, вследствие затраты тепла на его разложение. Вместе с тем сильное понижение температуры раскаленной зоны ухудшает процесс. Если зола очень плавкая и приходится значительно понизить температуру раскаленной зоны, процесс газификации протекает неудовлетворительно.

С приплавлением шлака на стенках генераторов борются путем устройства охлаждающих кожухов.

Иногда зола обладает способностью впитывать в себя воду (гигроскопичность). Если затвор водяной, то вода может впитываться до раскаленного слоя и тем самым понизить его температуру. Иногда зола обладает способностью образовывать с водой цементнообразную твердую массу, от которой трудно очищать водяной затвор. При подобных свойствах золы применяют сухие затворы.

Влияние свойств топлива при нагревании

При нагревании топлива без доступа воздуха из него удаляются газообразные вещества — продукты сухой перегонки (летучие) и остается твердый остаток, состоящий преимущественно из углерода и золы. Различные топлива дают различные выходы летучих и кокса, причем топлива более молодые — дрова, торф, бурые угли — дают большее содержание летучих продуктов. В табл. 2 приведены данные о содержании летучих в различных топливах.

Летучие вещества состоят из газов и паров смол. Часть этих веществ при охлаждении газа выпадает в виде жидкости (конденсируется). Летучие вещества обладают большей теплотворной способностью, чем газ, получаемый в нижней части генератора, и обогащают генераторный газ. В молодых топливах сухая перегонка протекает при более низких температурах и быстрее, чем в старых.

В зависимости от условий перегонки — скорости подъема температуры и высоты температуры — получают различные продукты перегонки. Особенно это отражается на

¹ Полукокс.

качество смол, причем, как уже указывалось, при низких температурах получают первичную смолу, состоящую из более ценных продуктов, могущих быть переработанными на жидкие легкие топлива, необходимые для двигателей внутреннего сгорания.

Таблица 2

Содержание летучих в 100 ч. сухого беззольного топлива

Продукты перегонки	Дрова	Торф	Бурый уголь	Молодой каменный уголь	Старый каменный уголь	Антрацит
Остаток после перегонки %	15	30	45	60	80	95
" " " %	85	70	55	40	20	5

Кокс некоторых топлив обладает способностью спекаться, т. е. размягчаться и сливаться в сплошную массу, затвердевающую после выделения летучих. Если свойство это выражено сильно, то в генераторе образуются спекшиеся комья или корка, препятствующие проходу газов и газификации, и создаются местные очаги горения и каналы, через которые проходят газы. Подобные топлива требуют усиленной шуровки, и сильно спекающиеся топлива затруднительно газифицировать. Некоторые топлива обладают способностью распадаться при нагреве в мелочь. Это свойство является чрезвычайно неприятным, так как образующаяся мелочь закупоривает каналы для проходов газов, вызывает неравномерность газификации и большой унос. Непрочные топлива избегают сильно шуровать во избежание их измельчения.

Большое значение имеет также реактивная способность кокса из данного топлива, под которой понимается способность более или менее интенсивно восстанавливать CO_2 в CO и H_2O в H_2 .

Топлива молодые дают коксовый остаток с большей реактивной способностью чем старые, что способствует интенсивности их газификации в генераторах и получению газа хорошего состава.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как влияет на газификацию неравномерность кусков топлива?
2. Какая связь между влажностью топлива и высотой слоя топлива в генераторе?
3. Как борются со шлакованием генератора?
4. Какие топлива дают смешанный газ с более высокой теплотворной способностью?
5. Как отражается на процессе газификации сильное спекание топлива?

11. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Преимущества генераторного газа, описанные в начале книги (получение высоких температур при газе из низкосортного топлива и уменьшение избытка воздуха, хорошая и быстрая регулировка пламени, централизация топливного хозяйства и т. д.), — вызывают все увеличивающееся применение генераторного газа в огнеупорной промышленности. Почти все печи этой отрасли промышленности могут быть переведены на газ, что допускает централизацию топливного хозяйства на базе местных и низкосортных топлив при экономичности и максимальной гибкости тепловых устройств, потребляющих газ.

Генераторный газ употребляется для сушки и обжига материалов во вращающихся, шахтных, одно- и многокамерных и тоннельных печах. В некоторых печах, например в шахтных и тоннельных, генераторный газ вследствие своей чистоты и удобств подачи и регулирования имеет почти исключительное применение.

Несмотря на требуемые во многих печах для обжига огнеупорных материалов высокие температуры, огнеупорная промышленность пользуется до настоящего времени исключительно воздушным и смешанным (бедным) генераторным газом.

В большинстве случаев при наличии необходимости в повышенных температурах оказывается возможным ограничиться подогревом служащего для горения воздуха за счет тепла остывания изделий или тепла отходящих газов, как это имеет место в тоннельных, газокамерных, шахтных и других печах, что позволяет при бедном газе получать высокие температуры.

Все же это не исключает возможности применения более дорогого водяного газа для нужд огнеупорной промышленности в отдельных случаях, когда требуется особенно высокая температура, например для обжига магнезита во вращающихся и шахтных печах, при том лишь конечно условии, если имеющееся налицо топливо не в состоянии дать смешанный генераторный газ с достаточной теплотворной способностью.

Речь в этом случае может идти лишь о двойном водяном газе, так как для получения простого водяного газа обычно расходуются высококачественные топлива — антрацит-кулак (АК) или ценный кокс, являющиеся дефицитными продуктами, а в ряде случаев и привозными; двойной же газ может быть получен из местных топлив. Также весьма важным обстоятельством является то, что двойной газ имеет в своем составе углеводороды из продуктов сухой перегонки, сгорающие с выделением сажи и сообщающие пламени сильно лучеиспускающий характер, способствующий передаче тепла нагреваемым предметам, тогда как водяной газ, получаемый из антрацита и кокса, не содержит углеводородов и дает бесцветное, нелучеиспускающее пламя, хуже передающее тепло. Для большей интенсивности работы печей в случае пользования простым водяным газом пришлось бы в известных случаях его карбюрировать парами нефти или смол.

Все уменьшающаяся стоимость кислорода, а также успехи достигнутые в последнее время при газификации различных топлив на паро-кислородном дутье, свидетельствуют о том, что в случае необходимости в газе с высокой теплотворной способностью паро-кислородный газ явится в ближайшем будущем серьезным соперником двойному водяному газу.

Таким образом можно считать, что в огнеупорной промышленности преимущественное применение может иметь смешанный газ и лишь в редких случаях — водяной двойной или паро-кислородный газ.

В отношении применимости тех или иных конструкций генераторов и типов установок к керамической промышленности и рациональности их можно руководствоваться следующими соображениями, взятыми отчасти из практики работы генераторных установок на заводах огнеупорных изделий, а отчасти по аналогии из практики других отраслей промышленности, где генераторный газ нашел себе уже давно большое применение.

Для дровяного топлива в случае малых установок последние могут осуществляться исходя из условий дешевизны, дефицитности материала и малой зольности древесины, в виде блока дутьевых прямоугольных шахт с горизонтальной или крышеобразной решеткой. При значительных размерах установки целесообразна газификация древесины, измельченной в щепу специальными машинами. Применение щепы допускает: упрощение механизации подачи топлива, большую производительность генератора, лучший его ход, а также устройство круглых шахт с автоматическим удалением золы. В этом случае возможно также предусмотреть наличие в генераторах швельшахт, благодаря чему повышается качество газа и получаемой смолы. Большая влажность дровяного топлива вызывает необходимость в применении осушки генераторного газа из древесины.

При значительных размерах установок для возможности получения безводной смолы, являющейся ценным продуктом, целесообразно до охлаждения газа улавливать из него смолистые вещества.

В значительной мере отмеченные применительно к дровяному топливу соображения относятся и к торфяному топливу. При малых установках на торфу могут быть использованы прямоугольные генераторы с крышеобразной решеткой в блоке, если только необходимость в повышенном качестве газа не вынуждает ставить генераторы со швельшахтами. Большие установки на торфу во всех случаях должны обеспечиваться генераторами с вращающимися решетками, а желательно и со швельшахтами. Значительное содержание в торфе влаги побуждает применять осушку газа, а большое содержание смолистых веществ — улавливание в крупных установках безводной смолы специальными смолоуловительными аппаратами.

Бурые угли, являющиеся многозольными топливами, целесообразно во всех случаях газифицировать в генераторах с вращающимися решетками. Применение швельшахт необходимо в случае значительной производительности установок, а также при требовании большей теплопроизводительности газа или лучшего качества смол. Значительная влажность бурых углей определяет необходимость осушки газа. В больших установках также предусматривается улавливание безводной смолы.

Малые установки на каменном угле выполняются из генераторов Сименса, генераторов с крышеобразными решетками и из генераторов Моргана. При больших

производительностях применяют генераторы с вращающимися решетками, а также с автоматическими шуровочными приспособлениями. Большое теплосодержание каменноугольного газа (высокая температура), отсутствие необходимости в его осушке (малая влажность) и затруднительность использования физического тепла газа (наличие в газе смолистых веществ и засорение рекуперативных котлов) — позволяют рекомендовать применение газоочистки лишь в случаях необходимости дальнего газоснабжения, большой чувствительности потребителя к остановкам для чистки газопроводов и специальных требований в отношении чистоты газа.

При использовании горячего газа газопроводы и пылеуловители целесообразно снабжать изоляцией. В случае очистки газа в установках значительного размера следует предусматривать улавливание безводной смолы.

Антрацит и кокс в малых установках могут газифицироваться в генераторах с крышеобразной решеткой. При значительных размерах установок применяют генераторы с вращающимися решетками. В случаях наличия возможности использования горячего газа малой протяженности газопроводов, отсутствия необходимости в особой чистоте газа и незначительности влияния на потребителя газа остановок для чистки газопроводов нет необходимости ввиду малой влажности газа и отсутствия в нем смолистых веществ в применении газоочистки.

Если большие размеры станции, большая протяженность газопроводов или другие соображения заставляют очищать и охлаждать газ, то физическое тепло газа может быть в значительной мере использовано или путем установки трубчатых котлов или путем применения металлических крышек и высоких охлаждающих кожухов, дающих пар. При использовании горячего газа газопроводы и пылеуловители целесообразно снабжать изоляцией.

Большие установки для углей, антрацита и кокса снабжают часто автоматическими питателями для подачи топлива в генератор.

Что касается размеров генераторов с вращающимися решетками, то обычно их диаметр составляет 2,6 или 3,0 м. Максимальный диаметр генераторов, установленных в СССР, равен 3,6 м.

Данные о производительностях генераторов для получения воздушного и смешанного газа из различных топлив приведены в табл. 3.

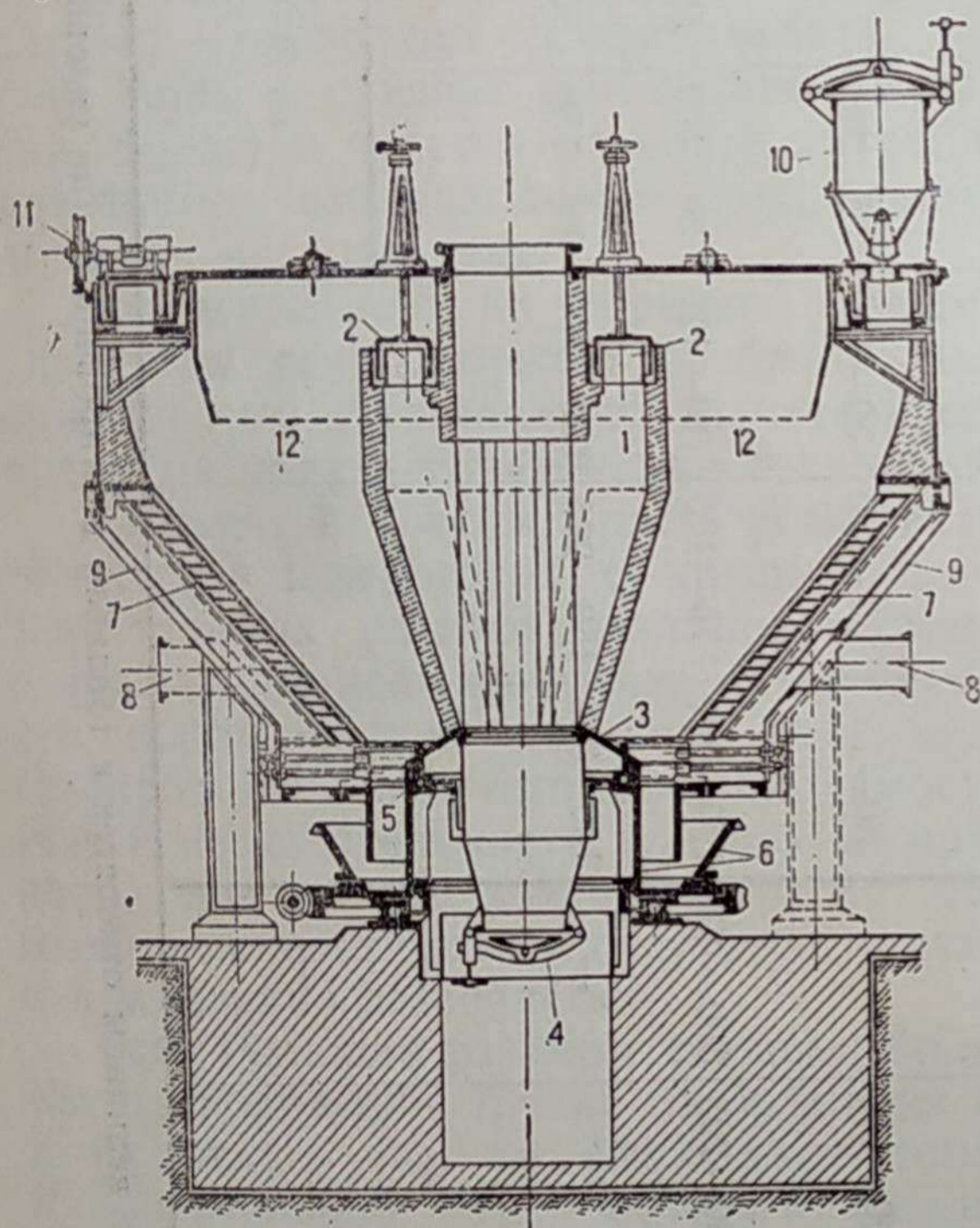
Таблица 3

Интенсивность газификации различных топлив в различных системах генераторов
в килограммах на м² сечения в час

Тип генератора	Дрова		Торф	Бурый уголь	Брикеты бурого угля	Каменный уголь	Антрацит	Кокс
	Поленья	Щепа						
Самодувный с неподвижной решеткой и ручной шуровкой	100	150	50—75	50—100	50—90	35—70	—	—
С дутьем и неподвижной решеткой	150—225	300—400	100—300	75—125	80—120	50—100	50—75	50—75
С вращающейся решеткой	—	—	150—350	150—275	120—200	80—150	80—175	80—175
С автоматическим шуровочным приспособлением	—	—	—	—	—	125—250	—	—
С выпуском жидких шлаков	—	—	—	—	—	—	—	—
								от 300 до 1000

Примечание. Более высокие величины относятся к топливам сортированным (не рядовым) и с лучшими свойствами золы и кокса.

При наших мощных новостройках большое значение приобретает создание газогенераторов большой мощности. В этом отношении техника газификации идет по трем путям: 1) увеличение размеров обычных газогенераторов; 2) работа на газогенераторах с выпуском жидкого шлака, что одновременно решает



Фиг. 44. Генератор с большой производительностью Тренклера: 1—газосборник-пылеуловитель; 2—клапана; 3—неподвижная средняя часть решетки; 4—клапан для спуска пыли; 5—кольцо с шарами; 6—вращающаяся часть решетки; 7—ступенчатая решетка; 8—подвод дутья; 9—уплотняющий кожух; 10—загрузочная коробка; 11—приспособление для перемещения загрузочной коробки; 12—отдельные камеры генератора.

вопрос о применении топлив с легкоплавкой золой; 3) газификация топлива в пылеобразном виде, что допускает использование отходов и легко распадающихся топлив. Увеличение размеров генераторов связано с большими затруднениями. Вращающиеся решетки при этом не обеспечивают равномерного схода шлака; равномерного распределения дутья по всему сечению генератора и с увеличением площади сечения генератора работа его ухудшается и возможная на единицу площади поперечного сечения интенсивность газификации снижается. Предложенные заграничные конструкции генераторов большого размера идут по пути увеличения площади решетки и устранения средней части топлива в генераторе, т. е. по пути устройства кольцевых генераторов иногда с комбинированием вращающейся и ступенчатой решеток. На фиг. 44 представлен подобный генератор Тренклера.

Генератор разделен на несколько камер 12 с помощью перегородок. Эти камеры могут включаться и выключаться без нарушения работы генератора в целом. Средняя часть 1 генератора является газосборником и пылеуловителем и соединяется с каждой камерой генератора при помощи клапанов 2 с плотными затворами. Средняя часть 3 решетки неподвижна, и на ней помещаются кронштейны, несущие промежуточные стены отдельных камер. С помощью кольца 5 с шарами неподвижная коническая часть решетки центрирует вращающуюся часть 6 решетки. Ступенчатая решетка 7 имеет наклон в 50° — большой угла естественного откоса топлива — и широко перекрыты во избежание просыпания топлива щели. Подвод дутья 8 происходит через кожух 9 под ступенчатую решетку. Загрузка осуществляется коробкой 10, могущей передвигаться при помощи привода 11 и устанавливаться над любой камерой. Зола и шлак, сползающие со ступенчатой решетки, попадают во вращающуюся чашу, откуда удаляются обычным порядком. Пыль из средней камеры 1 удаляется с помощью клапана 4.

Предложенным путем может быть осуществлен генератор, сохраняющий испытанный способ удаления золы с помощью вращающейся решетки и имеющий в то же время во много раз большую площадь сечения шахты и решетки, нежели обычные генераторы с вращающейся решеткой.

Данных об испытании генератора не имеется. Конструкция его представляется не вполне простой. Повидимому должно представить затруднения создание достаточной плотности между камерами и внутренним сборником, а также достижение равномерной работы всего генератора.

Имеются также предложения об устройстве генераторов с двумя вращающимися решетками — кольцевой и центральной, которые должны обеспечить надлежащее распределение дутья и сход шлака в генераторе путем самостоятельной работы обеих решеток. Удаление шлака предполагается в этом случае в двух местах: у периферии генератора и между решетками.

Касаясь генератора большого размера, следует отметить также существование в Италии генераторов диаметром в 5 м, снабженных неподвижной пирамидальной решеткой. Золоудаление в этих генераторах, так же как и загрузка, производится с помощью специальных шиберов, приводимых в движение гидравлическим путем. Генераторы работают на торфе и буром угле. Производительность их составляет до

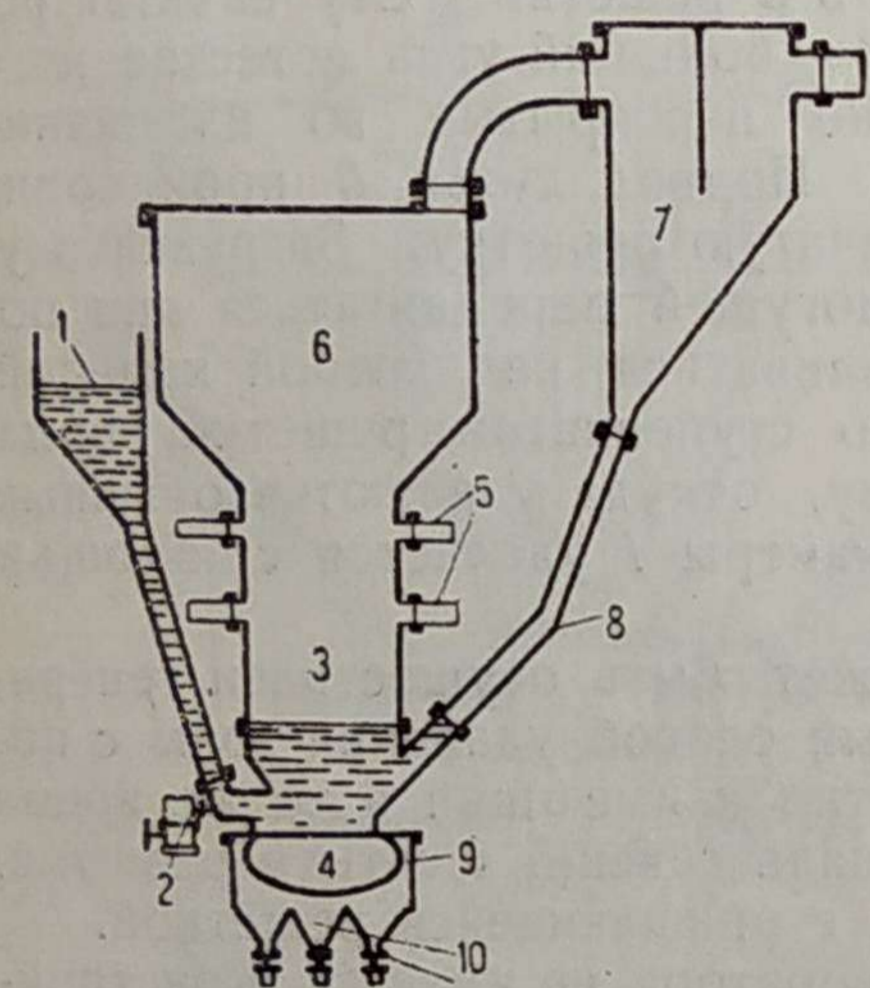
150 т в сутки. Проверенных данных об их работе не имеется.

Значительная интенсивность работы генераторов с выпуском жидких шлаков свидетельствует о возможности использования таковых в качестве генераторов большой производительности. До сих пор основным препятствием к их применению являлось застывание в них шлака, большой унос пыли, разъедаемость футеровки и высокая температура газов. Однако эти препятствия представляются преодолимыми.

Производительность заграничных конструкций генераторов с выпуском жидких шлаков достигает 100 т кокса в сутки и больше при диаметре генератора в 3 м.

Особенно целесообразным является применение этих генераторов в условиях подогрева воздуха, подаваемого в генератор, или использования кислорода в качестве дутья, а также в случае легкоплавкости золы. Применение кислородного дутья помимо обеспечения высокой температуры в генераторе, необходимой для получения шлака в жидком виде, обуславливает также повышение температурной способности газа (отсутствие в газе балласта — азота).

Большой интерес представляет собой газификация



Фиг. 45. Генератор Винклера для мелкого топлива: 1—бункер; 2—шнек для подачи топлива в генератор; 3—нижняя часть генератора; 4—дутьевая камера; 5—отверстия для ввода дополнительного воздуха; 6—верхняя часть генератора; 7—пылеуловитель; 8—рукав для возврата пыли в генератор; 9—механическая решетка; 10—зольные бункера.

мелко расплавленного топлива, решающая одновременно две задачи: использования мелких топлив и создания сверхмощных генераторов. За границей настойчиво проводятся соответствующие опыты; в последние годы они ведутся и в СССР.

По имеющимся сведениям производительность подобного генератора системы Винклера, построенного в Германии, превышает 1000 т мелкого бурого угля в сутки.

Схема генератора Винклера представлена на фиг. 45. Топливо — буроугольная мелочь подается из бункера 1 шнеком 2 в нижнюю часть генератора 3. Из камеры 4 подается дутье высокого давления, вызывающее интенсивное движение слоя топлива в генераторе. С получающимися газами из топлива уносится много взвешенных частиц пыли, которые дополнительно газифицируются воздухом, нагретым до 900°, подводимым через отверстия 5. Верхняя часть генератора 6 имеет большую площадь сечения. В результате уменьшения скорости газов в верху генератора часть непрогазофицированной пыли выпадает из газа. Для выделения остатка пыли из газа служит пылеуловитель 7, из которого осевшая пыль рукавом 8 возвращается в генератор. Зола из генератора удаляется механической решеткой 9 в бункера 10, из которых она может быть выпущена наружу.

Газ получается с высокой температурой и с малой теплотворной способностью. Тепло нагрева газа в дальнейшем используется.

Газогенераторная станция в промышленности огнеупорных материалов представляет собой обслуживающий цех и работа ее определяется в зависимости от работы других цехов, потребляющих газ. Поэтому для возможности разработки промфинплана генераторной станции на некоторый промежуток времени необходимо предварительно выявить характеристику потребления газа за большой промежуток времени с указанием значительных колебаний в отдельные периоды квартала и года. Очень показательной является такая характеристика в виде графика. В зависимости от графика потребления газа устанавливается промфинплан работы генераторной станции. При составлении промфинплана прорабатываются все вопросы, касающиеся работы самой станции, как-то: число работающих генераторов, сроки их пуска и выключения, текущий и планово-предупредительный ремонт, штаты и распределение рабсилы, расход электроэнергии, воды, запасных частей, инструмента, вспомогательных материалов, техно-экономические показатели, калькуляция себестоимости газа.

При наличии подобного четкого промфинплана и налаженности управления станцией газогенераторный цех может дать необходимые заявки и наряды-заказы другим цехам, производить отпуск газа по хозрасчетным ценам, организовать надлежащий учет и контроль отдельных участков станции, установить премиальную систему за улучшение

техно-экономических показателей, за сохранность оборудования и т. д.

Из числа факторов, определяющих себестоимость генераторного газа, основной статьей является стоимость топлива — 50 — 70%; стоимость самой газификации составляет 15 — 25%, стоимость очистки — 5 — 15% и сероочистки 5 — 15%.

Улавливание безводной смолы при газификации смолистых топлив обычно не только должно себя окупать, но и дать известную прибыль.

Как показывают предварительные расчеты, улавливание серы из газа покрывает расходы по очистке газа от сероводорода лишь в случае большого содержания такового в газе.

Преимущественная зависимость для данной станции стоимости топлива заставляет принимать все меры к учету и максимальному повышению к. п. д. установки как путем выбора достаточно совершенных конструкций оборудования, так и путем хорошего контроля и обслуживания.

12. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ ГАЗОФИКАЦИИ

Газифицируются различные твердые топлива — древесное, торф, бурый и каменный уголь, антрацит, кокс.

Свойства топлива и устройство генератора определяют при нормальном уходе за генератором показатели его работы, как то: производительность генератора, состав, температуру и теплотворную способность газа, потерю горючего в провале, расход воздуха и пара и т. п.

Зависимость газификации от общих свойств топлива описана уже выше. В дальнейшем же дается характеристика газификации для отдельных видов топлив.

Основные показатели работы генераторов на различных видах топлива для воздушного и паровоздушного дутья приведены в табл. 3 — 6.

Интенсивность работы генераторов указана в табл. 3 в виде количества топлива в килограммах газифицированного на 1 м² сечения шахты в час (кг/м², час), т. е. она определяется путем деления часового расхода топлива на площадь сечения шахты генератора.

Газофикация древесины

Древесина представляет собой топливо богатое влагой. Свежесрубленные дрова содержат влаги 50 — 55%. Для воз-

Таблица 4

Высота слоя топлива и отдельных зон для различных топлив (в мм)

Топливо	Дрова	Торф	Бурый уголь	Каменный уголь	Антрацит	Кокс	от 100 до 300 мм							
							Весь слой над решеткой	Слой золы	Раскаленный слой	Темный слой топлива				
Высота	4000—7000 ¹	4000—7000	2000—7000	700—1700	700—1600	1100—2000	—	300—2500	400—1000	400—1000	100—400	—	300—500 ²	800—1700

¹ Для поленьев; при щепе может быть и меньше.
² После засыпки.

Состав газа из различных топлив

Наименование газа	Обозначение	Дровяное топливо	Торф	Бурый уголь	Каменный уголь	Антрацит	Кокс
Горючие составные части:							
Окись углерода	CO	28,0	28,0	26,0	25,0	29,0	30,0
Тяжелые углеводороды	C ₂ H ₄ (C _м H _п)	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—
Метан	CH ₄	2,5	2,5	2,5	3,0	0,7	1,0
Водород	H ₂	13,0	15,0	15,0	13,0	14,0	10,0
Негорючие составные части:							
Углекислота	CO ₂	7,0	7,0	6,0	4,5	3,0	2,5
Кислород	O ₂			от 0,0 до 0,3			
Азот	N ₂	49,0	47,0	50,0	54,0	53,3	56,5

Таблица 6

Выход и теплотворная способность газа, расход пара и перичного воздуха при газификации различных топлив

Род топлива	Выход газа		Теплотворная способность газа				Температура газа °С	
	Количество		сухого		влажного			
	пара	воздуха	высшая	низшая	высшая	низшая		
	кг/кг	м ³ /кг	кал/м ³	кал/м ³	кал/м ³	кал/м ³		
Дрова	0—0,1	0,7—1,2	1,0—1,7	1,7—2,2	1350—1600	1300—1500	850—1300	80—300
Торф	0,1—0,2	0,7—1,2	1,2—1,7	1,8—2,2	1250—1700	1200—1600	800—1350	80—300
Бурый уголь	0,1—0,4	0,7—1,5	1,4—2,4	2,0—3,0	1200—1700	1150—1600	800—1400	70—400
Каменный уголь	0,2—0,4	1,5—2,6	2,3—3,8	2,7—4,2	1300—1500	1200—1400	1150—1400	500—800
Антрацит	0,3—0,6	2,6—3,2	3,8—4,4	4,0—4,7	1200—1300	1150—1250	1100—1250	350—650
Кокс	0,3—0,6	2,6—3,2	3,8—4,4	4,0—4,7	1200—1300	1150—1250	1100—1250	350—650

возможности удовлетворительного применения дров для газогенераторов их подвергают сушке на воздухе до достижения воздушно-сухого состояния, при котором содержание влаги составляет 20—25%. Сушка продолжается до одного года.

Зольность древесины невелика (0,5—2%) и зола тугоплавка, за исключением случаев загрязнения дров песком и илом при сплаве. Серы в древесном топливе нет. Применяются дрова в виде поленьев различной длины, т. е. в виде крупных кусков. Иногда дрова для увеличения интенсивности газификации и возможности применения генераторов малой высоты измельчают специальными машинами в щепу.

Кроме дров и щепы для газификации применяют и отбросы лесного и лесопильного хозяйства: пень, хворост, сучья, опилки, решетину, горбыли и т. д.

При нагревании древесины из нее выделяются помимо влаги большое количество газообразных и смолистых веществ, в числе которых имеется некоторое количество уксусной кислоты и древесного спирта.

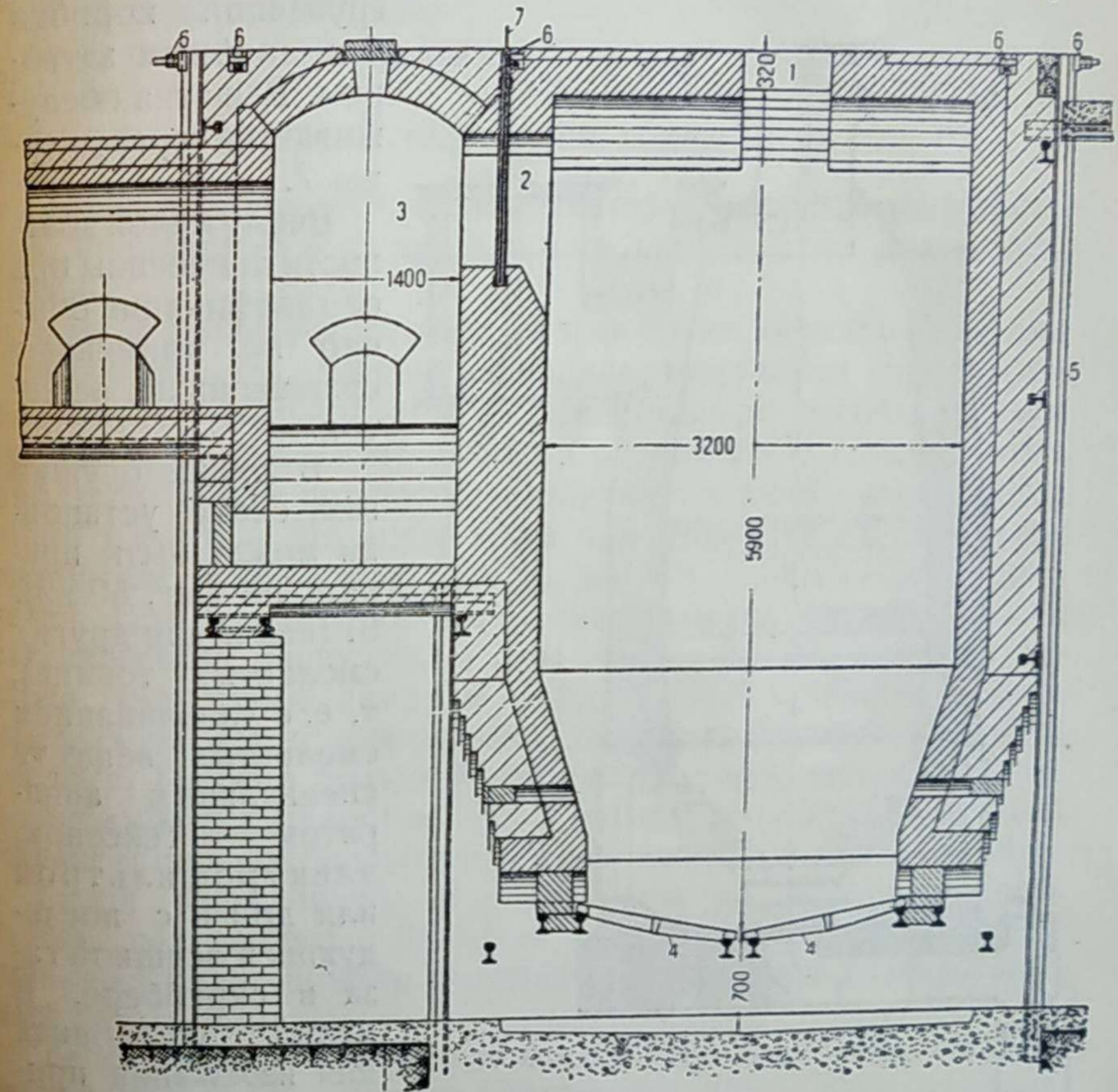
В случае большой влажности древесины, ее возможно подвергнуть осушке, которую в целях экономии топлива целесообразно производить отходящими газами печей. Эта осушка преследует цель снижения влажности до такой величины, при которой газификация протекает удовлетворительно. Конструкция сушки является простой только в случае щепы.

Устранение влаги из газа производится путем охлаждения газа.

Дрова прекрасно газифицируются, так как они содержат большое количество летучих, легко выделяющихся при подогреве древесины и обогащающих газ; древесный уголь не спекается, не распадается при нагревании и обладает высокой реакционной способностью; зольность дров малая, и зола тугоплавка; сопротивление слоя дров, газифицирующихся обычно в виде крупных кусков, минимально, что позволяет получать большие производительности генераторов даже в случае самодувных генераторов.

В соответствии с достоинствами дров как топлива для газификации и их малозольностью они газифицируются часто в самых примитивных генераторах — бесколосниковых и с горизонтальными решетками. Форма генераторов в случае поленьев соответственно их форме, прямоугольная, а при газификации щепы — круглая.

На фиг. 46 представлен самодувный дровяной газогенератор. Дрова в него забрасываются помощью прямоугольной коробки (на чертеже не показанной) через прямоугольное отверстие 1. Газ отводится каналом 2 в коллектор 3, собирающий газ от нескольких генераторов. Топливо лежит на горизонтальных колосниках 4. Генераторы



Фиг. 46. Самодувный генератор для дров: 1—загрузочное прямоугольное отверстие; 2—отвод газа; 3—коллектор; 4—горизонтальный колосник; 5—стойки обвязки; 6—связь; 7—шибер.

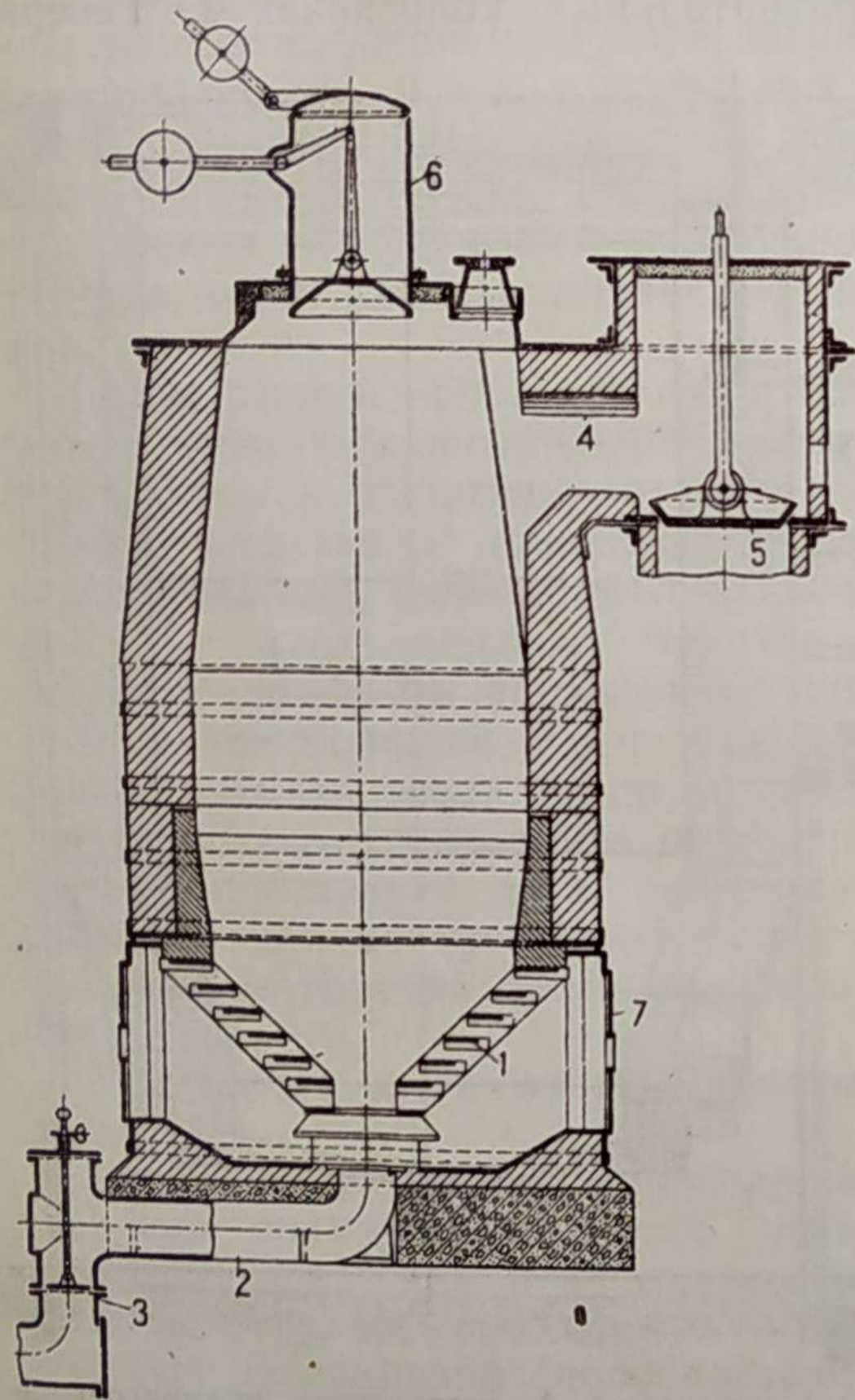
торы расположены в блоке и обвязываются с помощью стоек 5 и связей 6. Обслуживается горизонтальная решетка с двух сторон. Решетка сделана двойной для возможности увеличения размера генератора. Выключается генератор с помощью шибера 7. Производительность генератора — 50 куб м дров в 24 часа. Газ из газосборника 3 направляется непосредственно к потреблению.

На фиг. 47 представлен генератор Толандера, работающий в Швеции на щепе. Он снабжен кольцевой ступенчатой решеткой 1. Воздух под решетку подается каналом 2 и регулируется клапаном 3. Газ отводится каналом 4 и регулируется клапаном 5. Топливо подается помощью круглой загрузочной коробки 6 с двойным затвором. Решетка обслуживается через дверцы 7.

Ввиду малой зольности древесины при ее газификации обычно не применяют вращающихся решеток.

В случае осушки газа схема установки может быть принята по фиг. 50 или 51 (как и для других смолистых топлив), т. е. с улавливанием смолистых веществ специальным аппаратом (Тейсенем, электрофильтром или др.) и с последующей осушкой газа в скруббере. В малых установках для избежания применения дорого стоящего и сложного смолоотделителя возможно ограничиться для очистки и осушки газа промывкой его в скруббере.

Дровяное топливо первоначально имело повсеместное распространение. В СССР для центральных районов в настоящее время оно теряет свое значение.



Фиг. 47 Генератор Толандера, работающий на щепе: 1—кольцевая ступенчатая решетка; 2—подача воздуха; 3—воздушный клапан; 4—отвод газа; 5—газовый клапан; 6—загрузочная коробка; 7—дверка для чистки решетки.

94

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Благоприятны ли свойства древесины как топлива для газификации в отношении:
 - а) содержания и свойств золы,
 - б) содержания летучих,
 - в) свойств кокса,
 - г) содержания влаги,
 - д) образования пыли?

Газофикация торфа

Торф, являющийся чрезвычайно распространенным топливом, начинает все более и более применяться для газификации.

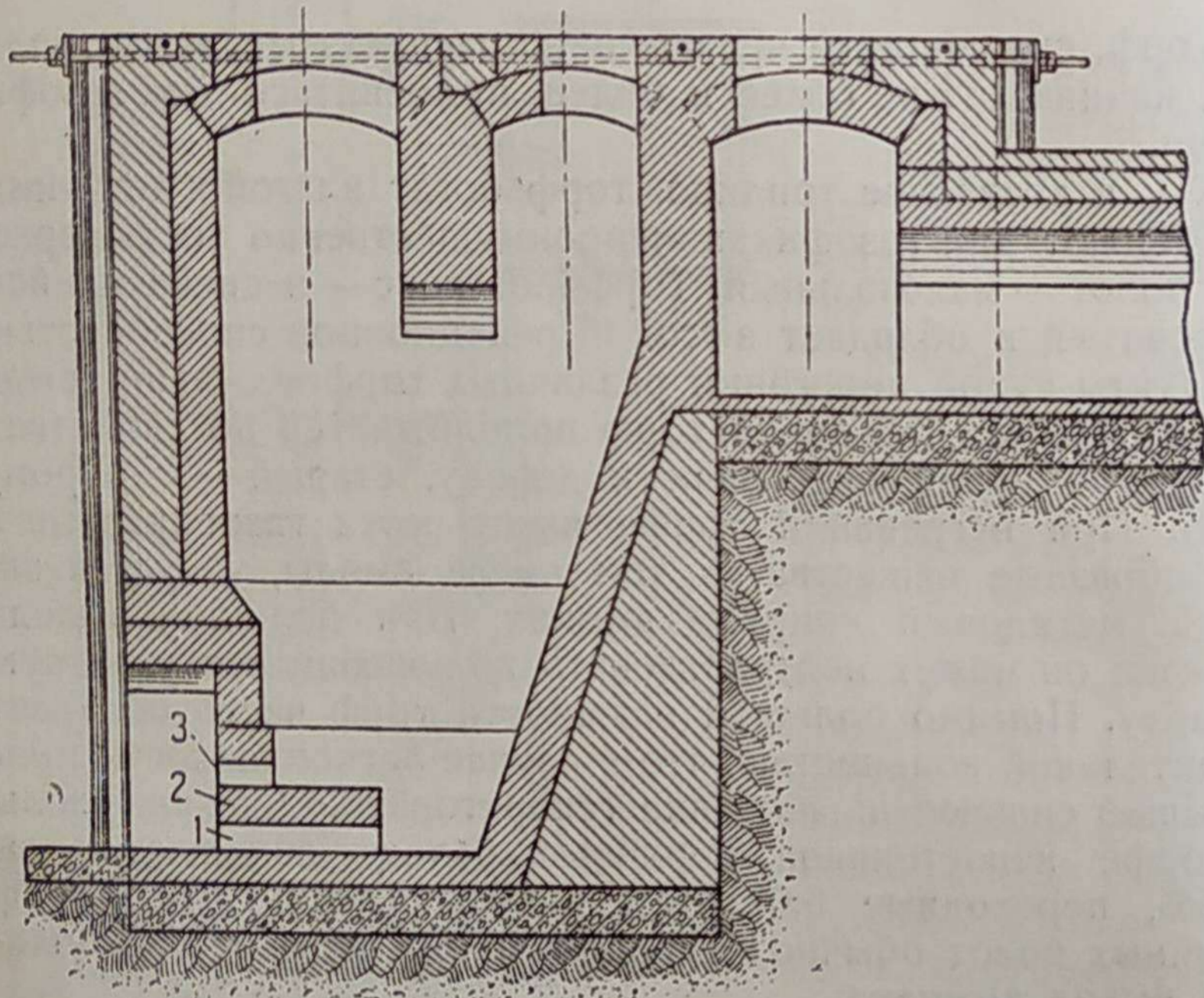
Как и древесное топливо, торф богат влагой и летучими. Применяют для газификации преимущественно торф верховых болот — малозольный. Торфяной кокс — неспекающийся, кусковатый и обладает высокой реакционной способностью. Продукты сухой перегонки различных торфов сильно между собой разнятся. Молодой торф приближается по свойствам продуктов сухой перегонки к дереву, старый — к бурому углю. При нагревании торфа выделяются газообразные и парообразные вещества, в том числе смолы, уксусная кислота, метиловый спирт и аммиак. При большом выходе аммиака он может нейтрализовать получающуюся уксусную кислоту. Помимо большой влажности торф часто обладает значительной зольностью, что в случае легкоплавкости золы вызывает сильное шлакование генератора. Содержание золы в торфе непостоянно. Верховые болота содержат золы 3—5%, переходные 5,0—6,0% и низинные 6—10%. Торф низинных болот обычно содержит много азота и дает больший выход аммиака.

Торф добывается различными способами: или в виде кусков или в виде мелочи (фрезерный торф). Обычно газифицируют кусковой торф. Газофикация фрезерного торфа производится лишь в опытном порядке. Так как свежесобраный торф содержит 85—90% влаги, он подвергается на воздухе сушке до воздушно-сухого состояния (25—35% влаги).

Обычно торфа содержат лишь малые количества серы, являющейся вредной примесью.

Торф с тугоплавкой золой и нераспадающийся является хорошим топливом для газогенераторов. Первоначально его газифицировали в небольших самодувных генераторах, снаб-

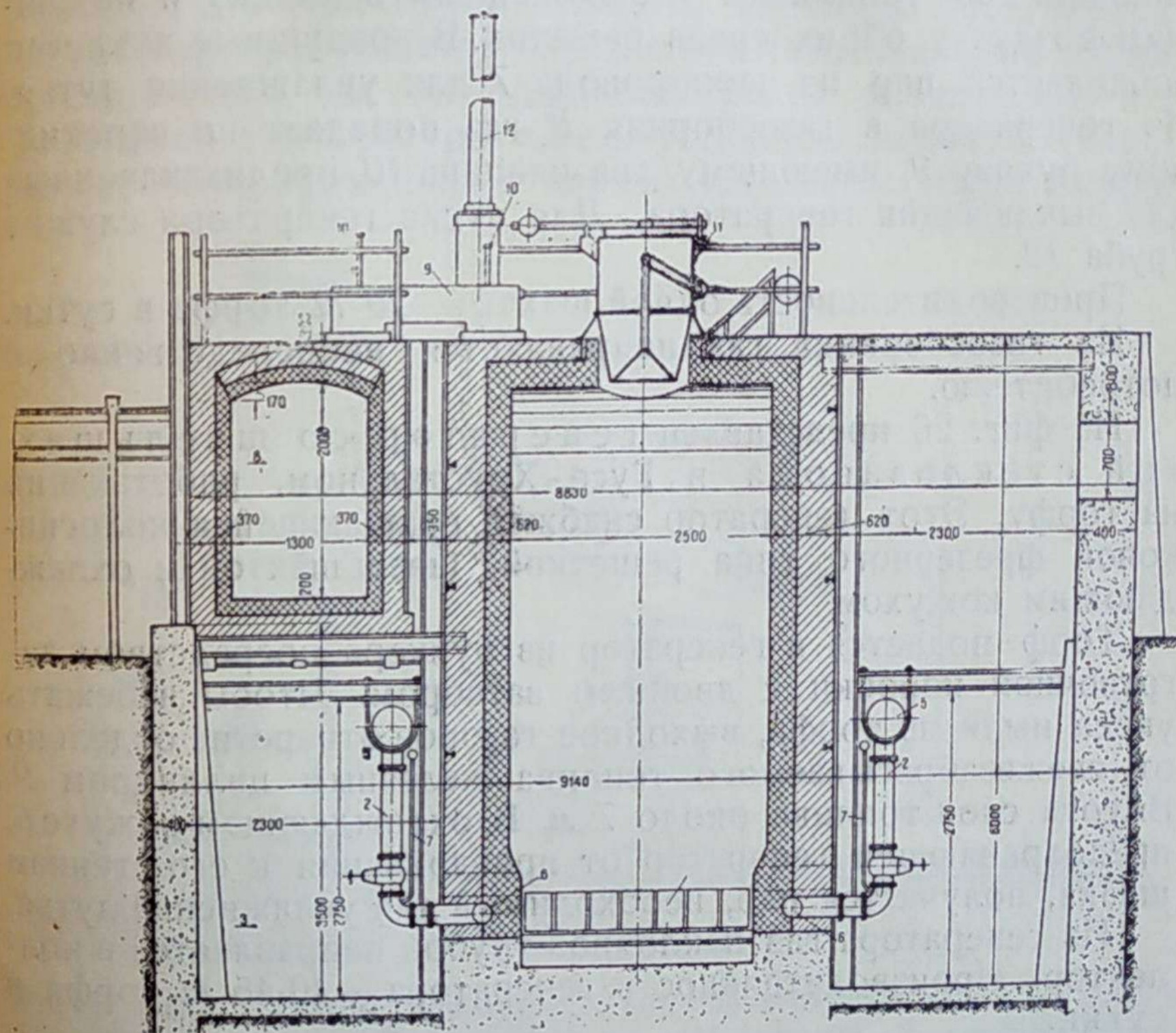
женных горизонтальными колосниковыми решетками в генераторах, или бесколосниковых. Производительность этих генераторов была невелика, так как сопротивление слоя торфа значительнее, чем дров и кроме того шлакование золы также препятствует прохождению воздуха. Эти обстоятельства способствовали быстрому отказу от самодувных генераторов и от газификации торфа на поду и на горизонтальных решетках и переходу к более совершенным системам генераторов — с дутьем и с крышеобразными и вращающимися решетками.



Фиг. 48. Самодувный генератор с газификацией на поду: 1—поддувало; 2—плита; 3—дополнительное отверстие для прохода воздуха.

Все же примитивные конструкции торфяных генераторов кое-где сохранились. На фиг. 48 представлен торфяной генератор одного завода. Он самодувный и работает без колосниковой решетки — с газификацией на поду. Высота генератора около 4 м. Воздух подается через поддувало 1 и над шамотной плитой 2, заложенной в нижней части генератора. Так как иногда в генератор загружается смесь торфа и дров, загрузочная коробка (не показана на фигуре) прямоугольная. Производительность подобной шахты очень

мала: 3000—4000 кг в 24 часа. Вследствие хороших качеств торфа как топлива для газификации даже эти примитивные генераторы дают при сухом торфе газ хорошего состава. В описываемой установке газ из генератора направляется непосредственно к потребителю.



Фиг. 49. Генератор с крышеобразной решеткой (Дахрост): 1—колосники; 2—ответвление дутья; 3—приямк; 4—перекрытие приямка; 5—воздушная магистраль; 6—тройники для дутья; 7—паровая ветвь; 8—коллектор; 9—перекидной рукав; 10—клапана рукава; 11—загрузочная коробка; 12—пусковая труба.

На фиг. 49 представлен генератор с крышеобразной решеткой¹. Он снабжен² дутьем и двумя решетками 1. Вследствие своих значительных размеров обслуживается с обеих сторон. Высота генератора от колосников до свода — 4,5 м. С обеих сторон генератора имеются при-

¹ Построен по проекту автора настоящей работы.

² См. также фиг. 14 а, б.

⁷ Гинзбург, Д. В.

ямки 3 для обслуживания. Торф складывается на перекрытии 4 над приямками. Загрузочная коробка II круглая с двойным затвором. Воздух подается каждой шахте с обеих сторон генератора с помощью снабженных задвижками ответвлений 2 от воздушных магистралей 5, и в самые шахты попадает по тройникам 6, заложенным в кладку и подающим воздух у обоих краев решеток. В воздушные же ветви добавляется пар из паропровода 7 для увлажнения дутья. Из генератора в газосборник 8 газ попадает по перекидному рукаву 9, имеющему два клапана 10, предназначенные для выключения генератора. Для пуска генератора служит труба 12.

Производительность одной шахты — 20 т торфа в сутки.

Из газосборника газ направляется непосредственно к потребителю.

На фиг. 26 представлен генератор со швельшахтой стеклозавода в Гусе-Хрустальном, работающий на торфу. Этот генератор снабжен вращающейся колосниковой фрезерного типа решеткой, швельшахтой и охлаждающим кожухом.

Торф подается в генератор из бункера посредством загрузочной коробки с двойным затвором. Чтобы избежать уноса пыли из торфа, выходное газовое отверстие отделено от свежезабрасываемого топлива железным цилиндром 9. Высота слоя топлива около 7 м. В охлаждающем кожухе 6, предохраняющем генератор от приваривания к его стенкам шлака, получается пар, необходимый для увлажнения дутья.

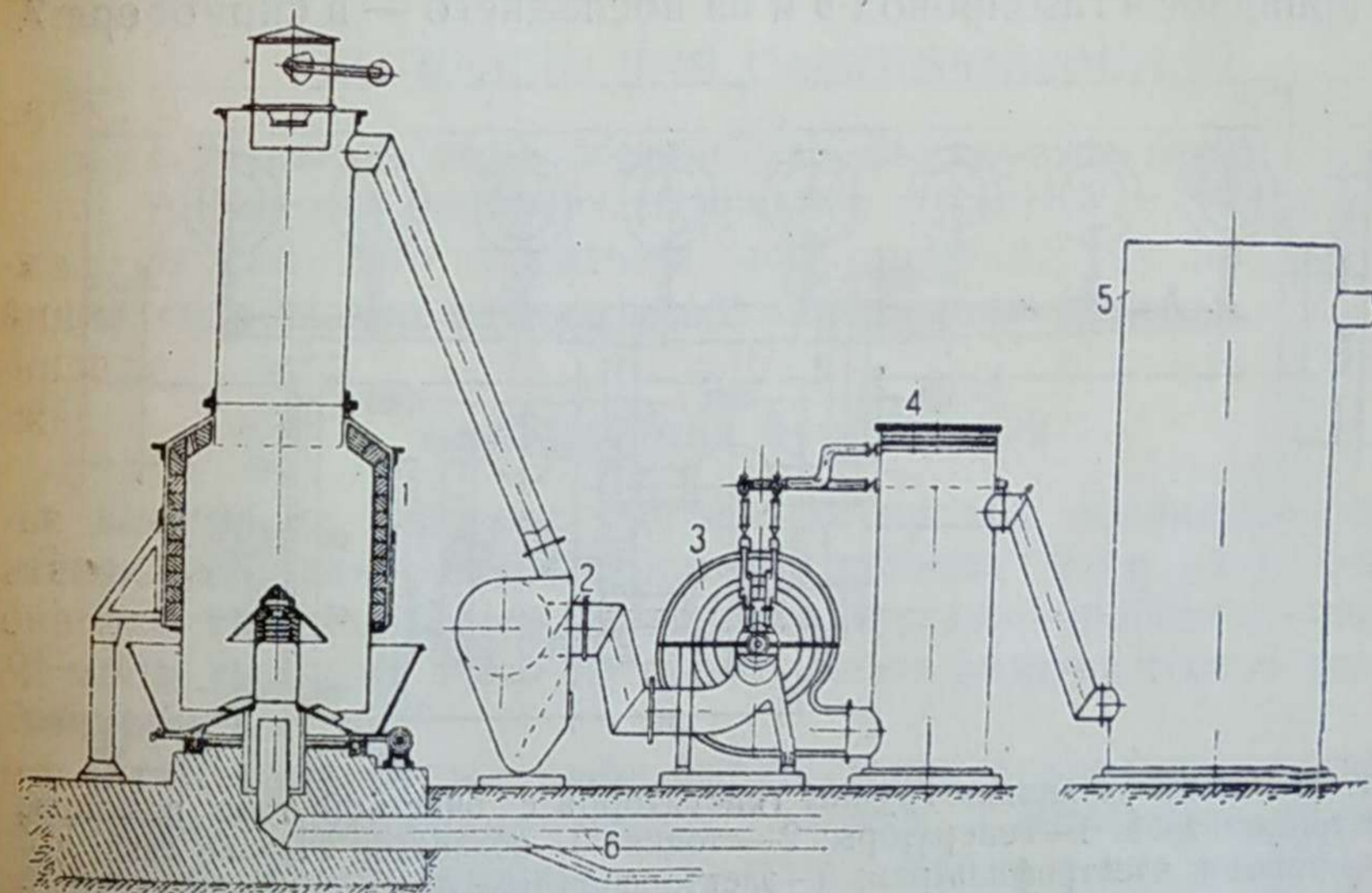
Из генератора газ наклонной трубой направляется в коллектор. Производительность генератора — 40-45 т торфа в сутки.

Перед попаданием к потребителю газ на указанном заводе подвергается очистке от смолы и осушке.

Как уже указывалось, газ из таких влажных топлив, как древесина и торф, желательно подвергать осушке, причем для улучшения качества газа и смолы целесообразно применять генераторы со швельшахтой, а для получения безводной смолы — специальные смолоуловительные аппараты. На фиг. 50 представлена схема установки генератора со швельшахтой и аппаратом Тейсена для улавливания смолы. Обозначения на фигуре: 1 — генератор со швельшахтой; 2 — гидравлический затвор и коллектор; 3 — аппарат Тейсена; 4 — каплеуловитель; 5 — скруббер; 6 — подача воздуха и пара в генератор.

Для работы электрофильтра или аппарата Тейсена наи-

более приятна температура газа в 80—90°, потому что при этой температуре большая часть смолы находится уже в сконденсированном виде (в виде тумана), а влага еще не конденсируется и следовательно возможно получение безводной смолы. Если температура газа выше указанной, что может быть при сухом топливе, то газ до поступления в коллектор пропускается через стояк (вертикальный отрезок газопровода), где он орошается водой и охлаждается до требуемой температуры. Схема установки по фиг. 50 (или 51) может быть применена в случае древесины, торфа и бурого

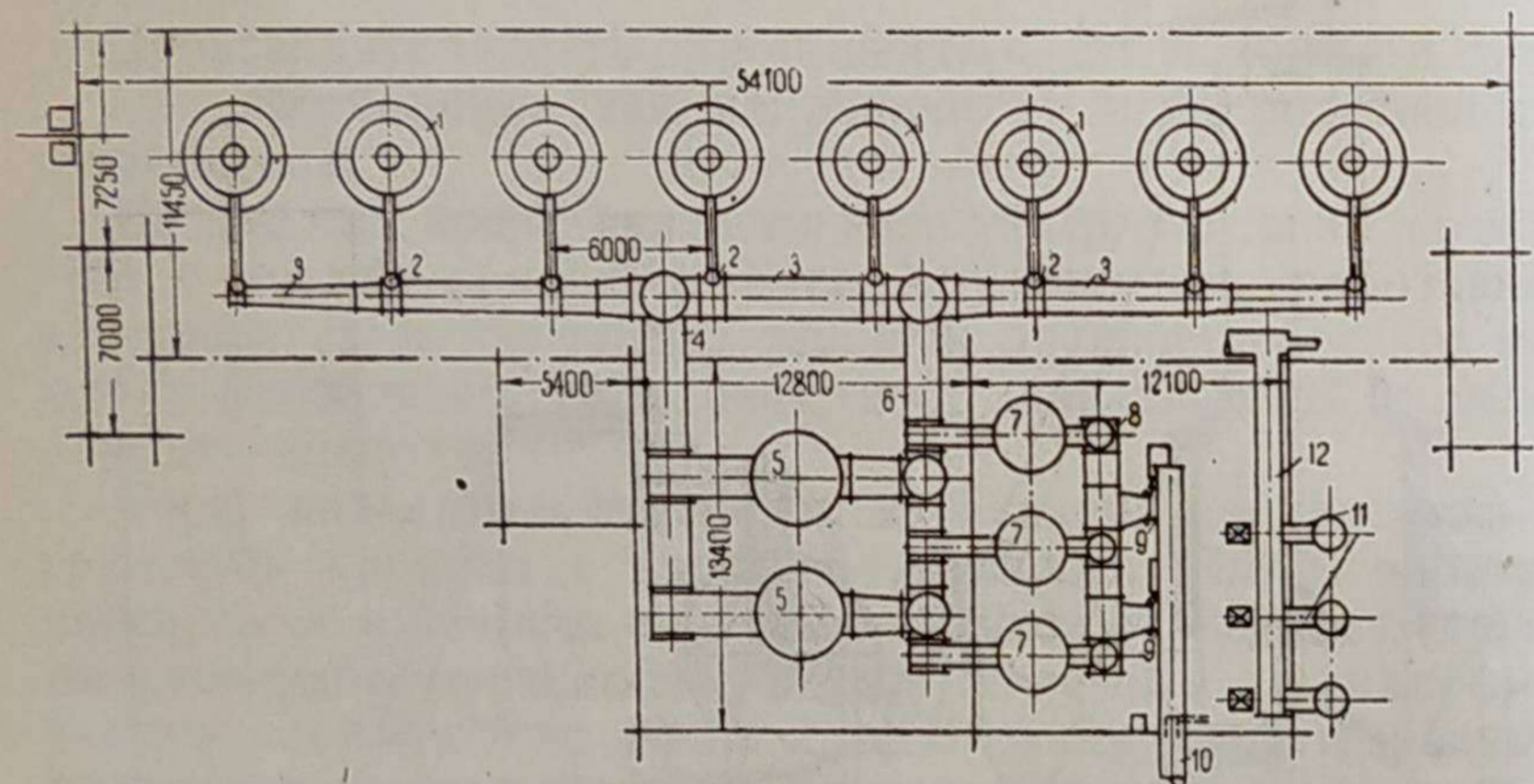


Фиг. 50. Схема установки генератора со швельшахтой, одним отъемом газа и с улавливанием смолы: 1—генератор со швельшахтой; 2—гидравлический затвор и коллектор; 3—смолоуловитель системы Тейсена; 4—каплеуловитель; 5—скруббер; 6—подача дутья.

угля. В случае очень влажных древесины и торфа — топлив, дающих уксусную кислоту, — газ по выходе из генератора насыщен водяными парами и из него выделяется влага, а в условиях выделения влаги уксусная кислота сильно разъедает металл. В этом случае во избежание разъедания газопроводов требуется газ по выходе из генератора подогреть, для чего предусматривают в стояках специальные горелки, в которых сжигается небольшое количество газа, после чего получаемые горячие продукты сгорания вводятся в газопровод и подогревают газ выше точки росы (температуры, при которой начинается выделение влаги).

Вместо аппарата Тейсена и каплеуловителя (фиг. 50) для улавливания смолы конечно может быть установлен и другой смолоулавливающий аппарат.

На фиг. 51 представлена схема установки восьми торфяных генераторов с очисткой газа помощью электрофильтров. Газ из генераторов 1 поступает в стояки 2, в которых он в зависимости от своей температуры подогревается или охлаждается. Из стояков газ поступает в коллектор сырого газа 3. Из коллектора через газопровод 4 газ поступает в электрофильтры 5. Очищенный от большей части смолы газ попадает в газопровод 6 и из последнего — в скруббера 7.



Фиг. 51. Схема установки группы генераторов с очисткой газа помощью электрофильтров: 1—генераторы; 2—стояки; 3—коллектор сырого газа; 4—газопровод к электрофильтрам; 5—электрофильтры; 6—газопровод к скрубберам; 7—скруббера; 8—коллектор очищенного холодного газа; 9—газовые вентиляторы; 10—газопровод к потребителю; 11—всасывающие патрубки воздушных вентиляторов; 12—воздухопровод к генераторам.

Очищенный и осушенный газ из коллектора очищенного газа 8 с помощью газовых вентиляторов 9 нагнетается в газопровод к потребителю 10. Воздушные вентиляторы засасывают воздух с помощью патрубков 11 и подают его воздухопроводом 12 к генераторам.

В случае ремонта или порчи электрофильтров газ может быть направлен из коллектора сырого газа через газопровод 6 непосредственно в скруббера.

В малых установках при необходимости осушки газа возможно пользоваться только скруббером, избегая установки сложного смолоотделителя.

Промывную воду скрубберов, обслуживающих очистку

смолистого газа, нужно подвергать очистке для отделения смолы (для этой цели применяют смолоотстойные ямы), а также в случае спуска — обезвреживанию.

В скрубберах и стояках в случае наличия в газе уксусной кислоты (дрова, торф), возможны нейтрализация и улавливание таковой.

В случае требования тонкой очистки газа за скрубберами ставится вторая ступень смолоочистки.

Схема установки для получения двойного газа из торфа аналогична подобной для бурого угля, описанной ниже.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В каком виде обычно газофицируется торф?
2. Каковы свойства торфяного кокса?
3. Для чего торфяной или дровяной газ по выходе из генератора иногда необходимо подогревать?

Газофикация бурого угля

Одним из местных топлив, которое в последние годы стали интенсивно газофицировать, является бурый уголь.

Это топливо имеет большое содержание балласта — влаги и золы и кроме того нестойко, легко разрушается и самовозгорается.

Угли типа бурых дают бурую черту и занимают промежуточное положение между торфом и каменным углем. Влага в них содержится 15—35%. Часто в них также содержится в значительном количестве сера, дающая в газе сероводород H_2S и сернистый ангидрид SO_2 . Зольность бурых углей колеблется в пределах 10—40%.

Ввиду нестойкости бурого угля за границей его подвергают брикетированию, для каковой цели его подсушивают и прессуют под большим давлением в плитки определенных размеров. Под давлением бурый уголь становится пластичным, смолистые части плавятся и таким образом получают плотные, не поглощающие воду брикеты.

Кокс бурых углей — неспекающийся, обычно непрочный — легко распадающийся; сравнительно с каменноугольным коксом он обладает более значительной реакционной способностью.

Высокое содержание в буром угле балласта, а особенно низкая температура плавления золы часто препятствуют легкой газофикации бурых углей. Также и легкость распа-

дения его кусков ухудшает качество его как топлива для газификации, и часто побуждает к отсеvu мелочи. Некоторые сорта бурых углей распадаются при нагревании.

Зола бурого угля иногда гигроскопична.

Из углей типа бурых в СССР в настоящее время начинают широко применять подмосковные и челябинские угли.

Для газификации бурых углей применяют разные типы генераторов — Сименса, с крышеобразной и с вращающейся решеткой. Вследствие неудовлетворительной работы генераторов Сименса на буром угле за границей их переделывают на генераторы с крышеобразной решеткой.

Как топливо влажное бурый уголь газифицируют при высоком слое топлива. Газ вследствие затраты значительной части тепла нагрева на испарение влаги получается невысокой температуры.

В СССР бурые угли газифицируют почти исключительно в генераторах с вращающимися решетками, причем вновь строящиеся станции оборудуют генераторами со швельшахтами.

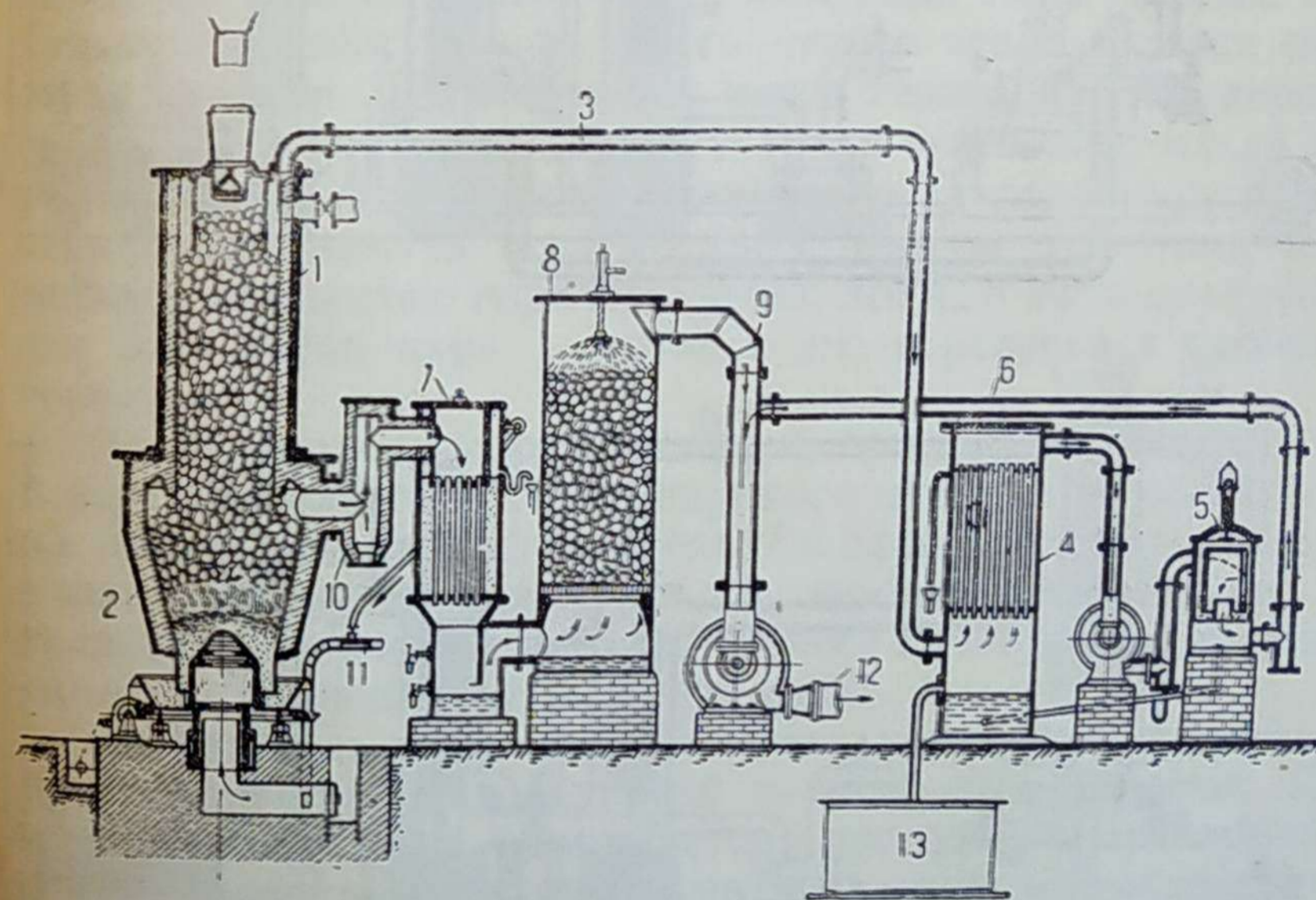
Из заводов огнеупорных изделий, работающих на буром угле, следует отметить Сухоложский завод. Он работает на челябинском угле и оборудован генераторами с фрезерной решеткой. Диаметр генератора 2,6 м, высота 4 м. Генератор снабжен охлаждающим кожухом, в котором получается пар, необходимый для процесса газификации. Производительность генератора — фактическая — до 25 т грохоченного угля в 24 часа.

Генератор не снабжен швельшахтой. Газ из него направляется как в схеме фиг. 50 в смолуловительный аппарат и потом в скруббер, причем до аппарата Тейсера установлен вертикальный стояк, в котором газ охлаждается до 90°.

Целесообразно для улучшения качества газа и смолы применять для бурого угля генераторы со швельшахтой. Если влажность бурого угля значительна, то применяют для этой цели генераторы с одним отъемом газа (фиг. 26, 50). В случае же малой влажности топлива могут быть применены генераторы с двумя отъемами (фиг. 27, 52).

На схеме фиг. 52 представлена установка генератора для смолистого топлива, не содержащего большого количества влаги. По этой схеме газ из генератора отводится в двух местах: из швельшахты — 1 и из нижней шахты — 2. Газ из верхнего отъема, содержащий много смолистых веществ, газопроводом 3 подводится к поверхностному холодильнику 4, где из него выделяется значи-

тельная часть смолистых веществ. Для окончательной очистки от таких газ из холодильника вентилятором подается в смолуловитель 5. Смола, выделившаяся в холодильнике 4 и смолуловителе 5, стекает в горшок 13. Горячий газ из нижнего отъема не содержит смолистых веществ и пропускается в пылевой мешок 10 для отделения пыли и в трубчатый котел 7, где за счет его физического тепла получается пар, подаваемый из котла в воздухопровод 11 для увлажнения дутья. Из котла 7 газ для окончательного охлаждения поступает в скруббер 8 и оттуда в газопровод 9, где он смешивается с очищенным газом из



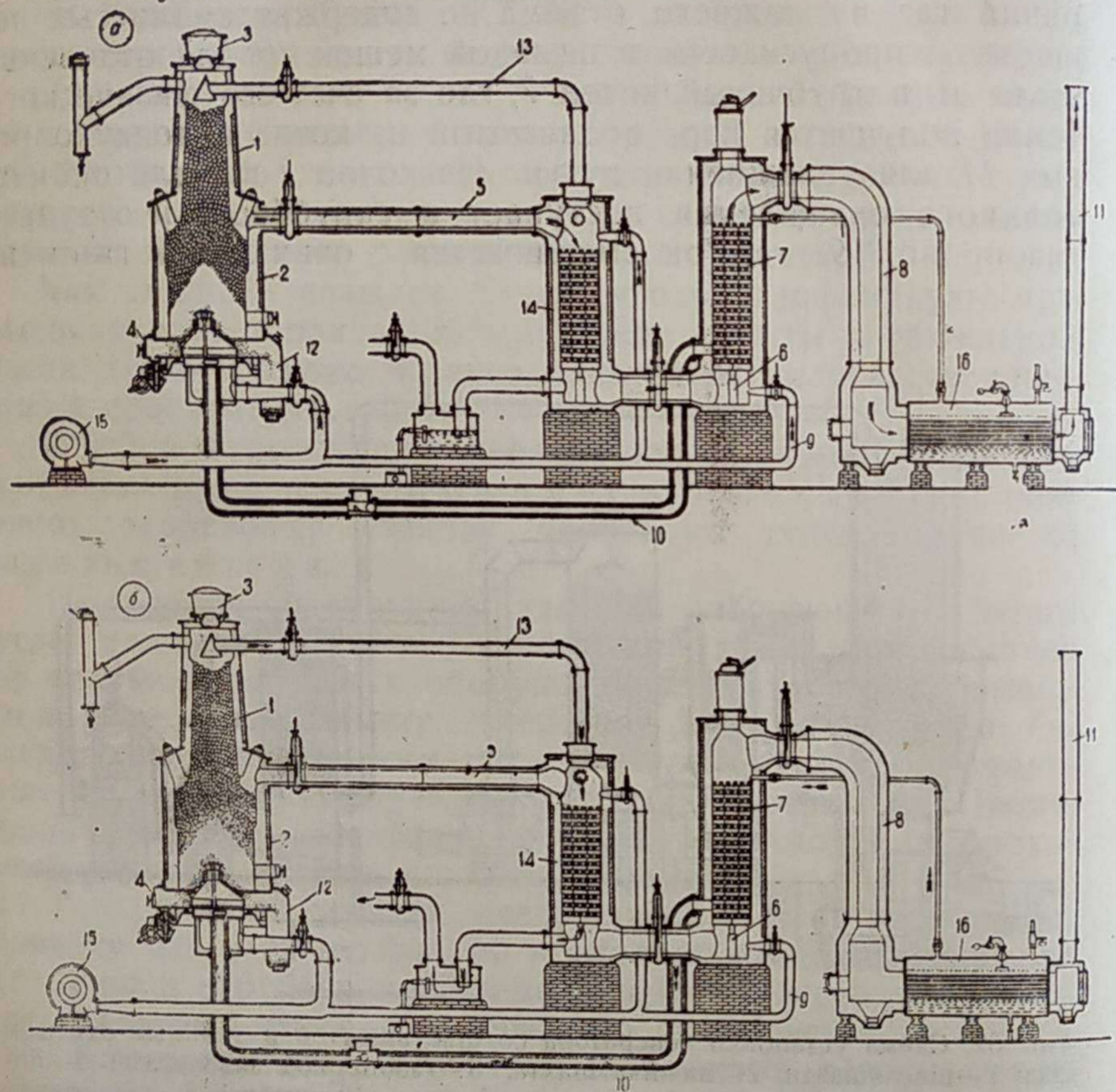
Фиг. 52. Схема установки генератора со швельшахтой и двойным отъемом газа: 1 — швельшахта; 2 — нижняя шахта; 3 — газопровод швельгаза; 4 — поверхностный (трубчатый) холодильник; 5 — смолуловитель; 6 — газопровод очищенного швельгаза; 7 — трубчатый котел; 8 — скруббер; 9 — газопровод очищенного газа; 10 — пылеуловитель; 11 — воздухопровод; 12 — газопровод смеси газов; 13 — конденсационный горшок.

швельшахты, подаваемый газопроводом 6. Вентилятором смесь газов подается в газопровод 12 к потребителю.

Температура газа, выходящего из нижней шахты 2, высока, так как в шахту поступает из швельшахты полукокс, имеющий высокую температуру (500° и больше), а температура газа значительно выше. Иногда в установках по схеме фиг. 52 котлов-утилизаторов не ставят, а снабжают шахту

высоким охлаждающим кожухом, дающим пар, необходимый для генераторной установки.

Из древесины, торфа, бурого и каменного угля может быть получен так называемый двойной водяной газ,



Фиг. 53. Схема установки для получения двойного газа: 1—верхняя шахта; 2—нижняя шахта; 3—загрузочное приспособление; 4—сухой затвор генератора; 5—отвод продуктов горячего дутья; 6—камера сгорания; 7—пароперегреватель; 8—газопровод к паровому котлу; 9—воздухопровод к камере сгорания; 10—паропровод к генератору; 11—дымовая труба; 12—карман для золы; 13—газопровод двойного водяного газа; 14—карбюратор; 15—вентилятор; 16—паровой котел.

т. е. газ, представляющий собой смесь водяного газа, полученного из кокса данного топлива и продуктов его сухой перегонки, имеющий большую теплотворную способность. На фиг. 53 а, б представлена схема подобного устройства. Причем на фиг. а стрелками показан ход воздуха от вен-

тилятора 15 и ход продуктов горячего дутья, а на фиг. б—ход пара из котла 16 и двойного газа. В этой схеме 1—верхняя шахта, в которую топливо попадает из загрузочного устройства 3. Нижняя шахта 2 снабжена для возможности поддержания высокого давления сухим затвором 4. Верхняя шахта 1 служит для низкотемпературной перегонки топлива. Генератор работает периодически — периоды горячего дутья чередуются с периодами подачи перегретого до 650—700° пара. В период горячего дутья продувочный газ из генератора через газопровод 5 поступает в камеру сгорания 6 пароперегревателя 7, в которую трубопроводом 9 подается также воздух для дожигания газа. Горячие продукты сгорания отдают часть своего тепла насадке пароперегревателя 7 и поступают через газопровод 8 в паровой котел 16, в котором за счет тепла газов получается пар, необходимый для подачи в генератор. Отсюда продувочные газы направляются в атмосферу трубой 11. Количество тепла в продуктах горячего дутья должно быть достаточно для получения пара в котле и его перегрева в пароперегревателе.

После периода горячего дутья, продолжающегося 1½—2 мин., начинается процесс парового дутья. Пар из котла 10 поступает в пароперегреватель 7 и отсюда паропроводом 10 в шахту 2, где он реагирует с углеродом раскаленного полукокса, в результате чего получается водяной газ, имеющий высокую температуру, примерно 800°.

Водяной газ пропускается через верхнюю шахту 1, где происходит выгонка летучих и подсушка топлива. При этом водяной газ обогащается продуктами разложения угля — смолистыми веществами и влагой и направляется по газопроводу 13 через регулятор давления к смолоочистным приспособлениям. Зола из генератора собирается в карманах 12, а отсюда удаляется в вагонетки.

Для переключения периодов горячего и парового дутья служат воздушные, паровые и газовые клапаны, переключаемые с помощью гидравлических и паровых приспособлений вручную или автоматически.

Возможна установка помимо пароперегревателя, как показано на фиг. 52 а, б, еще одной камеры с кирпичной насадкой — карбюратора 14 — также обогреваемой газами горячего дутья. Если через этот карбюратор пропустить двойной газ, то смоляные пары разложатся и обогатят газ, т. е. увеличат его теплотворную способность. В него могут быть поданы для этой же цели смола или мазут со стороны.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Каковы отрицательные стороны бурых углей, как топлива для газогенераторов?
2. Активен ли кокс бурых углей?
3. Высока ли теплотворная способность смешанного газа из бурых углей?
4. Для чего в установках двойного газа применяют карбюраторы?

Газофикация каменного угля

Применение каменного угля для газофикации очень распространено.

Из различных марок углей применяют преимущественно угли с большим содержанием летучих, легче газифицирующиеся и не слишком спекающиеся: длиннопламенные и газовые.

Длиннопламенные угли дают порошковатый или слабо спекающийся кокс, а газовые — спекшийся, сплавленный, иногда вспученный.

Из углей СССР применяют преимущественно донецкие угли, имеющие широкое распространение. Только в последние годы начали более интенсивно разрабатывать Кузнецкий бассейн в Сибири, в котором имеются богатейшие залежи превосходно газифицирующихся углей (Журинские угли Ленинских копей, Прокопьевские угли).

Угли донецкие длиннопламенные марки Д — содержат более 42% летучих в горючей массе, а газовые — марки Г — 35—44%. Длиннопламенные угли обладают большой способностью выветриваться и самовозгораться, что не позволяет транспортировать их на дальние расстояния и хранить продолжительное время.

Зольность углей, плавкость золы, содержание серы — разнообразны. Влажность углей обычно невелика.

Каменные угли газифицируют в генераторах всевозможных систем: бесколосниковых, Сименса, Моргана, с вращающимися решетками, с выпуском жидких шлаков и др.

Большое распространение получили первоначально генераторы Сименса со ступенчатой решеткой или комбинированной: ступенчато-горизонтальной и наклонно-горизонтальной (фиг. 10, 13). Эти генераторы — преимущественно с дутьем — сохранились и к настоящему времени. Производительность подобных генераторов очень невелика: самодувных — 3-4 т в 24 часа, а с дутьем — 5-6 т. Слой

топлива в них колеблется в пределах 600—1100 мм. Потеря в провале очень велика.

Многие сорта каменного угля спекаются, зола его шлакуется и поэтому обслуживание генераторов Сименса, заключающееся в шуровке и очистке колосников от золы, затруднительно. В сводах этих генераторов предусматривают отверстия для шуровки и дверцы делают достаточно большими, чтобы любое место в слое топлива и шлака можно было прошуровать.

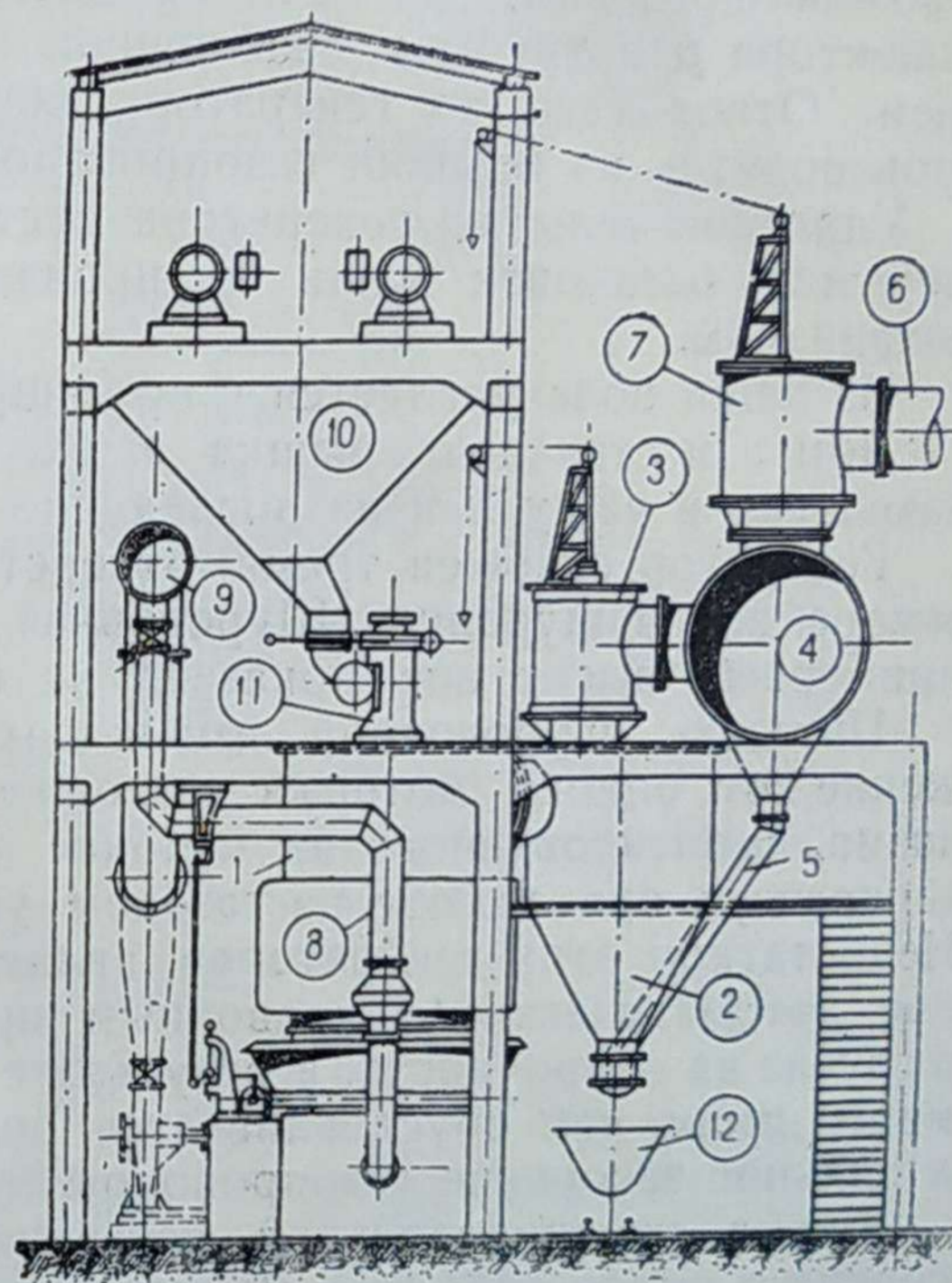
Генераторы Сименса были в значительной мере вытеснены генераторами Моргана (фиг. 15).

При диаметре такого генератора в 2,6 м производительность его составляет 9—12 т в сутки; высота слоя топлива 700—1200 мм.

Преимущественное распространение для газофикации каменного угля имеют генераторы с вращающейся решеткой. На фиг. 17 представлен генератор с вращающейся решеткой, работающий на каменном угле. Генератор имеет диаметр 2,6 м. Высота от головки решетки до свода

3,3 м. Высота слоя топлива 0,9—1,2 м. Производительность генератора — 14 т донецкого рядового угля марки Д в сутки.

Спекание многих каменных углей вызвало все увеличивающееся распространение в больших установках автоматических шуровочных приспособлений.



Фиг. 54. Схема установки горячего газа с сухой очисткой: 1—генератор; 2—пылеуловитель; 3—тарелочный затвор; 4—коллектор; 5—рукав для пыли; 6—газопровод к потребителю; 7—тарелочный затвор; 8—воздухопровод к генератору; 9—общая воздушная магистраль; 10—бункер; 11—загрузочное приспособление; 12—вагонетка для пыли и золы.

На фиг. 55 представлен генератор Вельмана, работающий на Константиновском стекольном заводе. Диаметр генератора — 2410 мм. Высота слоя топлива и шлака — 700—900 мм. Генератор снабжен автоматическим шуровочным ломом *д*, вращающейся шахтой *е* и автоматическим питателем *а*, снабженным двумя барабанами *б* и *в*.

Решетка генератора *л* — центральная. Головка решетки снабжена фрезерами. Дутье под решетку подается с помощью инжектора *р* и трубы *к*, снабженной сальниковым уплотнением. Отвод газа из генератора ввиду вращения шахты производится из крышки газопроводом *ш*.

Удаление золы из генератора достигается путем периодических остановок чаши *н*, производимых специальным механизмом.

Из чаши зола удаляется с помощью шлакового ножа *и*.

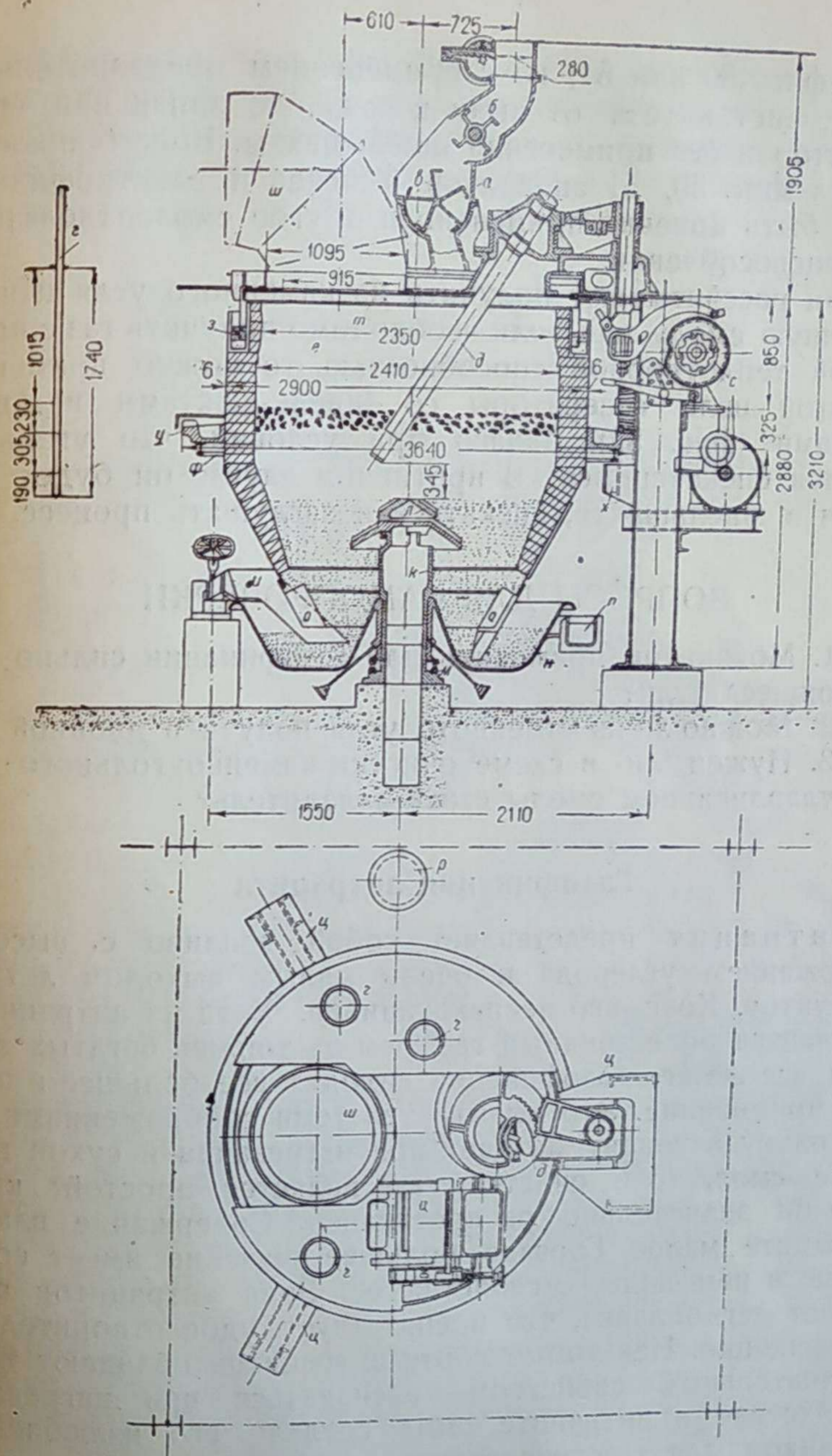
Лом *д* и стальная крышка *т* охлаждаются водой, сливающейся в чашу *н* и из последней — в лоток *п*.

Генератор снабжен тремя отверстиями *ч* в крышке для замера зон и шуровки. Шуровочная штанга *г* с разметкой примерных высот зон показана на фиг. 55 вверху слева.

Питатель, шуровочный лом и шахта приводятся в движение от одного мотора с помощью передаточного механизма, смонтированного на колонне *ц*. Производительность генератора при работе на газовом угле 15—18 т в сутки. Недостатком этих генераторов является сильное измельчение автоматическим шуровочным приспособлением углей, в случае их непрочности, в результате чего с газом уносится много пыли, чем обуславливается большая потеря топлива и сильное засорение газопроводов.

Схема каменноугольной установки для использования горячего смолистого газа представлена на фиг. 54. По этой схеме газ из генератора *1* попадает в пылеуловитель *2* и затем, пройдя тарелочный затвор *3*, — в коллектор *4*. Отсюда газ направляется газопроводом *б* к потребителю. Тарелочный затвор *7* служит для включения и выключения потребителя. Воздухопровод *8* к отдельным генераторам ответвляется от общей магистрали *9*. Питание генератора осуществляется через бункер *10* и питатель *11*. Пыль из пылеуловителя *2* и коллектора *4* с помощью рукава *5* удаляется в вагонетку *12*.

В случае очистки газа в малых установках возможно ограничиться промывкой газа в скруббере. В случае больших установок целесообразно улавливать безводную смолу, что может быть достигнуто таким же путем, как и по



Фиг. 55. Генератор Вельмана: *а* — питатель; *б*, *в* — барабаны питателя; *г* — штанга для замера зон; *д* — автоматический шуровочный лом; *е* — шахта; *з* — гидравлический затвор крышки генератора; *и* — шлаковый нож; *к* — воздухоподводящая труба с сальниковым уплотнением; *л* — решетка; *м* — шаровая опора чаши; *н* — чаша; *о* — скребки; *п* — сливной лоток для воды; *р* — паровой инжектор; *с* — приводной механизм; *т* — металлическая охлаждаемая водой крышка; *у* — зубчатый венец шахты; *ф* — опорный рельс; *х* — ролик; *ц* — опорная колонна; *ч* — шуровочные отверстия; *ш* — газопровод.

схеме фиг. 50 или 51, но с применением предварительной сухой очистки газа от пыли и сажи до попадания его в коллектор и без применения швельшахты. Вместо показанных на фиг. 50, 51 аппаратов Тейсена и электрофилтра может быть конечно применено и другое смолоотделительное приспособление.

Если рассчитывают получить из каменного угля ценную первичную смолу или если необходимо получить газ с повышенной теплотворной способностью, то можно применить для этой цели генераторы со швель-шахтами и двумя отъемами (фиг. 52), однако при условии, что уголь не является спекающимся. В противном случае он будет плавиться в швельшахте, спекаться и заглушать процесс.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Можно ли применить для газификации сильно спекающиеся угли?
2. Можно ли из каменного угля получить двойной газ?
3. Нужен ли в схеме очистки каменноугольного газа с улавливанием смолы стояк-охладитель?

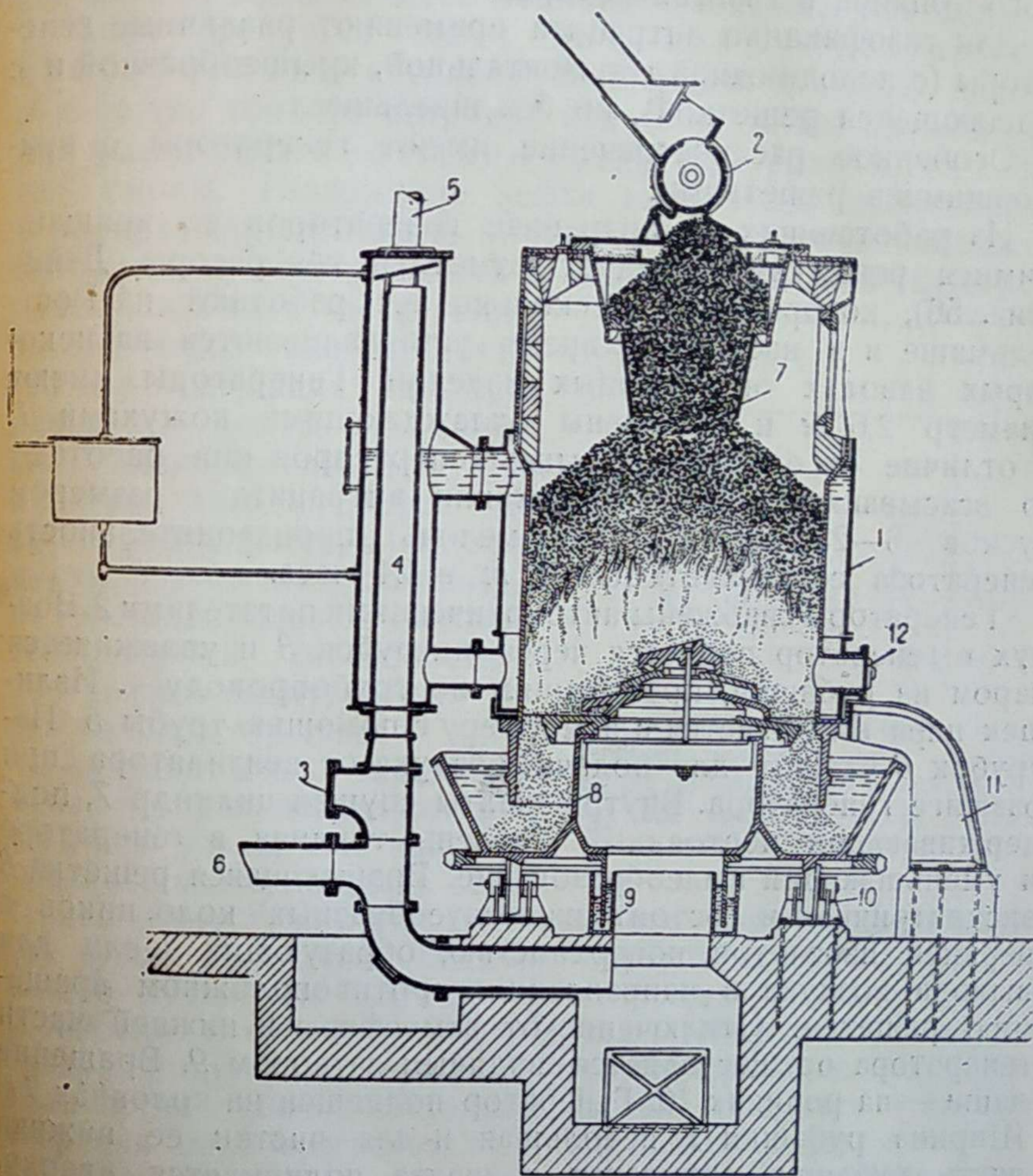
Газофикация антрацита

Антрацит представляет собой топливо с высоким содержанием углерода и очень малым выходом летучих продуктов. Кокс его неспекающийся. Хотя из антрацита и получается более бедный газ, чем из топлив, богатых летучими, все же его газификация находит все большее и большее применение. Это вызывается теми соображениями, что поскольку антрацит не дает при нагревании и сухой перегонке смол, то и очистка газа является простой; кроме того он значительно распространен. Содержание влаги в антраците малое. Гораздо большее значение имеет содержание в нем золы и свойства ее. Зола антрацитов часто бывает легкоплавка, что препятствует удовлетворительной газификации. Некоторые сорта антрацитов обладают также отрицательным свойством — распадаться при нагревании. Отсутствие в антраците смол сделало его излюбленным топливом для газогенераторов, питающих газовые двигатели, так как смола, оседая на клапанах двигателей, препятствует хорошему их закрыванию.

Содержание серы в антраците различное.

Преимущественное применение для газогенераторов

имеют донецкие антрациты. Последние классифицируются по размеру кусков. Сорта, применяющиеся для газогенераторов следующие: АК — антрацит-кулак — с размером кусков в 25—125 мм и АМ — антрацит-мелочь — с размером кусков



Фиг. 56. Генератор Лейца: 1—охлаждающая рубашка; 2—автоматический питатель; 3—подвод воздуха; 4—примешивание пара к дутью; 5—выпуск пара в атмосферу; 6—подвод воздуха для разжига генератора; 7—цилиндр; 8—вращающаяся решетка; 9—водяной затвор; 10—ролики; 11—опорная колонна; 12—газ.

13 — 25 мм; иногда применяют и марку АП — антрацит-плита — с размером кусков больше 125 мм (подвергается дроблению).

Некоторый интерес в качестве топлива для газогенераторов представляет собой также шунгит — местное топливо Карелии, по составу приближающееся к антрациту (табл. 11). Опыты показали возможность использования этого топлива в газогенераторах.

Для газификации антрацита применяют различные генераторы (с неподвижной горизонтальной, крышеобразной и с вращающейся решеткой), но без швельшахт.

Особенное распространение имеют генераторы с вращающимися решетками.

Из работающих на антраците генераторов со вращающимися решетками следует отметить генераторы Дейца (фиг. 56), которые уже несколько лет работают на Ростсельмаше и в настоящее время устанавливаются на некоторых заводах огнеупорных изделий. Генераторы имеют диаметр 2,6 м и снабжены охлаждающими кожухами 1. В отличие от описанных выше генераторов они работают со всасыванием. При газификации антрацита с размером кусков 6—25 мм (антрацит-мелочь) производительность генератора составляет 15—16 т в 24 часа.

Генераторы снабжены автоматическими питателями 2. Воздух в генератор подается через патрубок 3 и увлажняется паром из рубашки, проходящим по трубопроводу 4. Излишек пара выпускается в атмосферу с помощью трубы 5. Патрубок 6 служит для подачи воздуха от вентилятора при разжиге генератора. Внутри шахты спущен цилиндр 7, поддерживающий постоянный уровень топлива в генераторе и уменьшающий пылеобразование. Вращающаяся решетка 8 эксцентричная и состоит из чешуеобразных колосников с верхней изогнутой поверхностью, образующих щели для выхода воздуха в направлении, противоположном вращению решетки. Отключение от атмосферы в нижней части генератора осуществляется водяным затвором 9. Вращение чаши — на роликах 10. Генератор подвешен на колоннах 11. Ширина рубашки 1 небольшая и для чистки ее нижняя часть рубашки снимается и шахта поднимается кверху. Рубашка снабжена сквозными лазами 12 для обслуживания внутренности генератора.

При использовании горячего газа в установке для антрацита или кокса, последняя выполняется по схеме фиг. 54, т. е. так же, как и в случае каменного угля.

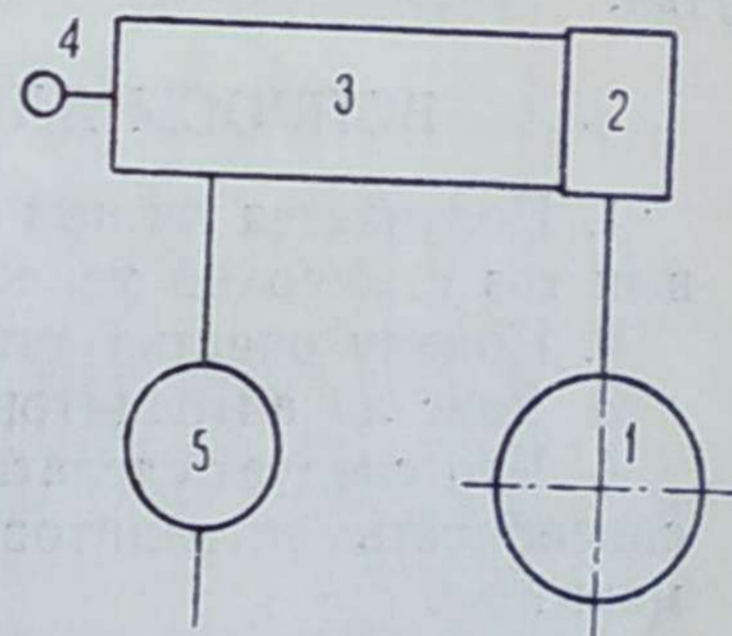
В случае установки для антрацита или кокса с очисткой газа, газ из генератора направляется в скруббер, причем соединяющий генератор и скруббер газопровод часто вы-

полняется в виде стояка, в котором газ также орошается водой.

Тепло нагрева антрацитового или коксового газа может быть использовано в котле-утилизаторе для получения пара. На фиг. 58 представлена подобная установка для кокса.

Если требуется газ с высокой теплотворной способностью и сильно светящийся, а налицо имеется в качестве топлива антрацит или кокс, то газ из этих топлив может быть обогащен продуктами разложения нефти или смолы. Разложение нефти или смолы производится в камерах-карбюраторах, выложенных кирпичной насадкой. Эти камеры разогреваются с помощью простой топки или путем сжигания части газа, а затем через них пускается газ и в то же время туда впрыскивается нефть или смола. Под влиянием высокой температуры насадки нефть или смола разлагаются, и эти продукты разложения, состоящие из углеводородов с высокой теплотворной способностью, обогащают пропускаемый через карбюратор газ.

Антрацит и кокс часто применяются для получения водяного газа, что, как указывалось выше, является следствием отсутствия в них значительного количества продуктов сухой перегонки, частично теряющихся в период горячего дутья. На фиг. 57 представлена схема подобной установки. В период горячего дутья в генератор 1 подается воздух, и продукты горячего дутья, содержащие некоторое количество горючих составных частей, отводятся в камеру сгорания пароперегревателя 2, где к ним добавляется некоторое количество воздуха, дожигающего их. Продукты сгорания, оставив часть тепла в пароперегревателе 2, попадают в паровой котел 3, где за счет их тепла получается необходимый для процесса газификации пар. Из котла продукты сгорания отводятся в атмосферу с помощью вытяжки 4. В период парового дутья через разогретый слой топлива в генераторе пускается пар и получившийся газ проходит паровой котел 3, оставляя там значительную часть своего физического тепла, после чего попадает в скруб-



Фиг. 57. Схема установки для получения водяного газа: 1—генератор; 2—пароперегреватель; 3—паровой котел; 4—труба в атмосферу; 5—скруббер.

бер 5, в котором он промывается и очищается. Из скруббера газ направляется в газгольдер. Пар из котла 3 в период парового дутья проходит пароперегреватель 2, где он перегревается. В период воздушного (горячего) дутья пар из котла подается в общую паровую магистраль генераторной станции.

Установка может быть снабжена камерой — карбюратором для разложения в период парового дутья вводимых в карбюратор смол или мазута и обогащения газа веществами, повышающими его теплотворную способность и придающими газовому пламени светящийся вид. Разогревается карбюратор продуктами дожигания газов горячего дутья.

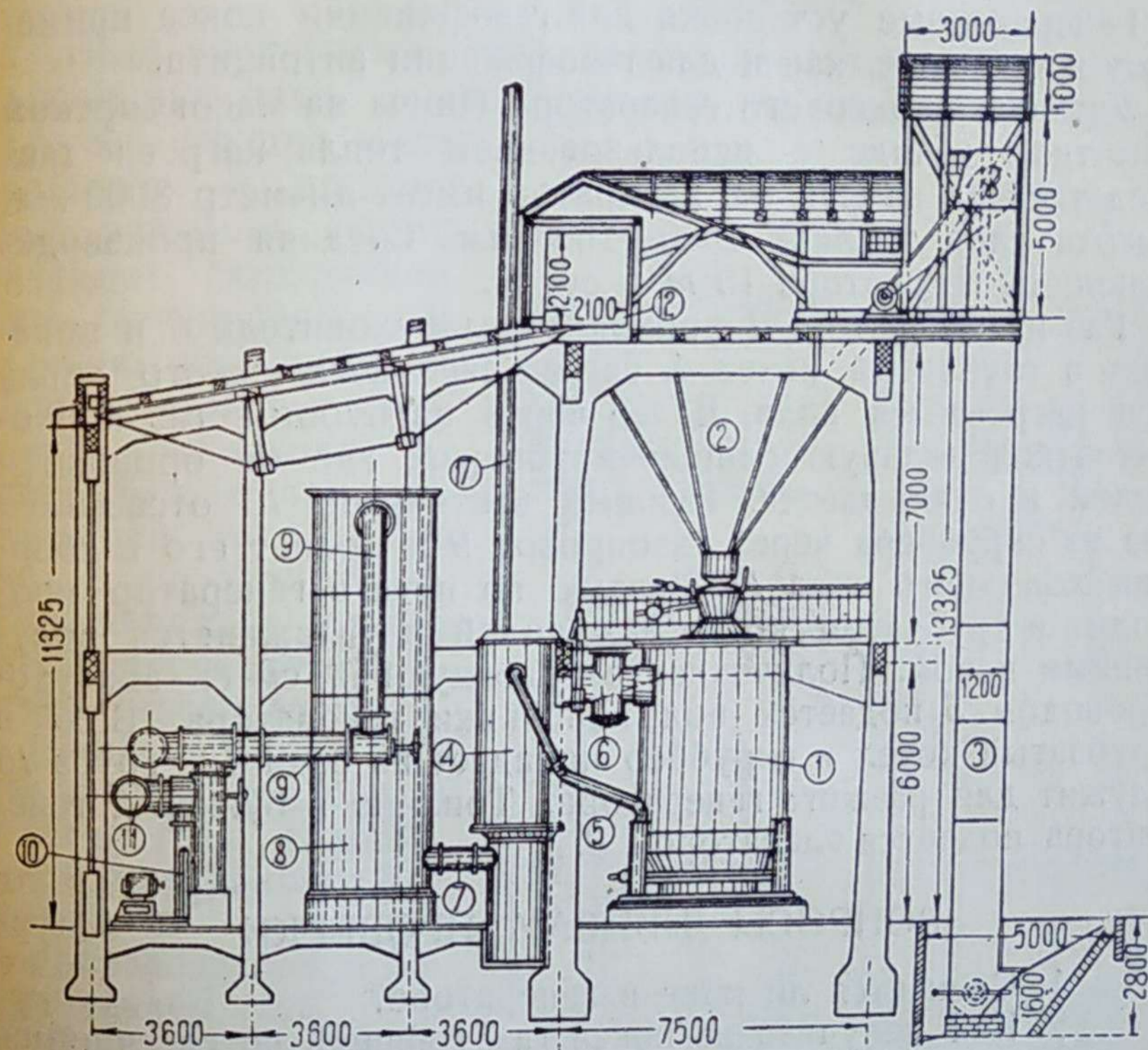
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Получается ли при газификации антрацита смешанный газ с высокой теплотворной способностью?
2. Почему очистка антрацитового газа проста?
3. Дает ли антрацитовый газ светящееся пламя?
4. Что следует сделать, чтобы увеличить теплотворную способность антрацитового газа и светимость его пламени?

Газофикация кокса

Кокс является искусственным топливом — остатком от топлива после его сухой перегонки. Различают металлургический и газовый кокс. Металлургический кокс получают для нужд металлургии в специальных печах. Он обладает высокой прочностью, большой пористостью. Содержание летучих в нем малое. Влажность его колеблется значительно. Заливание водой может в значительной мере повышать его влажность. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к коксу металлургической промышленностью, он содержит мало серы, золы и влаги. В связи с отсутствием в коксе летучих и его благоприятными для газификации свойствами — пористостью, прочностью, неспекаемостью он давно применяется для производства водяного и силового газа. Применение кокса для получения газа с целью отопления пещей началось лишь в последние годы, причем для этой цели пользуются преимущественно коксиком — отбросом коксового производства — размером 10—25 мм, состоящим в известной части из менее прочных, плохо скоксовавшихся частиц угля.

Газовый кокс получается на газовых заводах, как остаток при основном производстве получения светильного газа. Он используется для получения генераторного газа для отопления реторт, в которых происходит перегонка топлива. Этот кокс более порист, чем металлургический и



Фиг. 58 Генераторная установка на коксе: 1—генератор; 2—бункер; 3—элеватор; 4—трубчатый котел-утилизатор; 5—подача паровоздушной смеси в генератор; 6—пылеуловитель; 7—патрубок, соединяющий котел со скруббером; 8—скруббер; 9—газопровод к вентилятору; 10—газовый вентилятор; 11—газопровод очищенного газа; 12—бак для воды; 13—труба для разжига генератора.

содержит больше летучих, почему и является более активным топливом, чем металлургический кокс.

Прекрасным топливом для газогенераторов является остаток при сухой перегонке древесины — древесный уголь. Он представляет собою чрезвычайно активное, малоугольное и неспекающееся топливо. Его возможно газифицировать интенсивно, не опасаясь плавления золы и шлакования.

*

Активность древесного угля отчасти связана со строением его пор, состоящих из пересекающихся каналов с тонкими и пористыми стенками в противоположность каменноугольному коксу, в котором стенки пор плотны и как бы остеклованы.

Генераторные установки для газификации кокса применяют я такие же, как и для газификации антрацита.

Установка коксового генератора Пинча на Часовъярском шахотном заводе с использованием тепла нагрева газа представлена на фиг. 58. Генератор имеет диаметр 3000 мм, Высота слоя топлива 1500—1600 мм. Средняя производительность генератора 15 т в сутки.

Газ из генератора 1 проходит пылеуловитель 6 и попадает в трубчатый котел 4, где за счет физического тепла газа нагревается вода. Далее через патрубок 7 газ проходит в холодильную башню-скруббер 8, где он орошается водой и охлаждается. Газовый вентилятор 10 отсасывает газ из скруббера через газопровод 9 и подает его в сборник холодного газа 11. Воздух по пути в генератор проходит в трубчатом котле над водой и увлажняется полученным паром. Полученная паровоздушная смесь воздуховодом 5 подается под колосники генератора. Вода в трубчатый котел и скруббер попадает из бака 12. Труба 13 служит для разжига генератора. Топливо в бункер 2 генератора подается элеватором 3.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Спекается ли кокс в генераторе?
2. Как получить из кокса газ, горящий со светящимся пламенем?
3. Содержит ли кокс смолистые вещества?

Газофикация сланца

Одно из местных топлив, в некоторых районах являющееся единственным местным топливом, представляет собой сланец. Он богат золой, влагой и летучими веществами (табл. 11). Зола сланца легкоплавка.

Газофикация сланцев не является достаточно разрешенной задачей и испытанных советских конструкций для газификации сланца в настоящее время нет.

Не подлежит сомнению, что ставящиеся опыты по газификации сланца в генераторах с выпуском жидких шлаков и в генераторах комбинируемых, с камерами для су-

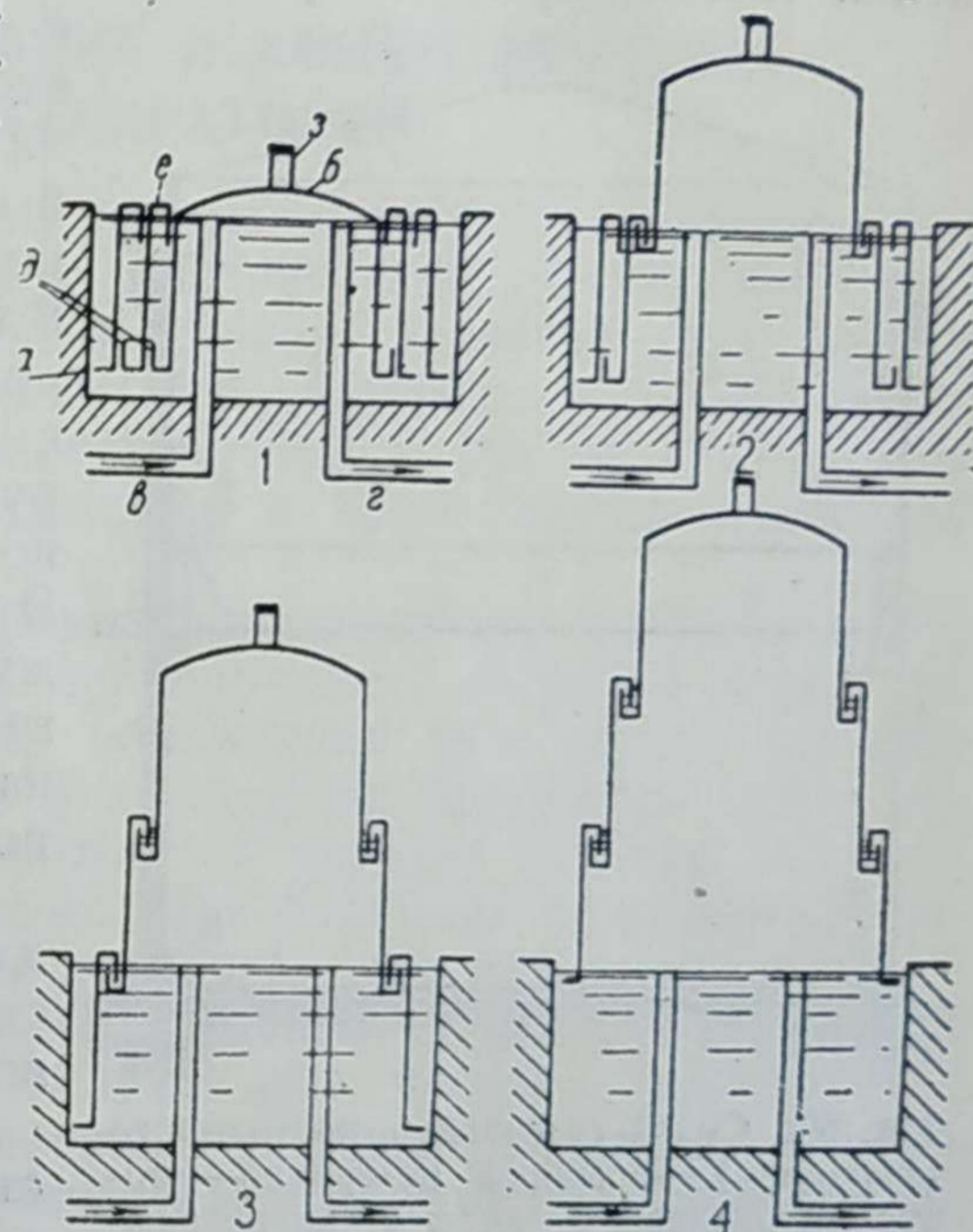
хой перегонки сланца, в ближайшее время дадут возможность освоить также технику рациональной газификации сланцев.

13. ГАЗОХРАНИЛИЩА

Если потребление газа непостоянно и имеются кратковременные пики¹ потребления, то для того, чтобы генераторная станция могла

работать с постоянным режимом, устанавливают газохранилища, газгольдеры, вбирающие излишки газа, производимые станцией и отдающие их потребителю при превышении потребления над производством. При подаче на дальние расстояния устанавливают газгольдеры, содержащие запас газа на случай перебоя в подаче газа. Газгольдеры выравнивают все колебания, связанные с производством и потреблением газа.

Газгольдеры бывают водяные и сухие. Водяной газгольдер (фиг. 59) представляет собой кирпичный, бетонный, или железный резервуар *a*, в котором плавают другой, опрокинутый дном вверх, железный резервуар-колокол. Газ подводится под плавающий колокол газопроводом *в*, и при этом колокол всплывает. Давление газа остается все время постоянным, соответственно нагрузке колокола и только колокол или поднимается или опускается. Для больших хранилищ применяют колокола, состоящие



Фиг. 59. Водяной газгольдер: *a*—резервуар с водой; *б*—плавающий колокол; *в*—газопровод, подающий газ; *г*—газопровод, отводящий газ; *д*—жел ба; *е*—втрое зв но; *з*—труба, связывающая газгольдер с атмосферой.

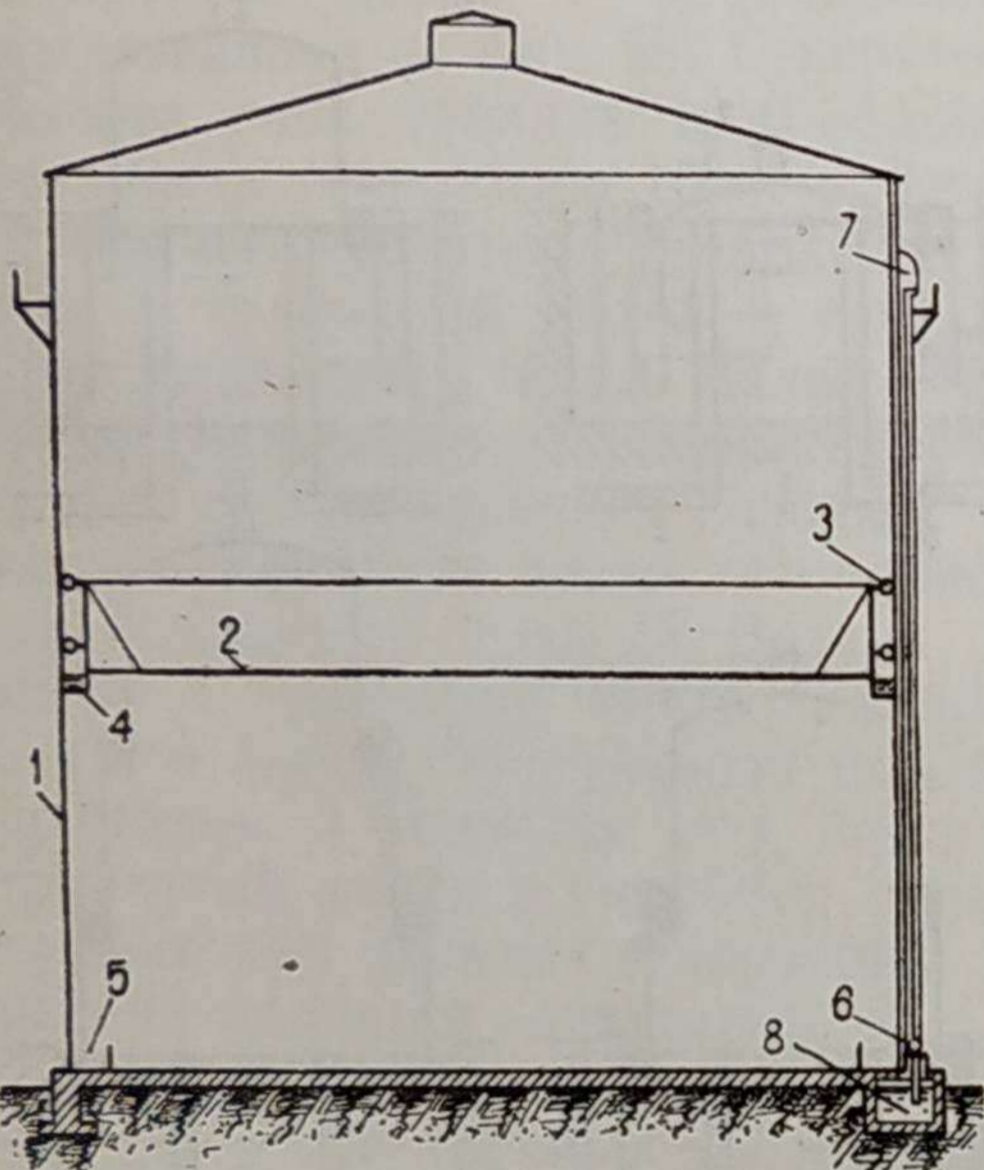
¹ Периоды резких повышений расхода.

из нескольких звеньев, имеющих внизу и вверху желоба *d*. При наполнении газгольдера сначала всплывает внутреннее звено *b*, и его желоб *d* захватывает из резервуара воду. При значительном поступлении газа внутреннее звено поднимается все выше и захватывает следующее звено *e* и т. д. На фиг. 59 показаны 4 положения для постепенного наполнения газгольдера. В случае выпуска воды из резервуара

a в газгольдере образуется разрежение и металлический колокол может быть раздавлен давлением внешней атмосферы. Во избежание этого колокол снабжают трубой *z* с вентилем, через которую следует при выпуске воды впускать воздух. Эта же труба может служить для продувки газгольдера. Газ отводится из газгольдера газопроводом *g*.

Сухие газгольдеры делают или постоянного объема или постоянного давления.

Сухой газгольдер постоянного объема представляет собой жесткую камеру и делается из металла. В него газ накачивается компрессором под давлением 3—5 атм.



Фиг. 60. Сухой газгольдер постоянного давления: 1—железный резервуар—корпус газгольдера; 2—диск; 3—направляющие ролики; 4—уплотняющее кольцо; 5—желоб для смолы; 6—смоляной насос; 7—распределительная канавка для смолы; 8—колодец для смолы.

Сухой газгольдер постоянного давления представлен на фиг. 60. Он состоит из железного резервуара для газа *1*, в котором передвигается диск *2*, снабженный направляющими роликами *3*. Уплотнение между стенками газгольдера *1* и диском *2* достигается помощью уплотняющего кольца *4*, смачиваемого смолой и прижимаемого к стенкам резервуара специальными рычагами. Смола из колодца *8* подается насосом *6* в распределительную канавку *7* и отсюда стекает вниз, уплотняя затвор *4*. Просочившаяся сквозь кольцо смола собирается желобом *5* в колодец *8*, откуда вновь качается в распределительную канавку *7*.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Каково назначение газгольдера?
2. Какие бывают типы газгольдеров?
3. Что произойдет, если выпустить воду из водяного газгольдера, не соединив предварительно газгольдер с атмосферой?

14. ОБСЛУЖИВАНИЕ И КОНТРОЛЬ РЕЖИМА ГЕНЕРАТОРОВ

Обслуживающий генераторы персонал производит засыпку топлива, шуровку, удаление золы, устанавливает давление и количество дутья и пара, давление газа, подачу воды в котелки рубашек и в скруббера и наблюдает за показаниями измерительных приборов, руководствуясь ими в отношении оценки процесса и необходимых изменений в ведении режима.

Засыпка топлива должна производиться регулярно, без запаздываний. Вообще периодичность загрузки влияет на состав газа, вследствие обогащения газа после засыпки влагой, затем летучими и прогорания генератора перед новой засыпкой. По возможности следует топливо засыпать часто, мелкими порциями. При большом запаздывании засыпки генератор сильно прогорает, что при угольных генераторах узнается по более светлому калению поверхности топлива в генераторе. В случае дров, торфа и бурого угля—топлив, поверхность которых в генераторе остается темною по причине низкой температуры газа,—судят о прогаре по уровню топлива. О прогаре также узнают по составу газа—увеличению CO_2 и уменьшению CO и по показанию термометра или пирометра¹.

Слой топлива для различных топлив держат различным. Он также зависит от способа ведения режима. При большом содержании влаги слой держат более высоким, чтобы топливо успело подсохнуть.

Замер зон производится регулярно (например один раз в час), поочередно через каждое отверстие или одновременно через несколько отверстий, причем устанавливается соотношение зон как по вертикали от смотрового отверстия, так и наклонно—на головку.

¹ Пирометрами называют приборы, служащие для измерения высоких температур.

Соотношение и характер зон для различных топлив различны. Примерные соотношения высот слоя топлива и зон приведены в табл. 4 (стр. 89).

Продолжительность замера зон штангой должна быть такова, чтобы штанга не перегорала.

Не следует давать слою золы слишком нарастать. В генераторах со вращающейся решеткой такую пускают в ход для удаления золы по образованию слоя золы в 400–500 мм или же, что лучше, пускают чашу в постоянное вращение с постоянным по высоте слоем шлака.

В генераторах с неподвижной решеткой чистку производят периодически.

Вообще следует заметить, что чистка неблагоприятно отражается на ходе генератора, и по этой причине, чтобы не усугублять ее влияние, чистку не следует запускать.

При чистке генераторов с горизонтальными решетками в случае отсутствия шлакования и получения мелкой золы прозоры между колосниками прочищаются снизу помощью штанг с загнутыми заостренными концами. В случае шлакования генератора куски шлака разбиваются ломом и сбрасываются с колосников.

В генераторах Сименса иногда после проламывания через ступени шлака закладывают над горизонтальными колосниками вспомогательные колосники и вытаскивают нижние колосники. Шлак и часть угля вываливается. Прочистив хорошенько генератор, вновь вставляют нижние колосники и убирают вспомогательные. Кокс от шлака отбирают и вновь пускают в генератор.

Из зольников и водяных затворов зола и шлак удаляются при помощи скребков.

При наличии водяных затворов и малом шлаковании удаление золы и шлака может происходить без нарушения работы генератора и без уменьшения давления дутья. Однако в случае сильного шлакования для шуровки и удаления золы и шлака приходится дутье приостанавливать даже при водяном затворе и открывать шуровочные дверцы.

В дутьевых генераторах с сухим золоудалением при чистке дутье приостанавливают.

В круглых генераторах Моргана, с водяным затвором и неподвижной центральной решеткой (фиг. 15), в случае сильного шлакования иногда перед чисткой допускают образование шлаковой корки и через боковые отверстия ломают шлак под коркою и удаляют его из водяного затвора, после чего взламывают шлаковую корку и понуж-

дают опуститься слой топлива. Этим предупреждается большой унос со шлаком несгоревшего кокса.

Если в генераторах выключается при чистке дутье, зольник открыт, а в коллекторе имеет место значительное положительное давление, то через открытый зольник может выбить газ и обжечь обслуживающего. В этом случае генератор нужно отделить от коллектора. Кроме того, во избежание выбивания из под колосников продуктов сухой перегонки, выделяющихся из топлива, приоткрывают пусковую трубу генератора.

Назначением шуровки является создание таких условий, чтобы газификация происходила равномерно по всему сечению генератора.

При шуровке распределяют топливо по сечению генератора, заделывают прогары, разбивают комья шлака, разрушают спекшиеся куски топлива и каналы, по которым может проходить воздух. Шлаку особенно свойственно привариваться к стенам генераторов, чего не следует допускать.

Если в топливе образуется канал, то воздух интенсивно проходит по нему, сжигает газ и выбивает факелом или снопом искр. Подобные каналы образуются либо по причине неплотности слоя топлива или вследствие большой неравномерности размера кусков топлива и быстрого выгорания мелочи с оставлением пустот в результате образования большого кома шлака, из под которого и бьет воздух.

Место прогара следует прошуровать, ударив в его основание штангой и разбить ком шлака, если таковой имеется, после чего заделать это место, подсыпав на него топливо.

При прогаре всего генератора газ становится таким горячим, что загорается без поджигания его по выходе из генератора на воздух. Это свидетельствует о малом слое топлива и о необходимости засыпки топлива.

Следует наблюдать за положительным давлением газа в генераторе, т. е. за тем, чтобы газ имел давление большее чем снаружи. В этом убеждаются, приоткрывая смотровые отверстия и наблюдая, что газ интенсивно выделяется из него. В случае падения давления ниже атмосферного, т. е. если оно станет отрицательным, к газу через все щели может присасываться внешний воздух.

Давление газа может упасть в результате повышения слоя шлака, уменьшения размера кусков топлива, увеличения потребления газа, зашлакования генератора и пр. Для увеличения давления вверху генератора увеличивают да-

вление дутья в генератор и, если возможно, устраняют причину повышения сопротивления слоя топлива. Если давления дутья нехватает или генератор самодувный, то в случае падения давления уменьшают отдачу газа потребителям в таких пределах, чтобы давление вверху генератора и в газопроводе стало положительным.

Давление дутья не следует слишком увеличивать, так как при этом усиливаются шлакование, прогары и унос пыли.

Добавка пара производится преимущественно для того, чтобы понизить температуру раскаленной зоны и уменьшить шлакование, а также для повышения теплотворной способности газа. Нельзя добавлять слишком много пара, так как с понижением температуры раскаленной зоны больше углекислоты и водяного пара остаются неразложившимися. С повышением количества подаваемого пара растет содержание в газе водорода, но только до известного предела.

Характеристикой количества добавляемого пара является температура паровоздушной смеси, которую повышают с увеличением шлакования и уменьшают при отсутствии такового.

С самого начала работы генератора устанавливают температуру смеси несколько более высокую, чем предположительная, например $60-65^\circ$, а потом постепенно снижают ее. Если замечается при понижении температуры сильное шлакование, увеличивают температуру на $2-3^\circ$ и на этом останавливаются. При работе с высоким слоем топлива допускают большую добавку пара, чем при низком.

Только в случае тугоплавкой золы температура паровоздушной смеси может оказаться более высокой, чем это вызывается шлакованием.

О режиме генератора судят также по цвету газа и пламени. Выходящий из смотровых отверстий газ должен гореть желтоватым пламенем, но не сажистым и не красноватым. Цвет незажженного газа при значительном выходе летучих — буро-желтый, из кокса и антрацита — бесцветный и из сырых топлив — беловатый.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Каковы признаки прогара генератора?
2. Как измеряют высоту слоя топлива и отдельных зон в генераторе?

3. Каковы внешние признаки положительного и отрицательного давления в генераторе?

4. Как устанавливают обычно температуру паровоздушной смеси?

Разжиг генератора

Генератор пускают лишь проверив, что все оборудование его для подачи дутья, для приведения во вращение чаши, для подачи пара и воды, очистные приспособления, газопроводы, клапаны, соединения и т. д. в исправности. Охлаждающий кожух должен быть заполнен водой до нормального уровня.

При пуске генератора впредь до получения хорошего качества газа отводят получившиеся газы в атмосферу через пусковую трубу или загрузочную коробку.

Вращающиеся решетки и чепцы Моргана при разжиге покрывают слоем сортированного шлака, чтобы предохранить решетку от прогара. Вращающиеся решетки вращают несколько часов для уплотнения шлака и проверки механизма. На слой шлака высотой над головкой в $200-300$ мм помещают слой стружек и после них слой мелких сухих дров или древесного угля в $250-300$ мм.

В генераторах со ступенчатой и горизонтальной решеткой непосредственно на колосники накладывают слой стружек и дров. Дрова или уголь с поверхности смачивают через шуровочные отверстия керосином и поджигают в нескольких местах, наблюдая, чтобы засыпка равномерно разгорелась. Если в одном месте горение идет сильнее, а в другом слабее, то уменьшают отверстие, через которое удаляются продукты горения, тем самым увеличивают давление в генераторе и тогда горение выравнивается. Следует наблюдать за тем, чтобы при разжиге давление вверху генератора было положительным.

Иногда, если генератор разгорается только местами, в темные части топлива погружают раскаленный лом (разогретый в другом генераторе), разжигая таким образом отстающие части.

В дровяных и торфяных генераторах, когда засыпка разгорится, возможно начать прибавлять понемногу хорошего сухого топлива и по достижении значительной высоты заполнить водой водяной затвор и пустить воздушное дутье. При достаточных размерах раскаленной зоны может быть пущен и пар.

При пуске угольных генераторов на слой горящего древесного угля насыпают понемногу кокса, так как он более равномерно разгорается и не спекается, и лишь после накопления некоторого раскаленного слоя (300—400 мм) заливают затвор, пускают дутье и начинают засыпать хорошего грохоченного угля. Если сразу засыпают большое количество угля, особенно мелочи, то генератор плохо разгорается и может заглохнуть.

При разжиге наблюдают за цветом пламени газа, поджигая его каждые 10 мин.

Когда в генераторе имеется значительный слой раскаленного топлива, газ получается хорошего качества и в нем мало кислорода, генератор может быть включен в сеть. При пуске газа в газопровод следует избегать образования гремучей смеси газа с воздухом, находившимся в газопроводах. Если газопроводы не особенно велики, расположены соответственно правилам, изложенным на стр. 61, то воздух может быть вытеснен газом в трубу, находящуюся в конце газопровода. Если же газопроводы расположены ненадлежащим образом или велики, то безопасный пуск газа может иметь место, если предварительно весь воздух удалить струей пара. Для этой цели пар впускают у самого высокого места газопровода и наблюдают через контрольные отверстия, постепенно закрывая их, места его выхода. Когда пар покажется у самых низких отверстий, можно считать, что газопровод заполнен паром и пускать газ.

Если генераторы пускались на вытяжную трубу в конце газопровода, то газопровод заполняется при разжиге продуктами горения, а потом генераторным газом соответственно состоянию генератора.

Воздух из газопровода может быть вытеснен также продуктами сгорания генераторного газа. Для этой цели в конце газопровода приоткрывают пусковую трубу *a*, у крайнего генератора в газопроводе раскладывают костер и пускают на него, понемногу увеличивая подачу, газ из генератора так, чтобы он горел сильным факелом.

Люк, через который раскладывается костер, понемногу закрывают, чтобы уменьшить подачу воздуха к костру. Продукты сгорания газа отсасываются в трубу, газопровод заполняется продуктами сгорания и через некоторое время, когда появляется уверенность в том, что газопровод заполнен продуктами сгорания, прикрывают и замазывают люк, и пускают газ в газопровод.

При холодном очищенном газе обычно воздух вытесняется газом на продувную трубу. Взрывчатую смесь даже в случае ее образования не взрывает вследствие отсутствия источника тепла, могущего ее поджечь.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как при пуске генератора предохраняют от решетки прогара?
2. Что произойдет, если в генератор при пуске засыпать мелкого топлива?
3. Как вытесняют воздух из газопровода паром?
4. Как вытесняют воздух из газопровода продуктами сгорания?

Выключение генератора

Дровяные и торфяные самодувные генераторы обычно при остановках пускают на прогар.

В генераторах дутьевых прикрывают дутье, приоткрывают пусковую трубу, чтобы дать выход продуктам перегонки, и дают генератору в течение нескольких дней заглохнуть.

При наличии ступенчатой решетки топливо можно выгрузить из генератора, не дожидаясь остывания его, через щель, образующуюся при выемке ступеней решетки.

Если каменноугольные генераторы должны быть выключены на несколько дней, то их тушить не стоит, а можно пустить на малый ход на пусковую трубу. Ступени в случае ступенчатых решеток при этом закладываются мокрым песком.

Если требуется срочная разгрузка каменноугольного генератора, то возможно тушить его (что вообще не рекомендуется), поливая топливо мелкими струйками воды через верхние шуровочные отверстия таким образом, чтобы не было сильного парообразования и чтобы топливо смачивалось равномерно. Поддачи слишком большого количества воды следует избегать ввиду того, что попадание воды на нагретые колосники или футеровку может вызвать их порчу. Вращающаяся решетка пускается после охлаждения топлива на максимально быстрый ход для разгрузки генератора.

Газ из газопроводов при остановках следует удалять, соблюдая надлежащие предосторожности, во избежание образования гремучей смеси.

Если газопроводы расположены гидравлически правильно и по размеру невелики, то вытеснение газа может быть произведено воздухом, который заполнит газопровод снизу, вытесняя газ кверху, с ним мало смешиваясь.

Вполне безопасно газ может быть вытеснен в вытяжную трубу водяным паром. При этом следят (прикрывая вытяжную трубу), чтобы давление в газопроводе оставалось положительным. Пуск пара должен продолжаться до тех пор, пока через верхние и нижние гляделки не будет выходить пар. Газ из газопроводов может быть вытеснен также продуктами горения. Для этой цели потребителя газа (печь) и все генераторы за исключением крайнего выключают; открывают люк у шибера крайнего генератора и поджигают выбивающий газ. После этого приоткрывают вытяжную трубу, находящуюся в конце газопровода так, чтобы газ горел в канале, и понемногу прикрывают шибер генератора. Продукты сгорания газа постепенно вытесняют газ из газопровода в вытяжную трубу. В случае затухания газа люк для притока воздуха закрывают, шибер генератора вытягивается, и газопровод снова заполняется газом. После проверки, что газ хорошо горит, будучи подожен, вся операция предпринимается снова.

В случае холодного очищенного газа последний обычно вытесняется воздухом на продувную трубу.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как тушится генератор с вращающейся решеткой?
2. Как вытесняется из газопровода газ при остановке генераторов?

Чистка и прожиг каналов

Если генераторная установка не снабжена очисткой газа, газопроводы с течением времени засариваются. При топливах молодых — дровах, торфе и буром угле — осаждаются в газопроводах смола и пыль. При каменных углях отлагаются в газопроводах сажа, пыль и смола. Смола выделяется в сравнительно холодных участках газопровода. Газ антрацита и кокса дает отложения пыли.

Чистка газопроводов производится периодически — обычно один раз в 2—4 недели. Для этой цели после выпуска газа из газопровода последний соединяют с дымовой трубой, вскрывают отверстия для чистки и, если в газо-

проводе имеются отложения пыли и сажи, то выдувают их струей воздуха, пара или воды или же выскребывают их вручную.

Массу, оседающую в газопроводе при смолистом газе и состоящую из смолы и сажи, выскребывают и выжигают, поджигая ее стружкой. Выжигать можно только газопроводы, футерованные огнеупорным кирпичом.

В горячих газопроводах при открывании их сажа сама загорается и сильно газит.

Прожиг каналов производят частями, причем сначала прожигают, открывая соответствующий люк, части более близкие к вытяжной трубе. После выгорания и выскребывания одного участка, прикрывают его люк и открывают следующий. При очистках очищают все пылевые мешки, клапаны, люки и т. д.

Если газопровод недостаточно доступен для чистки (например, подземный), то оседающая в нем смола иногда выжигается одновременно в ряде участков. При этом продукты сгорания и продукты разложения смолы с чрезвычайно неприятным запахом выделяются в то помещение, где расположен газопровод.

Прожиг неблагоприятно отражается на прочности и плотности каналов.

Иногда пыль удаляют из газопроводов на ходу путем устройства в газопроводах движущихся скребков или тележек, сбрасывающих пыль и сажу в специальные колодцы.

При осаждении в газопроводах влаги и текучей смолы газопроводам придают уклон, благодаря чему выделившийся конденсат удаляется на ходу (фиг. 27).

Газопроводы очищенного газа также с течением времени засариваются. Чистка их производится через люки и лазы путем выскребывания скребками и вымывания осадков.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Зачем при чистке соединяют газопровод с источником тяги?

15. АППАРАТУРНЫЙ И РАСЧЕТНЫЙ КОНТРОЛЬ

Чрезвычайно важное значение для ведения генераторного процесса имеет аппаратный контроль. Он дает возможность оценивать ход генератора в каждый отдельный момент, отмечать колебания в режиме своевременно, преду-

преждать нежелательные изменения и должным образом устанавливать режим. Обычно аппаратурному исследованию в генераторе подвергают состав газа, количество и тепло-творную способность газа, температуру газа, воздуха и паровоздушной смеси, количество газа и воздуха, а также давление газа, пара и воздуха. Помимо этого учитывается количество загружаемого топлива и устанавливаются показатели, характеризующие топливо и очажные остатки.

В дополнение к аппаратурному контролю весьма существенную помощь оказывает расчетный контроль, который дает возможность проверить данные аппаратурного контроля, вспомнить имеющиеся в нем пробелы и дать оценку процессу в частях и в целом в виде определения к. п. д. генератора, распределения элементов топлива, определения размера отдельных потерь топлива и т. д.

В газогенераторной ведется журнал, где отмечаются как текущие показатели работы отдельных генераторов и установки, так и характеристика этапов работы: пуска, остановок, ремонтов, причин неполадок и т. д.

Примерный образец журнала работы отдельного генератора—см. табл. 7 на стр. 129.

Измерение давления

Для нормальной работы установки важно поддерживать в различных частях ее определенное давление и иметь возможность его контролировать; для этой цели пользуются измерениями давлений.

Давление газа измеряется водяным столбом, где единицей является столб воды высотой в 1 мм. Он соответствует давлению 1 кг на м² и обозначается знаком—1 мм вод. ст. Измеряют давление также и ртутным столбом (1 мм рт. ст. = 13,6 мм вод. ст.).

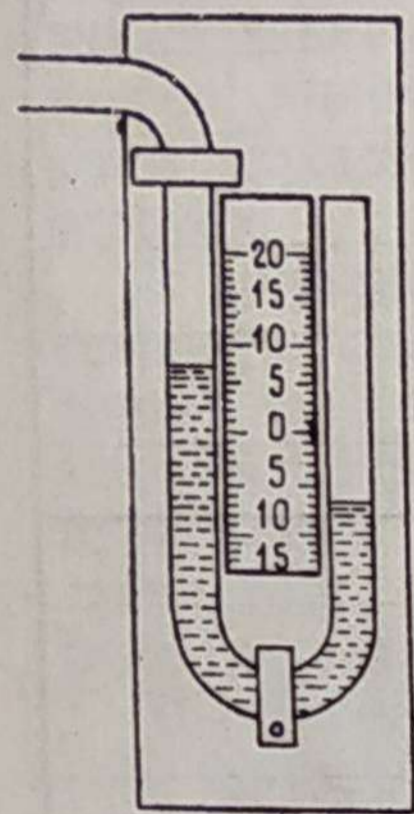
Обычно давление измеряют, сравнивая его с внешним—атмосферным давлением. Превышение давления над внешним называют положительным или избыточным давлением, а нехватку до внешнего—отрицательным давлением или разрежением. Таким образом обычными приборами измеряют не абсолютную величину давления (абсолютное давление), а насколько он больше или меньше атмосферного. Абсолютное давление показывают только барометры—приборы, которыми измеряют давление атмосферы (т. е. столба воздуха, которым окружен земной шар).

Таблица 7

Примерная форма журнала генераторной

Число		Смена	Давление дутья	Давление газа при выходе из генератора	Температура дутья	Температура газа при выходе из генератора	Вращение питателя	Вращение чаш	Высота шлака на головке	Высота шлака вертикально	Высота раскленной зоны	Полная высота слоя	СО ₂	О ₂	С ₂ Н ₄	СО	СН ₄	Н ₂	Теплотворная способность газа	Производительность генератора (количество газа)	Характер шуровки (с ружья, кувалдой)	Температура воды, выходящей из охлаждающей	Температура газа, выходящего из охлаждающей	Давление газа в коллекторе	Принятая лежурство	Сдана лежурство	Примечание	
							Время пуска	Время остановки	Время пуска	Время остановки	Число зубьев, передвигаемых собакой	Число зубьев, передвигаемых собакой	Время пуска	Время остановки	Число зубьев, передвигаемых собакой	Число зубьев, передвигаемых собакой												

Под статическим давлением понимают силу, с которой газ давит на стенки сосуда, в котором он находится, а под динамическим давлением или скоростным напором — ту силу, которую нужно приложить, чтобы вызвать движение газа с определенной скоростью.

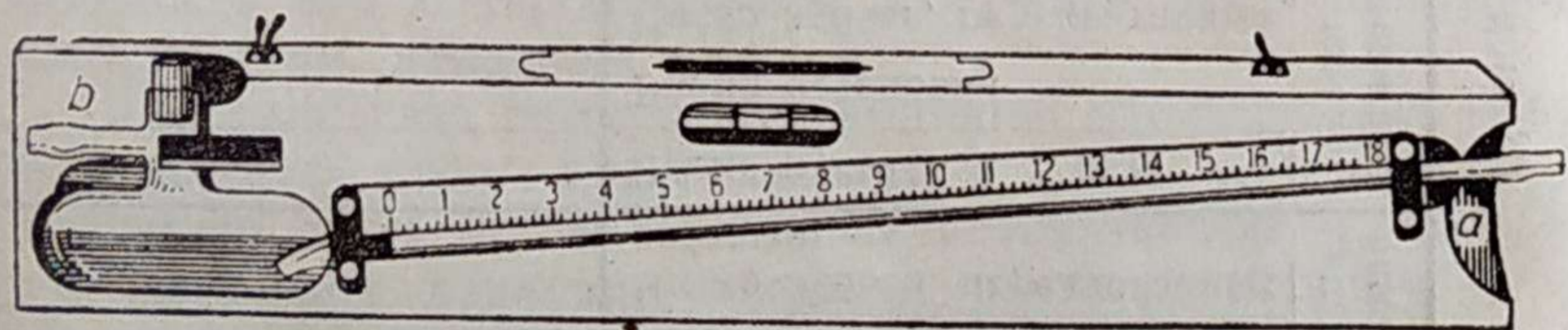


Фиг. 61. U-образная трубка для измерения давления.

Приборы для измерения давления называются манометрами. Простейшим прибором является U-образная трубка с водой (фиг. 61). Один конец трубки соединяется с исследуемым местом, а другой — с атмосферой. Если давления не одинаковы, то уровни смещаются, и разность их показывает на степень превышения или снижения давления в исследуемом месте сравнительно с атмосферным. Для определения абсолютного давления следует к этой разности прибавить величину давления, показываемого барометром.

Колено трубки, сообщающееся с атмосферой можно соединить с другим исследуемым местом и тогда U-образная трубка покажет разность давлений в двух исследуемых местах. В подобном случае манометр называют дифференциальным.

Вместо воды в U-образных трубках часто применяют другие жидкости с меньшим удельным весом. Для того, чтобы деления шкалы, приставляемой к U-образной трубке,



Фиг. 62. Тягомер Крелля: а — конец трубки, присоединяемый к месту с меньшим давлением; б — конец трубки, присоединяемый к месту с большим давлением.

соответствовали m мм водяного столба, шкалу размечают таким образом, чтобы деления составляли величину $\frac{1}{\gamma}$ мм, где γ удельный вес жидкости

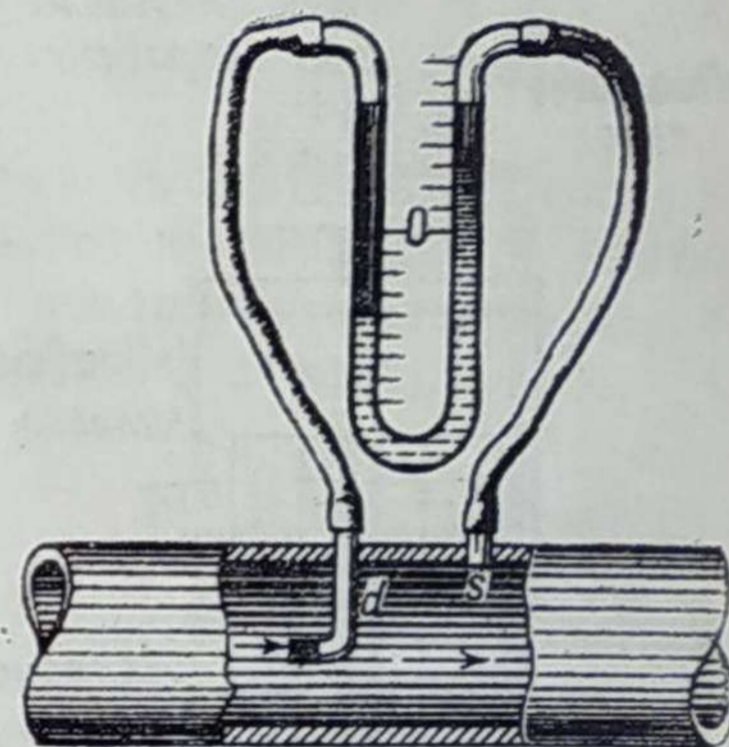
Если измеряемые давления очень малы, то применяют манометры с наклонными трубками (фиг. 62), называемые

тягомерами Крелля. При том же давлении перемещение жидкости в наклонной трубке больше чем в U-образной. Наклонная трубка снабжается шкалой, градуированной на миллиметры водяного столба. Если требуется измерение разрежения, то конец трубки a присоединяется к исследуемому месту, а баллончик с жидкостью (слева) сообщается с атмосферой. Если давление положительно, то присоединяют исследуемое место к трубке баллончика b , трубка a остается открытой и сообщается с атмосферой. Если требуется измерить разность давления в двух исследуемых местах (дифференциальный тягомер), то место с большим давлением присоединяют к баллончику, а с меньшим давлением — к трубке.

Иногда дифференциальный тягомер снабжают краном, соединенным с баллончиком и трубкой резиновыми трубками. Исследуемые места присоединяются к крану. Поворотами крана достигается одновременное присоединение к тягомеру обоих мест измерений и избегается возможный выброс жидкости из трубки.

Для измерения статического давления в газопровод или в генератор вставляют трубку стеклянную или металлическую и соединяют ее резиновой трубкой с манометром. Трубку в газопровод вставляют так, чтобы отверстие трубки было параллельно направлению движения газа (фиг. 63 трубка S). Для измерения динамического давления вставляют вторую трубку d , конец которой направлен навстречу движению газа. Она воспринимает и статическое давление и динамическое (сумму их). Если из измеренной трубкой d величины отнять статическое давление, измеряемое трубкой S , то разность укажет динамическое давление. Дифференциальный тягомер или U-образная трубка и дают эту разность.

На фиг. 64 представлен самозаписывающий аппарат для измерения давления. Исследуемое место соединяют трубкой с колоколом аппарата, плавающим в воде. При увеличении давления колокол всплывает, а при умень-

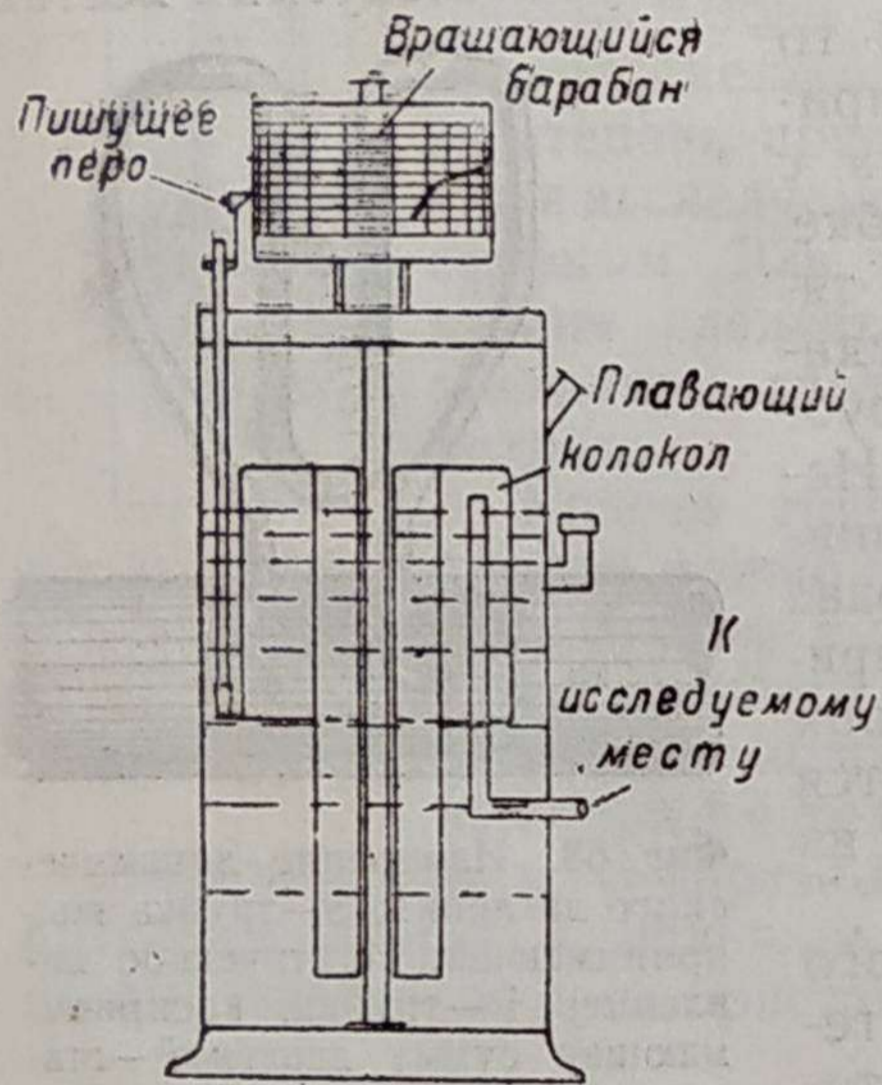


Фиг. 63. Измерение динамического давления: S — трубка воспринимающая статическое давление; P — трубка, воспринимающая сумму давлений — статического и динамического; O — манометр, измеряющий величину динамического давления.

шении — опускается. Перо, связанное с колоколом, поднимается и опускается вместе с ним и чертит на барабане, вращающемся помощью часового механизма, давление.

Если пространство над колоколом соединено не с атмосферой, а с другим исследуемым местом, то аппарат является дифференциальным и записывает разность давлений между двумя исследуемыми пунктами.

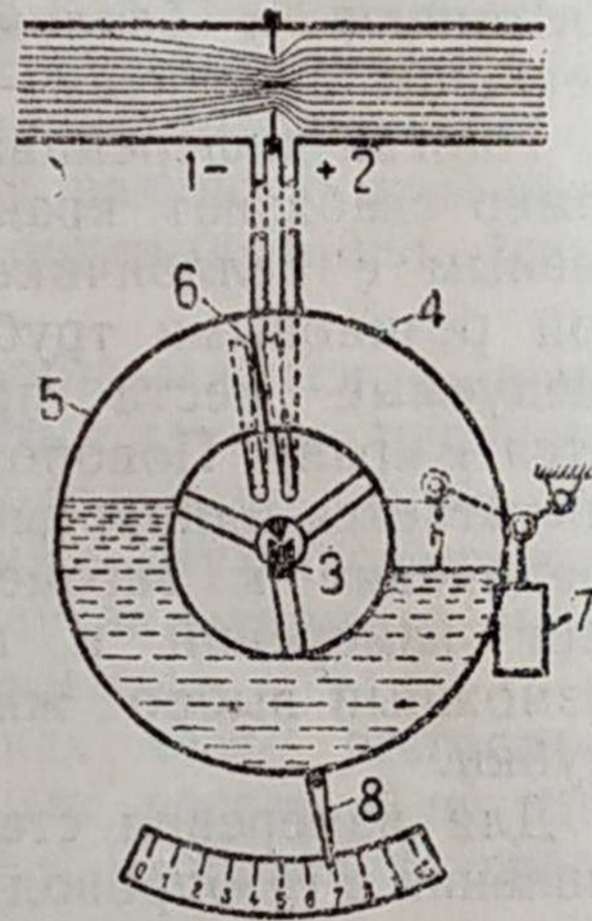
Другим аппаратом для указания и записи давлений или их разности являются кольцевые весы (фиг. 65). В



Фиг. 64. Регистрирующий аппарат "Гидро".

этом приборе давление от исследуемых мест 1,2 действует на жидкость, находящуюся в двух коленах 4,5 кольца, разделенного перегородкой 6 на две части и могущего вращаться вокруг оси 3. Разность давлений вызывает перемещение уровней жидкости на высоту h , в результате чего выходит из равновесия и поворачивается кольцо и связанное с ним указывающее и пишущее перо 8, что продолжается до тех пор, пока это перемещение не уравновесится действием груза 7.

Аппаратурным путем измеряется давление воздуха и газа, а также и пара. Разность давлений воздуха под колосниками и газа вверху генератора указывает на сопротив-



Фиг. 65. Кольцевые весы: 1, 2—места измерения давления; 3—ось подвески кольца; 4, 5—колена кольца; 6—перегородка; 7—груз; 8—указывающая стрелка.

ление слоя топлива. Разность давлений между отдельными участками позволяет судить о сопротивлениях отдельных участков частей оборудования и газопроводов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В U-образный манометр первоначально налита водой. Показание манометра при присоединении его к газопроводу — 15 мм вод. ст. Во второй раз ошибочно в манометр был налит спирт с уд. весом в 0,8. Какое давление показал манометр при том же давлении в газопроводе?

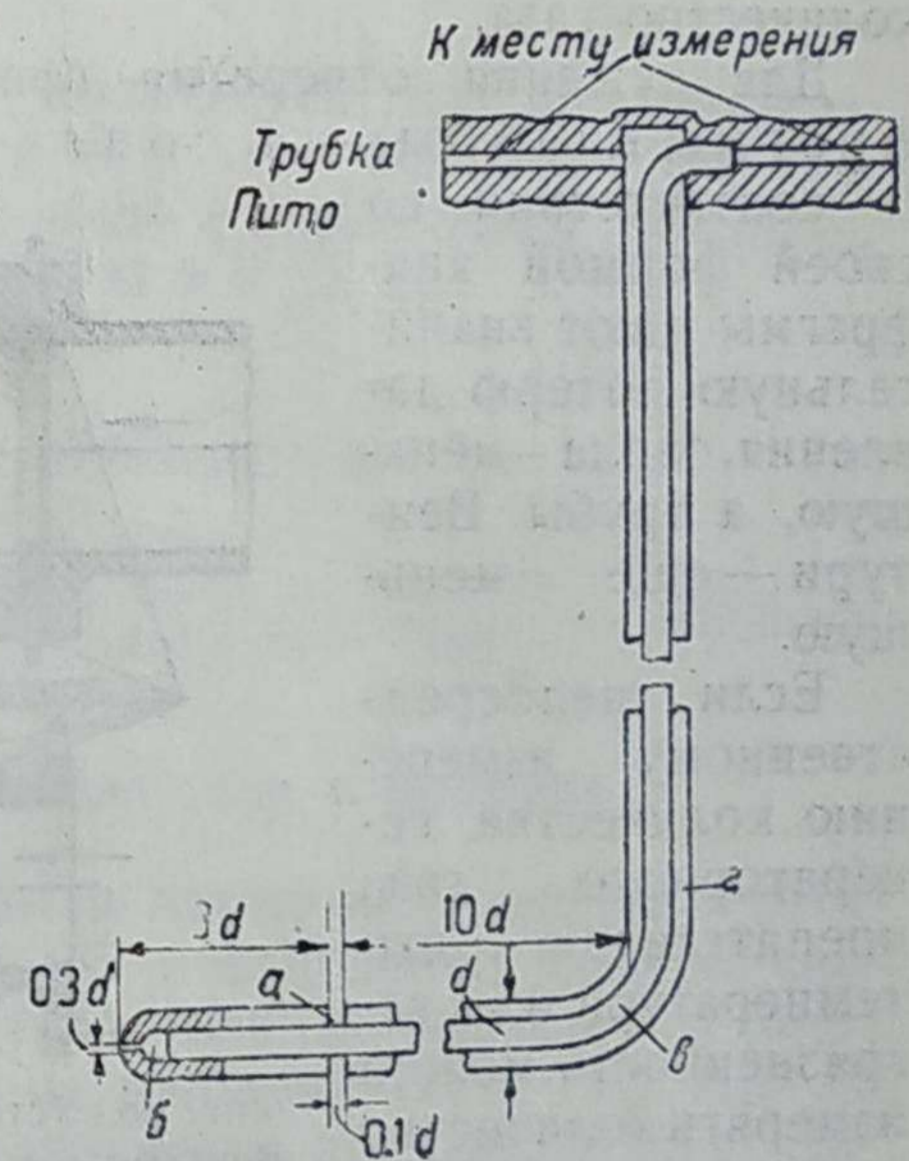
2. Внешнее давление, показываемое барометром, составляет 749 мм рт. ст. Давление в газопроводе равно 400 мм вод. ст. Определить абсолютное давление в газопроводе (в миллиметрах ртутного столба).

Измерение скорости и количества газа

Измерение скорости и количества газа (или воздуха) обычно основано на измерении скоростного напора газа, по величине которого определяют скорость газа. По скорости газа и сечению газопровода можно определить и количество прошедшего газа V м³/сек равное произведению площади газопровода F (м²) на скорость газа в нем v (м/сек), т. е.

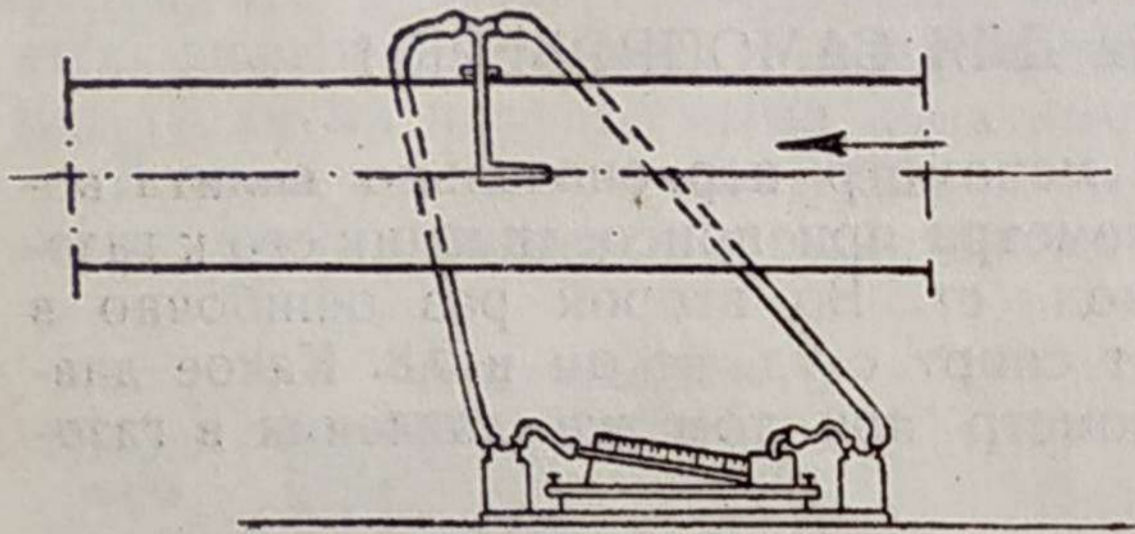
$$V(\text{м}^3/\text{сек}) = F(\text{м}^2) \cdot v(\text{м}/\text{сек}).$$

Скоростной напор может быть определен трубкой Пито (фиг. 66), в которой одновременно одной трубкой $в$ через отверстие $б$ измеряется сумма статического и динамического да-



Фиг. 66. Трубка Пито: а—отверстия воспринимающие статическое давление; б—отверстия, воспринимающие сумму давлений—статического и динамического; в—трубка для измерения суммы давлений; г—трубка для измерения статического давления; d—диаметр трубки.

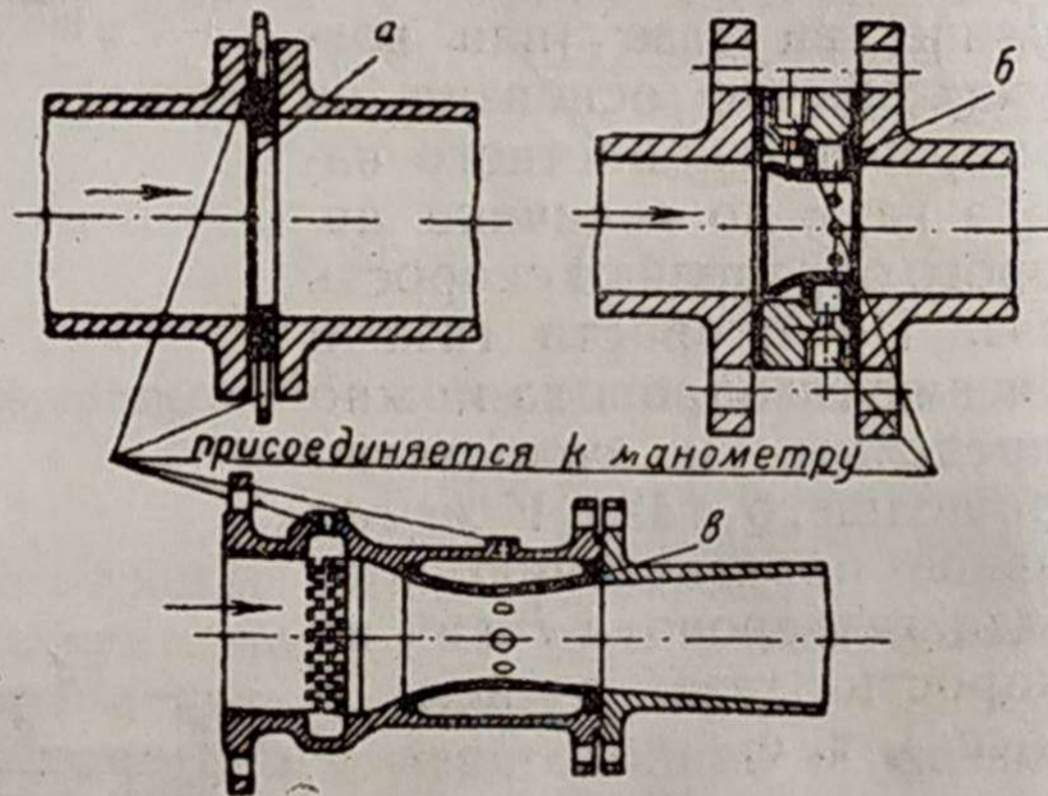
вления, а другой трубкой z через отверстие a — только статическое давление. Разность, определяемая (фиг. 67) дифференциальным тягомером, дает скоростной напор, по которому определяют и самую скорость.



Фиг. 67. Установка трубки Пито.

Часто определяют скорость и иначе. В газопроводе уменьшают сечение так, чтобы вызвать большую скорость в сечении и большое падение давления. Если измерить это падение давления дифференциальным тягомером или аппаратом Гидро или кольцевыми весами, то можно подсчитать и скорость в суженном отверстии, а следовательно и количество газа.

Для сужения отверстия (фиг. 68) применяются диафрагмы (шайбы) — a , сопла — b и трубы Вентури — $в$. В соответствии со своей формой диафрагмы дают значительную потерю давления, сопла — меньшую, а трубы Вентури — еще меньшую.



Фиг. 68. Установка диафрагмы, сопла и трубы Вентури: a — диафрагма; b — сопло; $в$ — труба Вентури.

Если непосредственному измерению количества генераторного газа препятствует его температура или загрязненность, можно измерять количество подаваемого в генератор воздуха, и по определенным формулам пересчитывать его на количество газа; или же можно определять количество газа на основании расчета по составу топлива и газа (стр. 161).

Объем газа при изменении давления и температуры меняется,

Чтобы не быть связанными с переменной величиной объема, все расчеты производят с так называемыми нормальными объемами, приведенными к 0° и 760 мм рт. столба (атмосферное давление).

Если газ при температуре t° и давлении p мм рт. ст. (т. е. на p мм больше внешнего давления, выраженного в миллиметрах ртутного столба, показываемого барометром) имеет объем $V_{t,p}$, то нормальный объем газа, т. е. приведенный к 0° и 760 мм рт. ст., равен

$$V_{0,760} = V_{t,p} \frac{273}{273+t} \cdot \frac{b+p}{760} \text{ м}^3 \quad (6)$$

Если показание барометра неизвестно, то b может быть принято равным 760 мм рт. ст. и тогда

$$V_{0,760} = V_{t,p} \frac{273}{273+t} \cdot \frac{760+p}{760} \text{ м}^3 \quad (6a)$$

Пример.

Счетчик газа показывает количество газа при температуре 35° и давлении 300 мм вод. ст. — 20 000 м³. Определить количество газа, приведенное к нормальным условиям, если показание барометра $в = 752$ мм рт. ст.

Имеем:

$$p = \frac{300}{13,6} = 22 \text{ мм рт. ст.}$$

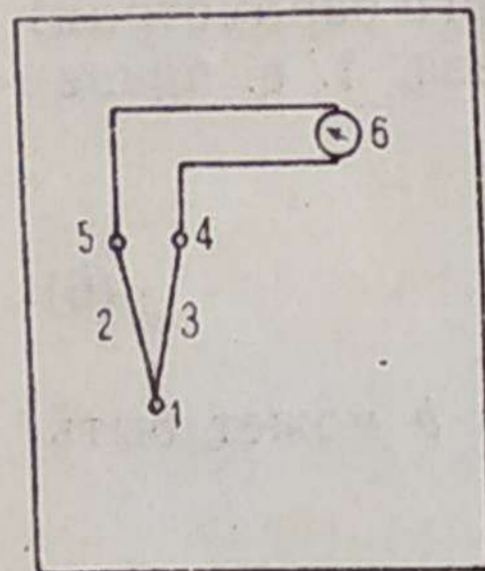
$$V_{0,760} = V_{t,p} \frac{273}{273+t} \cdot \frac{b+p}{760} = 20\,000 \frac{273}{273+35} \cdot \frac{752+22}{760} = 18\,000 \text{ м}^3.$$

Измерение температуры газа и воздуха

Температура газа позволяет в известной степени судить о процессе в газогенераторе. С повышением содержания в газе углекислоты температура газа повышается и дает указание или на прогар, или на сгорание части газа благодаря присосу воздуха. При увеличении производительности генератора температура газа повышается, при уменьшении — снижается; повышение подачи пара понижает температуру газа и наоборот. Температура газа за осушительным приспособлением указывает на степень осушки газа, т. е. на количество остающейся в газе влаги (стр. 142). Температура паровоздушной смеси дает указание на количество вводимого водяного пара.

Для измерения температуры применяют ртутные термометры, электрические термометры сопротивления и термоэлектрические пирометры¹. Иногда применяют и другие приборы.

Низкие температуры измеряют ртутными термометрами, температуры до 500° — термометрами сопротивления и более высокие температуры — термоэлектрическими пирометрами.



Фиг. 69. Схема устройства термоэлектрического пирометра: 1—спай двух проволок; 2, 3—провода из разных металлов; 4 и 5—свободные концы проволок; 6—гальванометр.

Электрические приборы особенно удобны потому, что их показания можно передавать на расстояние и дублировать, т. е. указывать и регистрировать в нескольких местах, например указывать их показания у генератора (у места измерения) и регистрировать в центральной аппаратной или в помещении дежурного инженера.

Устройство термоэлектрических пирометров (фиг. 69) основано на том, что если спай 1 двух проволок 2 и 3 из различных металлов нагревать, а другие два конца проволоки — свободные и холодные — 4 и 5 соединить, то по цепи протекает ток. Если концы проволок 4 и 5 подвести к прибору, измеряющему электродвижущую силу — гальванометру 6, то он дает отклонение, величина которого зави-

сит от температуры нагретого спаю. С увеличением нагрева спаю увеличивается и электродвижущая сила. Гальванометр обыкновенно градуирован непосредственно на градусы. Обе проволоки 2 и 3 монтируются в трубке, из которой наружу выпускаются свободные концы проволок, присоединяемые проводами к гальванометру.

Конец трубки со спаем 1 опускается в исследуемое место, и спай проволок прогревается до исследуемой температуры, показываемой гальванометром.

Анализ газа

Контроль состава газа дает хорошее представление о процессе газификации, о качестве и ценности получаемого генераторного газа, о недочетах в процессе и степени использования тепла топлива.

¹ Пирометры — приборы для измерения высоких температур — выше 500° .

Для забора пробы газа применяются стеклянные и металлические сосуды, называемые аспираторами.

Пробы газа для исследования отбираются и в отдельные моменты работы генератора для характеристики его состояния в эти моменты и в течение длительных промежутков времени для характеристики среднего состава газа за это время.

Газ состоит из горючих составных частей: окиси углерода CO, водорода H_2 , сероводорода H_2S , тяжелых углеводородов (принимаются за C_2H_4) и негорючих: углекислоты CO_2 , кислорода O_2 , азота N_2 и влаги H_2O . Из горючих¹ составных частей наибольшим бывает содержание CO — окиси углерода. Она получается преимущественно по генераторному процессу взаимодействия раскаленного углерода с кислородом, углекислотой и водяным паром. Отчасти она появляется при молодых топливах, богатых летучими, из продуктов сухой перегонки. Содержание CO колеблется обычно в пределах 20—30% и чем оно больше, тем лучше идет генераторный процесс.

Водород H_2 отчасти получается в результате взаимодействия водяного пара, вводимого в генератор, раскаленным углеродом, а отчасти при топливах, богатых летучими, из продуктов сухой перегонки. Большое содержание H_2 вызывает опасения, что подвод пара в генератор очень велик и что в газе имеется большое содержание водяного пара и углекислоты вследствие охлаждения раскаленной зоны большим количеством введенного водяного пара. Содержание водорода колеблется в зависимости от подачи пара и содержания летучих в пределах до 20%.

Метан — CH_4 получается преимущественно как продукт сухой перегонки топлива и следовательно топлива, бедные летучими — антрацит, кокс — дают минимальное содержание его, а топлива, богатые летучими — дрова, торф, уголь — большее. Содержание метана доходит до 4%.

Этилен — C_2H_4 получается в небольших количествах (до 0,7%) при топливах, богатых летучими веществами — дровах, торфе, углях, как продукт сухой перегонки.

Сероводород — H_2S дают в результате сухой перегонки топлива богатые серой угли и антрациты. Хотя он и горюч, но является вредной примесью, так как продукты

¹ Нижеследующие рассуждения относятся к воздушному и смешанному газу

его сгорания вредно действуют на нагреваемые вещества — металлы, стекло и на здоровье людей.

Из негорючих составных частей наиболее показательной является углекислота — CO_2 . В топливах молодых, богатых летучими — дровах, торфе и бурых углях — она является отчасти результатом сухой перегонки, а вообще является результатом неполного взаимодействия в нижней части генератора углекислоты CO_2 с раскаленным углеродом и свидетельствует о степени неполноты процесса газификации в генераторе.

Большое ее содержание часто совпадает с большим содержанием водорода и неразложенного водяного пара.

Большое содержание CO_2 при горячем газе может также свидетельствовать о проходе к газу воздуха (через слой топлива при образовании каналов и прогаре или в результате присоса через неплотности) и следовательно о сгорании части газа. Содержание CO_2 колеблется в пределах 0,5—10%, повышаясь для топлив, богатых летучими — дров и торфа и понижаясь для антрацита и кокса.

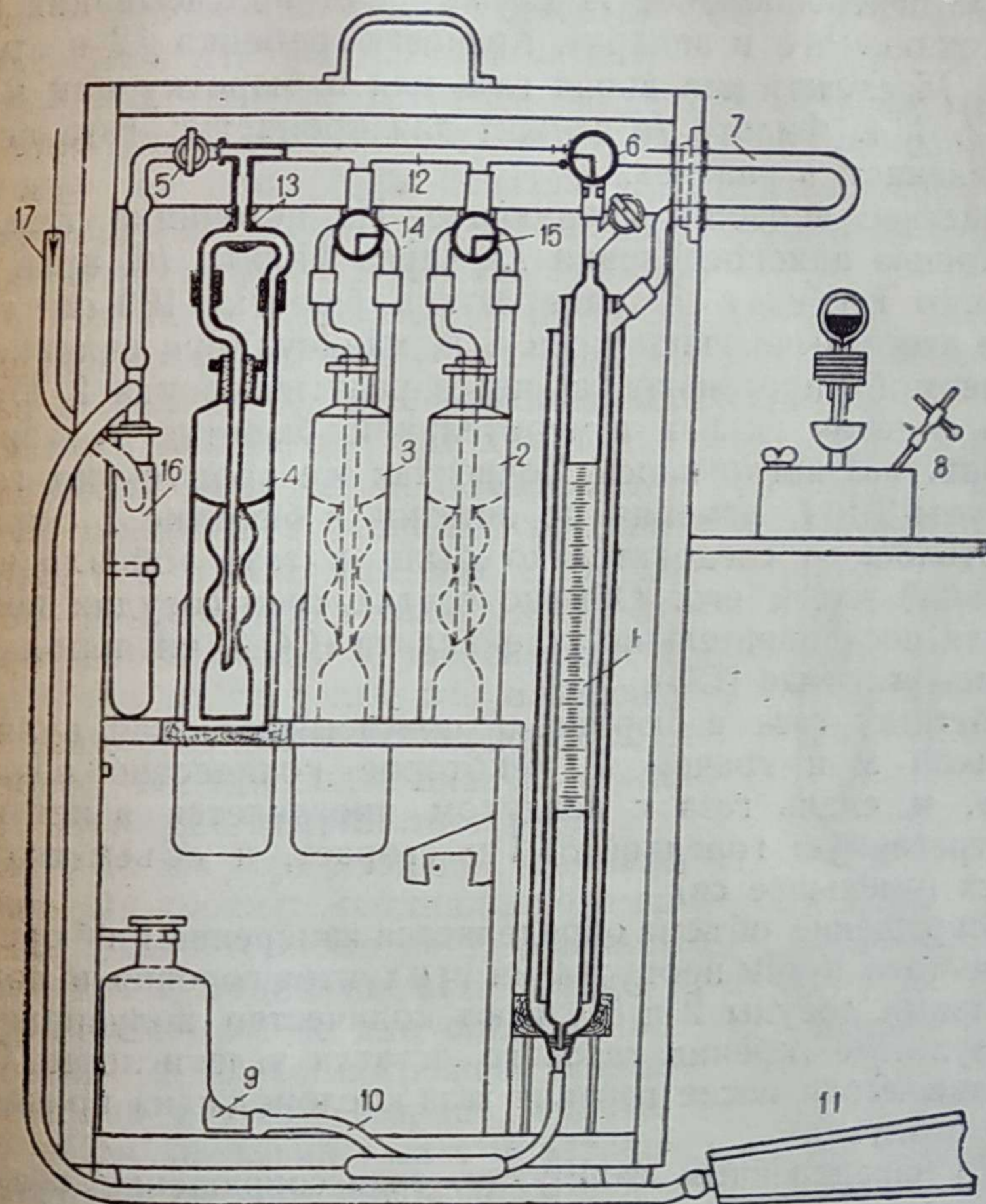
Содержание кислорода O_2 может составлять в газе ничтожные доли — 0,1—0,3%. Большое содержание говорит о присосе к газу воздуха через неплотности по пути газа до места забора пробы или о попадании его через каналы в слое топлива, каковые обстоятельства требуют немедленной проверки и устранения их причин. Кислород может быть также засосан с воздухом при неумелой заборке проб.

Содержание азота (N_2) составляет в газе обычно 40—55%. Азот является балластом, вводимым при газификации воздухом. Из топлива азота переходит в газ очень мало.

Анализ газа производится аппаратом, состоящим из сосудов, в которых налиты реактивы, поглощающие отдельные составные части газа (фиг. 70). Если в аппарат набрать определенное количество газа, например 100 см^3 , и пропустить его через реактив сосуда, то реактив поглотит один из составляющих газов, и объем набранной пробы уменьшится. По величине поглощенной части газа реактивом судят о содержании этого газа. Часть горючих составных частей CH_4 , H_2 (можно также и CO) определяются сжиганием, т. е. их сжигают и, определяя расход кислорода на горение и анализируя продукты сгорания, узнают содержание горючих частей. В табл. 4 приведены составы газов из различных топлив.

Обозначения на фиг. 70 следующие: 1 — мерная бюретка, в которую набирается определенный объем газа (100 см^3);

2, 3, 4 поглотительные сосуды, содержащие реактивы, поглощающие отдельные составные части газа, 5 — кран, вы-



Фиг. 70. Аппарат Норзе для анализа генераторного газа: 1—измерительная бюретка; 2, 3 и 4—поглотительные сосуды; 5—трехходовой кран для включения и выключения аппарата; 6—кран для пуска газа из бюретки или в поглотительные сосуды или в сожигательную петлю; 7—сожигательная петля; 8—горелка; 9—склянка с водой; 10—резиновая трубка, сообщающая склянку 9 с бюреткой 1; 11—ножное приспособление для засоса газа в аппарат; 12—крановая система (гребенка); 13, 14, 15—краны, включающие и выключающие поглотительные сосуды; 16—фильтр для очистки газа; 17—трубка к источнику газа.

ключающий прибор от атмосферы или источника газа, 6—кран, позволяющий перепустить газ из бюретки 1 в поглотительные сосуды 2, 3, 4 или к сожигательной петле 7,

подогреваемой горелкой 8. Слянка 9 заполнена водой и помощью резиновой трубки 10 сообщается с бюреткой 1. Ножное приспособление 11 служит для подсосывания газа из источника его в аппарат. Крановая гребенка 12 и краны 13, 14, 15 служат для ввода газа или в бюретку или в сосуды 2, 3, 4. Фильтр 16 служит для прочистки газа перед поступлением в аппарат.

Действие аппарата следующее. Из источника газа 17 с помощью приспособления 11, через фильтр 16, кран 5 и крановую гребенку 12 набирают в бюретку 100 см^3 газа. После этого выключают кран 5 и, манипулируя слянкой 9 и краном 13, прогоняют газ через реактив сосуда 2. Отмеривая остаток газа в измерительной бюретке 1, узнают сколько газа поглотилось. Точно так же пропускают газ и в сосуды 3 и 4, измеряя по остатку в бюретке 1 сколько поглотилось и следовательно было в газе той или иной составной части его. Обычно в этих трех сосудах поглощаются последовательно: углекислота (CO_2), кислород (O_2) и окись углерода (CO).

К остатку газа в бюретке 1 присасывают, манипулируя слянкой 9 и краном 5, некоторое количество воздуха извне, и смесь газа с воздухом прогоняется в петлю 7, подогреваемую горелкой 8. Газ сгорает, и объем его уменьшается (уменьшается).

Сокращение объема определяется измерением в бюретке; кроме того путем пропускания продуктов горения в погложительные сосуды 2 и 3 узнают количество получившейся в результате горения газового остатка углекислоты (CO_2) и оставшегося после горения газа кислорода (из присосанного воздуха).

По определенным формулам, зная сокращение объема, количество получившейся углекислоты (CO_2) и количество израсходованного на горение кислорода (O_2), узнают содержание в исходном газе метана (CH_4) и водорода (H_2). В случае определения содержания в газе тяжелых углеводородов (C_nH_m) один из сосудов 2, 3, 4 назначают для этой цели и наполняют соответственным реактивом.

Окись углерода CO может, как и метан (CH_4) и водород (H_2), определяться методом сжигания. Определение содержания в газе сероводорода (H_2S) производится путем специальных исследований.

Существуют также автоматические и регистрирующие газоанализаторы, основанные на химическом поглощении CO_2 и сжигании CO , H_2 и CH_4 .

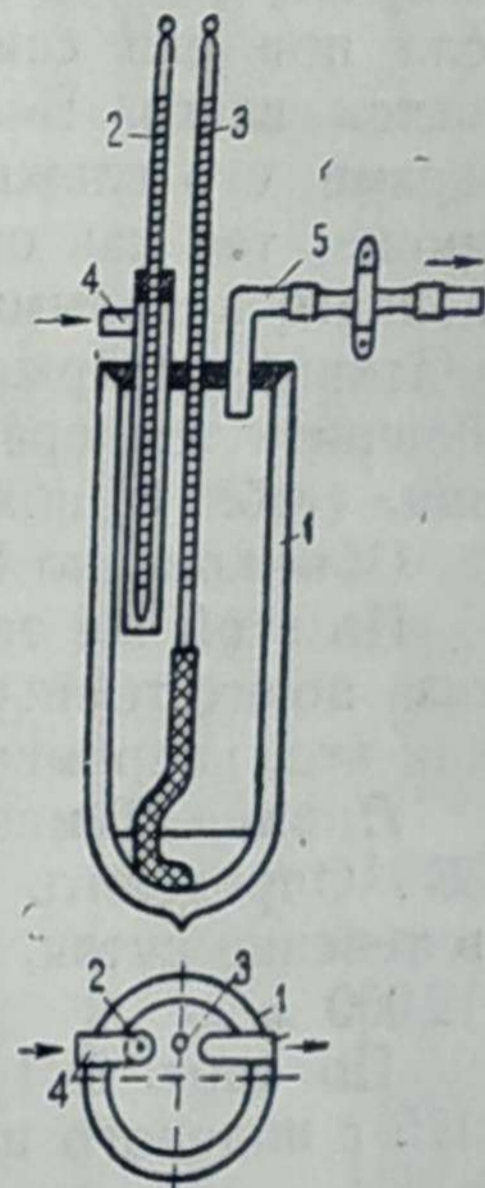
Анализом определяют состав сухого газа. Для определения содержания влаги в газе, каковое определение характеризует в известной мере качество газа и режим генератора, служат специальные аппараты.

Наиболее распространенными аппаратами, служащими для этой цели, являются психрометры. Применение их основано на измерении температуры протекающего газа двумя термометрами: сухим (шарик термометра сухой) и влажным (шарик термометра смачивается). Разность в показаниях термометров, называемая психометрической разностью, дает возможность определить влажность газа путем соответствующих пересчетов. Влажный термометр показывает температуру более низкую чем сухой, так как с его поверхности испаряется влага, на что затрачивается тепло. В зависимости от содержания влаги в газе это испарение идет более или менее интенсивно, т. е. чем суше газ, тем более низкую температуру покажет мокрый термометр.

На фиг. 71 представлен подобный прибор. Он состоит из стеклянного сосуда 1, сухого термометра 2, влажного термометра 3, подводющей газ трубки 4 и отводящей — 5. На дне сосуда 1 налита вода, и в нее погружена марля, висящая на ртутном шарике термометра 3. При движении газа с поверхности шарика термометра испаряется влага, понижающая температуру шарика.

Газ должен поступать в аппарат с температурой выше точки росы (температуры насыщения газа парами воды); в противном случае влага с поверхности термометра не испаряется, и оба термометра показывают одинаковую температуру. Аппарат хорошо изолируется, для чего сосуд делают двустенным, а из промежутков между его стенками выкачивается воздух.

Для определения влажности газа возможно также применять вещества, поглощающие из газа влагу (хлористый кальций, серную кислоту, фосфорный ангидрид); можно также выделять из газа влагу путем сильного охлаждения



Фиг. 71. Психрометр: 1—стеклянный сосуд; 2—сухой термометр; 3—влажный термометр; 4—трубка, подводющая газ; 5—трубка, отводящая газ.

газа. Однако при этих способах вместе с влагой выделяется из газа и смола. Эти способы, в отличие от психрометрического способа, требуют измерения объема просасываемого газа и взвешивания реактива или конденсата. В случае смолистого газа требуются также дополнительные работы для отделения влаги от смолы. Влажность воздуха, подаваемого в генератор, может быть также определена одним из описанных способов. Однако это имеет смысл лишь в случае, если воздух не насыщен водяными парами, т. е. если при его самом малом охлаждении из него не выделяется влага. В случае, если воздух насыщен водяными парами, его влажность может быть определена значительно проще, так как определенной температуре воздуха, насыщенного водяными парами, соответствует совершенно определенное содержание в нем водяного пара, и достаточно измерить температуру паровоздушной смеси, чтобы по таблице (табл. 8) получить содержание в воздухе влаги.

Обыкновенно воздух подается в генератор насыщенным.

По этой же табл. 8 может быть определена влажность газа по его температуре, если он насыщен водяными парами, как это, например имеет место за скрубберами.

Пример. Температура насыщенной паровоздушной смеси 58° . Определить количество введенного в генератор пара в течение суток, если воздуха было введено за это время 12000 м^3 .

По табл. 8 1 м^3 сухого воздуха при 58° насыщается 175 г водяного пара. Следовательно вводится в генератор

$$0,175 \times 12000 = 2100 \text{ кг.}$$

Влажность газа дается или в процентах по объему газа или в весовом выражении в виде определенного количества влаги на 1 м^3 сухого газа или в 1 м^3 влажного газа.

Если состав сухого газа следующий:

CO_2 — $\text{CO}_2^{\circ}/\%$

O_2 — $\text{O}_2^{\circ}/\%$

CO — $\text{CO}^{\circ}/\%$

CH_4 — $\text{CH}_4^{\circ}/\%$

C_2H_4 — $\text{C}_2\text{H}_4^{\circ}/\%$

H_2S — $\text{H}_2\text{S}^{\circ}/\%$

N_2 — $\text{N}_2^{\circ}/\%$

100%

и объем водяных паров, приходящихся на 100 м^3 сухого газа составляет $\text{H}_2\text{O м}^3$, то на 100 м^3 сухого газа мы будем

Таблица 8

Содержание водяного пара в граммах на 1 м^3 сухого газа ($0,760 \text{ мм}$) в зависимости от температуры насыщения газа

Температура	Количество водяного пара	Температура	Количество водяного пара	Температура	Количество водяного пара	Температура	Количество водяного пара
0	4,9	26	27,6	52	125	78	608
1	5,2	27	29,3	53	132	79	654
2	5,6	28	31,1	54	140	80	705
3	6,1	29	33,1	55	148	81	761
4	6,5	30	35,1	56	156	82	825
5	7,0	31	37,3	57	166	83	896
6	7,5	32	39,6	58	175	84	976
7	8,0	33	42,0	59	186	85	1070
8	8,6	34	44,5	60	197	86	1170
9	9,2	35	47,3	61	208	87	1290
10	9,9	36	50,1	62	221	88	1440
11	10,5	37	53,1	63	234	89	1600
12	11,3	38	56,2	64	248	90	1800
13	12,1	39	59,6	65	263	91	2000
14	12,9	40	63,1	66	280	92	2360
15	13,8	41	66,8	67	297	93	2760
16	14,7	42	70,8	68	315	94	3290
17	15,7	43	74,9	69	335	95	4040
18	16,7	44	79,3	70	357	96	5160
19	17,8	45	84,0	71	380	97	7040
20	19,0	46	88,8	72	405	98	10800
21	20,2	47	94,0	73	432	99	22000
22	21,5	48	99,5	74	461	100	∞
23	22,9	49	105	75	493		
24	24,4	50	111	76	528		
25	26,0	51	118	77	566		

иметь $100 + \text{H}_2\text{O}$ м³ влажного газа и для получения состава влажного газа ($\text{CO}_2^1, \text{O}_2^1, \text{CO}^1, \text{CH}_4^1, \text{C}_2\text{H}_4^1, \text{H}_2\text{S}^1, \text{N}_2^1, \text{H}_2\text{O}^1$) нужно умножить содержания отдельных газов на $\frac{100}{100 + \text{H}_2\text{O}}$, т.е.

$$\text{CO}_2^1 \text{ (соотв. } \text{O}_2^1, \text{CO}^1 \text{ и т. д.)} = \frac{\text{CO}_2 \cdot 100}{100 + \text{H}_2\text{O}} \% \text{ (соотв. } \text{O}_2, \text{CO и т. д.).} \quad (7)$$

Если содержание водяного пара в газе задано в виде некоторого весового количества D кг на 1 м³ сухого газа, то объем водяного пара, приходящийся на 100 ч. сухого газа (H_2O) определится из выражения:

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{D}{0,804} \text{ кг } 100 \text{ м}^3. \quad (8)$$

Дальнейший ход вычислений состава влажного газа остается тот же, что и в предыдущем случае.

Если дан состав влажного газа и содержание в нем влаги составляет H_2O^1 объемных процентов, то весовое содержание в газе влаги составит:

$$D^1 = \frac{\text{H}_2\text{O}^1 \cdot 0,804}{100} \text{ кг в } 1 \text{ м}^3 \text{ влажного газа}$$

$$\text{или } D = \frac{\text{H}_2\text{O}^1 \cdot 0,804}{100 - \text{H}_2\text{O}^1} \text{ кг на } 1 \text{ м}^3 \text{ сухого газа.} \quad (9)$$

Для получения состава сухого газа при заданном составе влажного газа, в котором влаги содержится H_2O^1 %, величины содержаний отдельных газов нужно умножить на

$$\frac{100}{100 - \text{H}_2\text{O}^1}.$$

Пример 1. Состав сухого газа: CO_2 — 4%; CO — 27%; CH_4 — 2%; C_2H_4 — 0,5%; H_2 — 14%; N_2 — 52,5%. Влажность газа 80 г/м³. Определить состав влажного газа.

$$\text{Имеем: } \text{H}_2\text{O} = \frac{D}{0,804} \cdot 100 = \frac{0,080 \cdot 100}{0,804} = 9,95 \text{ м}^3/100 \text{ м}^3.$$

Состав влажного газа:

$$\text{CO}_2^1 = \frac{\text{CO}_2 \cdot 100}{100 + \text{H}_2\text{O}} = \frac{4 \cdot 100}{100 + 9,95} = 3,6\%;$$

$$\text{CO}^1 = \frac{\text{CO} \cdot 100}{100 + \text{H}_2\text{O}} = \frac{27 \cdot 100}{109,95} = 24,5\%;$$

$$\text{CH}_4^1 = \frac{\text{CH}_4 \cdot 100}{100 + \text{H}_2\text{O}} = \frac{2 \cdot 100}{109,95} = 1,8\%;$$

$$\text{C}_2\text{H}_4^1 = \frac{\text{C}_2\text{H}_4 \cdot 100}{100 + \text{H}_2\text{O}} = \frac{0,5 \cdot 100}{109,95} = 0,5\%;$$

$$\text{H}_2^1 = \frac{\text{H}_2 \cdot 100}{100 + \text{H}_2\text{O}} = \frac{14 \cdot 100}{190,95} = 12,7\%;$$

$$\text{N}_2^1 = \frac{\text{N}_2 \cdot 100}{100 + \text{H}_2\text{O}} = \frac{52,5 \cdot 100}{109,95} = 47,8\%;$$

$$\text{H}_2\text{O}^1 = \frac{\text{H}_2\text{O} \cdot 100}{100 + \text{H}_2\text{O}} = \frac{9,95 \cdot 100}{109,95} = 9,1\%;$$

100,0%.

Пример 2. Состав влажного газа: CO_2^1 — 7%; CO^1 — 20%; CH_4^1 — 1%; H_2^1 — 14%; N_2^1 — 40%; H_2O^1 — 18%. Определить влажность газа в весовом выражении и состав сухого газа.

Имеем:

$$D = \frac{\text{H}_2\text{O}^1 \cdot 0,804}{100 - \text{H}_2\text{O}^1} = \frac{18 \cdot 0,804}{100 - 18} = 0,176 \text{ кг/м}^3 \text{ сухого газа;}$$

$$D^1 = \frac{\text{H}_2\text{O}^1 \cdot 0,804}{100} = \frac{18 \cdot 0,804}{100} = 0,145 \text{ кг/м}^3 \text{ влажного газа}$$

Состав сухого газа:

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_2^1 \cdot 100}{100 - \text{H}_2\text{O}^1} = \frac{7 \cdot 100}{100 - 18} = 8,5\%;$$

$$\text{CO} = \frac{\text{CO}^1 \cdot 100}{100 - \text{H}_2\text{O}^1} = \frac{20 \cdot 100}{82} = 24,4\%;$$

$$\text{CH}_4 = \frac{\text{CH}_4^1 \cdot 100}{100 - \text{H}_2\text{O}^1} = \frac{1 \cdot 100}{82} = 1,2\%;$$

$$\text{H}_2 = \frac{\text{H}_2^1 \cdot 100}{100 - \text{H}_2\text{O}^1} = \frac{14 \cdot 100}{82} = 17,1\%;$$

$$\text{N}_2 = \frac{\text{N}_2^1 \cdot 100}{100 - \text{H}_2\text{O}^1} = \frac{40 \cdot 100}{82} = 48,8\%;$$

100,0%

Определение содержания смолы и пыли в газе

При газификации топлив, содержащих много смолистых веществ (дрова, торф, бурый и каменный уголь), переходящих в газ, а также при газификации мелких и легко распадающихся топлив, при которых с газом уносится много пыли, определение содержания в газе смол и

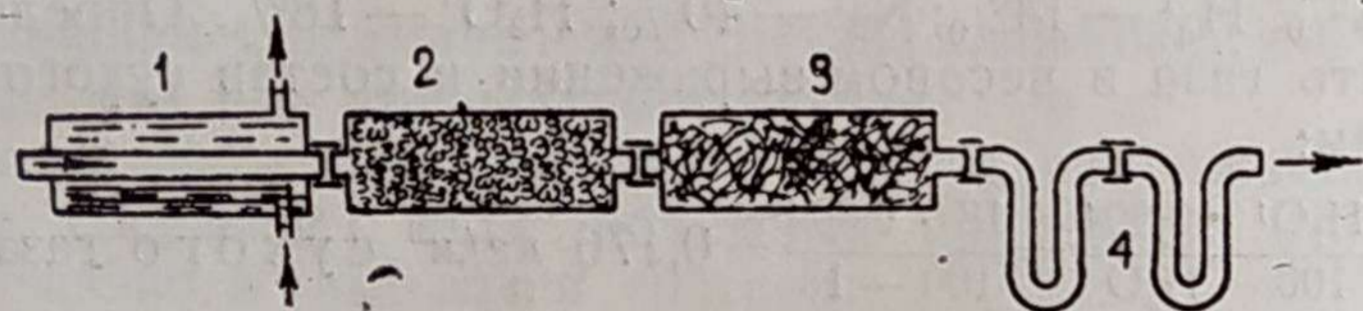
¹ 1 м³ водяного пара весит 0,804 кг.

пыли представляет большой интерес для оценки процесса газификации и качества работы очистных приспособлений (степень очистки).

Если в газе содержится только пыль (антрацит, кокс), то содержание ее определяют, просасывая определенный объем газа через фильтр (например со стеклянной ватой или с бумагой). Зная количество осевшей пыли и объем прошедшего газа, определяют содержание пыли в единице объема газа, например в 1 м^3 или в 1 л .

Если в газе одновременно с пылью имеется и смола, то раздельное определение их содержания является более затруднительным.

На фиг. 72 представлен один из аппаратов, могущих служить для этой цели. Замеряемый объем газа просасы-



Фиг. 72. Прибор для определения содержания в газе пыли, смолы и влаги: 1—водяной холодильник; 2—фильтр; 3—фильтр; 4—U-образные трубки с хлористым кальцием.

вается через холодильник 1, охлаждается и из него выделяются смола и влага, улавливаемые вместе с пылью трубкой 2, заполненной стеклянной ватой. Трубка 3 также со стеклянной ватой улавливает легко летучие части смолы. Эта трубка должна иметь смоляной налет не более чем до половины, что свидетельствует о том, что смола не прошла с газом дальше. Из трубки 3 газ поступает в трубки 4 с хлористым кальцием, улавливающим из газа остатки влаги.

Взвешиванием и соответствующей обработкой определяют количество выделенных из газа смолы, пыли и влаги.

Содержание в газе смолы и влаги возможно также определить путем сильного охлаждения газа, при котором из последнего выделяются смола и влага.

Определение теплотворной способности газа

Теплотворной способностью газа называется то количество тепла, которое выделит 1 м^3 газа при полном сгорании. Различают высшую теплотворную способность и низшую. Высшей соответствует то тепло, которое выделится при получении влаги продуктов горения

в виде воды, и низшей—при получении влаги продуктов горения в виде водяного пара. Высшая теплотворная способность больше низшей на величину, соответствующую теплу, выделяемому водяным паром при переходе его в воду. Теплотворная способность газа является очень важным показателем работы и экономичности генератора и кроме того характеризует пригодность газа для тех или иных нужд.

Теплотворная способность смеси газов может быть определена расчетом по составу газа как сумма теплот, выделяемых при сгорании отдельных составляющих, или с помощью специального прибора—калориметра Юнкерса, в котором газ сжигается и определяется количеством тепла, которое газ выделит при сгорании.

Теплотворные способности отдельных составляющих генераторный газ газов приведены в табл. 9.

Таблица 9

Теплотворная способность 1 м^3 газа

Наименование газа	Обозначение	Высшая теплотворная способность в кал	Низшая теплотворная способность в кал
Водород	H_2	3 050	2 570
Окись углерода	CO	3 035	3 035
Метан	CH_4	9 565	8 600
Этилен	C_2H_4	15 520	14 545
Сероводород	H_2S	6 076	5 593

Пример расчета теплотворной способности газа по его составу.

Состав газа в % по объему:

CO_2 — 5,0%
 O_2 — 0,1%
 CO — 27,5%
 CH_4 — 0,5%
 C_2H_4 — 0,5%
 H_2 — 15,0%
 N_2 — 50,4%

 100%

Определить теплотворную способность 1 м^3 газа по высшему пределу

Из табл. 9 имеем:

1 м ³ СО	при сгорании в СО ₂	выделяет	3 035 кал
1 м ³ СН ₄	" "	" СО ₂ и Н ₂ О жидкое выдел.	9 565 "
1 м ³ С ₂ Н ₄	" "	" СО ₂ " Н ₂ О " "	15 520 "
1 м ³ Н ₂	" "	" Н ₂ О " "	3 050 "

Тогда имеем:

СО, содержащееся в 1 м ³ , газа выделит при сгорании	$\frac{27,5 \cdot 3035}{100} = 835$	кал
СН ₄ , содержащееся в 1 м ³ , газа выделит при сгорании	$\frac{15 \cdot 9565}{100} = 143$	"
С ₂ Н ₄ , содержащееся в 1 м ³ , газа выделит при сгорании	$\frac{0,5 \cdot 15 520}{100} = 78$	"
Н ₂ , содержащееся в 1 м ³ , газа выделит при сгорании	$\frac{15,0 \cdot 3050}{100} = 458$	"

Теплотворная способность 1 м³ газа 1514 кал

Из вышеуказанного ясно, что если в газе содержится:

- СО₂ — СО₂^{10/0};
- О₂ — О₂^{10/0};
- СО — СО^{10/0};
- СН₄ — СН₄^{10/0};
- С₂Н₄ — С₂Н₄^{10/0};
- Н₂ — Н₂^{10/0};
- Н₂С — Н₂С^{10/0};
- Н₂ — Н₂^{10/0};
- Н₂О — Н₂О^{10/0}

100%,

то теплотворная способность 1 м³ газа по высшему пределу составит:

$$Q_{в.г.} = \left(\frac{СО^1}{100} \cdot 3035 + \frac{СН_4^1}{100} \cdot 9565 + \frac{С_2Н_4^1}{100} \cdot 15 520 + \frac{Н_2^1}{100} \cdot 3050 + \frac{Н_2С^1}{100} \cdot 6076 \right) \text{ кал} \quad (10a)$$

и теплотворная способность 1 м³ газа по низшему пределу составит:

$$Q_{н.г.} = \left(\frac{СО^1}{100} \cdot 3025 + \frac{СН_4^1}{100} \cdot 8600 + \frac{С_2Н_4^1}{100} \cdot 14 545 + \frac{Н_2^1}{100} \cdot 2570 + \frac{Н_2С^1}{100} \cdot 5593 \right) \text{ кал} \quad (10б)$$

В калориметре Юнкера (фиг. 73) газ сжигается, и выделенное тепло отдается воде, омывающей прибор. Количество газа и воды и температура входящей и выходящей воды измеряется. Подсчитывая, сколько тепла получила вода, узнают, сколько тепла выделил газ.

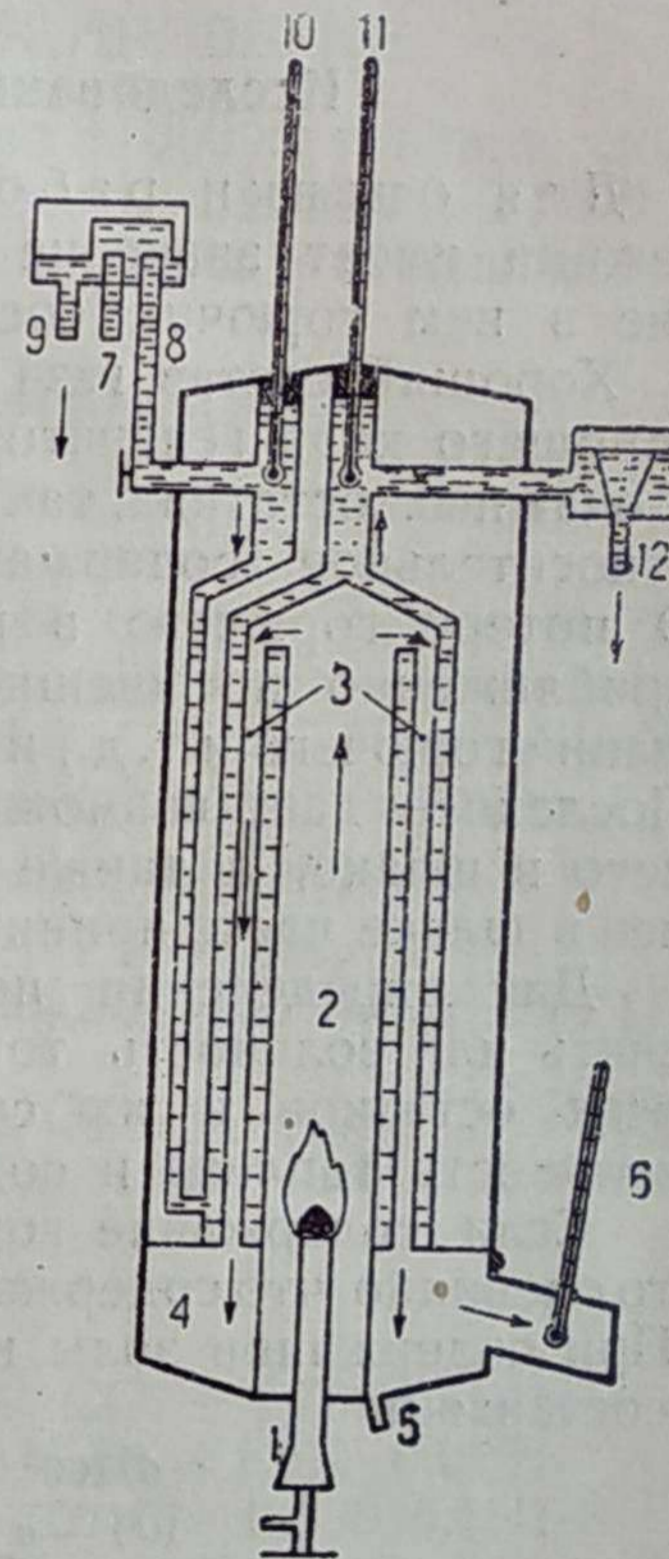
На фиг. 73 замеренный объем газа подается в горелку 1 и сгорает в полости калориметра 2.

Продукты сгорания опускаются по трубкам 3 вниз, в камеру 4, по пути охлаждаясь водой, омывающей трубки 3. Температура уходящих газов, охлаждаемых до очень низкой температуры, измеряется термометром 6. Вода подается в аппарат трубкой 7. Частично она сливается через трубку 9, поддерживающую уровень, а следовательно и давление воды постоянным, а частично трубкой 8 подается в калориметр. Температура входящей воды измеряется термометром 10 и выходящей — термометром 11. Нагретая вода отводится трубкой 12, и количество ее измеряется. Выделившаяся из продуктов сгорания газа влага вытекает из трубки 5.

Показания прибора могут регистрироваться.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Теплотворная способность сухого газа 1514 кал/м³. Вла-



Фиг. 73. Газовый калориметр Юнкера: 1—газовая горелка; 2—камера сгорания; 3—трубки для прохода продуктов сгорания; 4—сборная камера для охлажденных продуктов сгорания; 5—трубка для отвода конденсата; 6—термометр для отходящих газов; 7—трубка, подающая воду в уравнительный сосуд; 8—трубка, подающая воду в калориметр; 9—трубка, отводящая излишнюю воду; 10—термометр для входящей воды; 11—термометр для отходящей воды; 12—трубка, отводящая воду из аппарата.

жность газа—110 г на 1 м³ сухого газа. Чему равна теплотворная способность влажного газа?

2. Дает ли калориметр Юнкера высшую или низшую теплотворную способность газа?

Исследование очажных остатков

Для оценки работы генератора и показателей режима имеет значение характер выгреба—содержание в нем горючих составных частей и внешний вид его.

Хороший состав газа может быть результатом не только хорошего хода генератора, но и большой потери горючего в очажных остатках, так как при этом в газе увеличивается относительное содержание продуктов сухой перегонки. О потере горючего в шлаке и степени шлакования судят приближенно по внешнему виду (крупный, мелкий, содержание горючего и т. д.) и по лабораторному исследованию его. Последнее дает возможность установить количество горючего в шлаке, а также температуру его плавления. Горючее в шлаке часто принимают состоящим из одного углерода.

Для определения потери горючего в остатках нужно знать или зольность топлива и вес всех остатков, или вес всех остатков и их состав, или, что чаще всего бывает, зольность топлива и содержание горючего в остатках.

Если содержание горючего в остатках составляет— v ‰, то очевидно, что содержание золы в остатках равно $(100 - v)$ ‰. При содержании золы в топливе в b ‰ количество остатков составляет

$$\frac{b \cdot 100}{100 - v} \text{ ‰ от веса топлива.} \quad (11)$$

По приведенному выражению может быть определено количество остатков, если известно содержание в остатках горючего и зольность топлива.

Потеря горючего в провале составляет:

$$\frac{v}{100} \cdot \frac{b \cdot 100}{100 - v} = \frac{v \cdot b}{100 - v} \text{ ‰ от веса топлива.} \quad (12)$$

Если вес топлива d кг, то эта потеря равна:

$$\frac{d}{100} \cdot \frac{v \cdot b}{100 - v} \text{ кг.} \quad (13)$$

Пример. Содержание золы в топливе—14 ‰, содержание горючего в провале—20 ‰. В сутки израсходовано топлива 25 000 кг. Определить потерю горючего,

Она составляет:

$$\frac{d}{100} \cdot \frac{v \cdot b}{100 - v} = \frac{25\,000 \cdot 20 \cdot 14}{100 \cdot (100 - 20)} = 875 \text{ кг.}$$

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В сутки прогазофицировано 50 000 кг топлива. Зольность топлива 20 ‰. Остатков всего оказалось 14 000 кг. Чему равно было содержание горючего в остатках?

Определение плотности газа

Вес 1 м³ газа в кг называют его плотностью. Данные о весах 1 м³ различных газов приведены в табл. 1.

Плотность смеси газов определяется как сумма частичных весов отдельных составляющих смесь газов. Если в 1 м³ газа содержится CO₂², O₂², CO², H₂², CH₄², C₂H₄², H₂S², N₂², H₂O² м³ различных газов, то вес смеси газов составит:

$$\begin{aligned} \gamma_2 = & 1,977 \text{ CO}_2^2 + 1,429 \text{ O}_2^2 + 1,250 \text{ CO}^2 + \\ & + 0,0899 \text{ H}_2^2 + 0,717 \text{ CH}_4^2 + 1,260 \text{ C}_2\text{H}_4^2 + \\ & + 1,539 \text{ H}_2\text{S}^2 + 1,251 \text{ N}_2^2 + 0,804 \text{ H}_2\text{O}^2 \text{ кг/м}^3 \end{aligned} \quad (14)$$

Пример. Состав газа: CO₂—5,0 ‰; O₂—0,5 ‰; CO—25,0 ‰; CH₄—1,0 ‰; H₂—15,0 ‰; N₂—50,5 ‰; H₂O—3,0 ‰. Определить вес 1 м³ газа.

Имеем:

$$\begin{aligned} \gamma_2 = & 1,977 \text{ CO}_2^2 + 1,429 \text{ O}_2^2 + 1,250 \cdot \text{CO}^2 + 0,707 \text{ CH}_4^2 + \\ & + 0,0899 \text{ H}_2^2 + 1,251 \text{ N}_2^2 + 0,804 \cdot \text{H}_2\text{O}^2 = 1,977 \cdot 0,050 + \\ & + 1,429 \cdot 0,005 + 1,250 \cdot 0,250 + 0,717 \cdot 0,010 + 0,899 \cdot 0,150 + \\ & + 1,251 \cdot 0,505 + 0,804 \cdot 0,030 = 1,09 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

Определение теплоемкости газа

Удельной теплоемкостью вещества называют то количество тепла в калориях (кг·кал), которое требуется для нагрева единицы веса или объема данного вещества на 1° Ц. При расчете на весовые количества берут удельную теплоемкость на 1 кг вещества и при расчете на объемные количества берут удельную теплоемкость на 1 м³ вещества.

¹ Процент есть сотая часть величины и, следовательно, если в газе углекислоты—CO₂⁰ ‰, то в 1 м³ газа углекислоты—CO₂² = $\frac{\text{CO}_2^0}{100}$ м³.

Величина удельной теплоемкости¹ зависит от температуры вещества—она растет с температурой.

В табл. 10 приведены значения средних удельных теплоемкостей различных газов для промежутка температур от 0° до температуры газа. Эти средние удельные теплоемкости не равны так называемым истинным удельным теплоемкостям, соответствующим не интервалу между двумя температурами, а определенной температуре.

Таблица 10

Средняя удельная теплоемкость различных газов при постоянном давлении в кг-кал на м³ (0°, 760 мм)

Температура °Ц	CO ₂ , SO ₂	H ₂ O (пары)	O ₂ N ₂ , CO, H ₂ , воздух	CH ₄	C ₂ H ₄
0	0,397	0,372	0,317	0,343	0,420
100	0,410	0,373	0,314	0,379	0,469
200	0,426	0,375	0,316	0,414	0,518
300	0,442	0,376	0,318	0,450	0,567
400	0,456	0,378	0,320	0,486	0,616
500	0,467	0,380	0,322	0,522	0,666
600	0,477	0,383	0,324	0,557	0,715
700	0,487	0,385	0,326	0,593	0,764
800	0,497	0,389	0,328	0,629	0,813
900	0,505	0,394	0,330	0,664	0,862
1000	0,511	0,398	0,332	0,700	0,911
1100	0,517	0,402	0,334	0,736	0,960
1200	0,521	0,407	0,336	0,774	1,009
1300	0,526	0,413	0,338	0,807	1,058
1400	0,530	0,418	0,340	0,843	1,107
1500	0,536	0,424	0,342	0,879	1,157

Удельные теплоемкости в табл. 10 даны для 1 м³ газа. Для получения удельной теплоемкости 1 кг газа следует указанную в таблице теплоемкость разделить на вес 1 м³ газа (табл. 1).

¹ Удельная теплоемкость газообразных тел зависит также от способа нагревания: она растет при этом постоянным объемом газа или же давлением газа. Поэтому различают теплоемкость при постоянном давлении и при постоянном объеме. В условиях работы газогенераторов газы находятся при малоизменяющемся давлении, близком к атмосферному, и поэтому берутся теплоемкости при постоянном давлении.

Удельная теплоемкость смеси газов определяется в зависимости от теплоемкостей отдельных составных частей газа. Если в 1 м³ газа содержится CO₂², O₂², CO², CH₄², H₂², C₂H₄², H₂S², N₂², H₂O², H₂S² м³ различных газов с удельными теплоемкостями C_{CO₂}, C_{O₂}, C_{CO}, C_{CH₄}, C_{H₂}, C_{C₂H₄}, C_{H₂S}, C_{N₂}, C_{H₂O}, C_{H₂S}, то удельная теплоемкость 1 м³ смеси газов составит:

$$C_2 = CO_2^2 \cdot C_{CO_2} + O_2^2 \cdot C_{O_2} + CO^2 \cdot C_{CO} + CH_4^2 \cdot C_{CH_4} + H_2^2 \cdot C_{H_2} + C_2H_4^2 \cdot C_{C_2H_4} + N_2^2 \cdot C_{N_2} + H_2O^2 \cdot C_{H_2O} + H_2S^2 \cdot C_{H_2S} \quad (15)$$

Пример. Состав газа: CO₂ — 5,0%; O₂ — 0,5%; CO — 25,0%; CH₄ — 1,0%; H₂ — 15,0%; N₂ — 50,5%; H₂O — 3,0%.

Определить среднюю удельную теплоемкость газа в интервале 0—360°.

Имеем по формуле (15) и согласно табл. 10:

$$C_2 = CO_2^2 \cdot C_{CO_2} + O_2^2 \cdot C_{O_2} + CO^2 \cdot C_{CO} + CH_4^2 \cdot C_{CH_4} + H_2^2 \cdot C_{H_2} + N_2 \cdot C_{N_2} + H_2O^2 \cdot C_{H_2O} = 0,050 \cdot 0,450 + 0,005 \cdot 0,319 + 0,250 \cdot 0,319 + 0,010 \cdot 0,472 + 0,150 \cdot 0,319 + 0,505 \cdot 0,319 + 0,030 \cdot 0,377 = 0,328.$$

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Чему равна теплоемкость 1 кг водяного пара при 480°?
2. Чему равна теплоемкость 1 кг газа указанного в примере состава?

Исследование топлива

Для суждения о составе топлива отбирается и исследуется средняя проба данного топлива. Составление пробы сводится к отбору ряда местных отдельных проб с возможно тщательным учетом разнородности топлива и составлению из них одной пробы. Отобранная проба исследуется в отношении состава горючей массы, зольности, влажности, теплотворной способности, выхода и состава летучих и свойств кокса.

Влажность топлива устанавливается путем высушивания небольшого количества топлива при 100° и определения потери в весе при высушивании.

Зольность топлива определяют путем прокаливании некоторого количества топлива в открытом тигле. Остаток от топлива после прокаливании характеризует его зольность.

Содержание летучих веществ в топливе опре-

деляют путем прокаливания топлива в закрытом тигле без доступа воздуха.

Для оценки топлива имеет также большое значение характеристика размера кусков топлива и при кусковом зернистом топливе устанавливается количество топлива с различным размером кусков, например больше 60 мм, 25—60 мм, 12—25 мм, 5—12 мм, меньше 5 мм. Это исследование производится при помощи сит над специально отобранными пробами.

Различают элементарный и технический анализ топлива. При элементарном анализе определяют содержание в топливе отдельных элементов. Этот вид анализа требует сложного оборудования и квалифицированного персонала и поэтому производится в специальных лабораториях. В заводских лабораториях производят обычно технический анализ топлива, заключающийся в определении влажности, зольности и выхода летучих и кокса.

Зная элементарный состав горючей массы топлива и определив в лаборатории зольность и влажность данной пробы, можно определить расчетом элементарный состав пробы топлива.

В зависимости от того, какой дается состав — горючей массы, или сухой массы, или рабочего топлива — применяют различные обозначения, а именно: ¹ знаком *g* обозначают горючую массу, знаком *c* — сухую массу, знаком *p* — рабочее топливо.

Часто состав топлива дается не в том виде, в каком требуется. Для производства необходимых пересчетов могут служить определенные формулы.

1. При заданном составе горючей массы топлива и влажности и влажности рабочего топлива состав рабочего топлива определяется из выражения: ²

$$C^p \text{ (то же } H^p, O^p, N^p, S^p) = \frac{C^c (100 - W^p - A^p)}{100} \dots (16)$$

(соотв. вместо $C^c - H^c, O^c, N^c, S^c$).

2. При заданном составе сухой массы топлива и влажности (W^p) рабочего топлива состав рабочего топлива определяется из выражения:

$$C^p \text{ (то же } H^p, O^p, N^p, S^p, A^p) = \frac{C^c (100 - W^p)}{100} \dots (17)$$

(соотв. вместо $C^c - H^c, O^c, N^c, S^c, A^c$).

3. При заданной влажности топлива (W^p) и наличии состава рабочего топлива, отнесенного к другой влажности (W^a) топлива, состава рабочего топлива, отнесенный к данной влажности, определится из выражения:

$$C^p \text{ (то же } H^p, O^p, N^p, S^p, A^p) = \frac{C^a \cdot (100 - W^p)}{100 - W^a} \dots (18)$$

(соотв. вместо C^a, H^a, N^a, S^a, A^a).

Пример 1. Зольность топлива — березовых дров (A^p) определена равной 0,4%; влажность — (W^p) — 22,9%. Состав горючей массы известен следующий: $C^c - 49,4\%$; $H^c - 6,3\%$; $O^c - 43,3\%$; $N^c - 1,0\%$. Определить состав рабочего топлива.

Имеем:

$$C^p = \frac{C^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{49,4 (100 - 22,2 - 0,4)}{100} = 38,2\%;$$

$$H^p = \frac{H^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{6,3 (100 - 22,2 - 0,4)}{100} = 4,9\%;$$

$$O^p = \frac{O^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{43,3 (100 - 22,2 - 0,4)}{100} = 33,5\%;$$

$$S^p = \frac{N^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{1,0 (100 - 22,2 - 0,4)}{100} = 0,8\%;$$

$$W^p = \dots \dots \dots 22,2\%;$$

$$A^p = \dots \dots \dots 0,4\%;$$

100%.

Пример 2. Зольность сухого топлива — лисичанского угля — (A^c) — 20,9%; влажность рабочего топлива — (W^p) — 6,3%. Состав горючей массы задан следующий: $C^c - 75,2\%$; $H^c - 5,2\%$; $O^c - 13,9\%$; $N^c - 1,3\%$; $S^c - 4,2\%$. Определить состав рабочего топлива.

Имеем:

$$A^p = \frac{A^c (100 - W^p)}{100} = \frac{20,9 (100 - 6,3)}{100} = 19,6\%;$$

$$C^p = \frac{C^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{75,2 (100 - 6,3 - 19,6)}{100} = 55,7\%;$$

$$H^p = \frac{H^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{5,4 (100 - 6,3 - 19,6)}{100} = 4,0\%;$$

$$O^p = \frac{O^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{13,9 (100 - 6,3 - 19,6)}{100} = 10,3\%;$$

$$N^p = \frac{N^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{1,3 (100 - 6,3 - 19,6)}{100} = 1,0\%;$$

$$S^p = \frac{S^c (100 - W^p - A^p)}{100} = \frac{4,2 (100 - 6,3 - 19,6)}{100} = 3,1\%;$$

$$W^p = \dots \dots \dots 6,3\%;$$

100%.

¹ Иногда знаком „o“ обозначают органическую массу.
² W — влажность в процентах, A — зольность в процентах.

Характеристика некоторых топлив СССР

Род топлива	Марка	Горючая					масса		Характеристика кокса	Рабочее топливо	
		C ^r	H ^r	S ^r	N ^r	O ^r	Теп. отв. способн. калорим.	Выход летуч.		Влаж-ность	Золь-ность
		В процентах					Кал.	%		в процентах	
Дрова	—	51,0	6,1	—	0,6	42,3	4850	85	Слипшийся, рыхлый	30	0,7
Торф	—	58,3	5,8	0,3	2,6	33,0	5630	70	Порошкообразный или слабо спекшийся	40	5
Подмосковный уголь	—	69,7	4,9	5,1	1,4	18,9	6630	45,0	Порошкообразный	32,0	18,2
Донецкий, длиннопламенный уголь	Д	77,3	5,4	3,8	1,6	11,9	7700	44,0	Порошкообразный или слипшийся	13,0	9,7
Донецкий газовый уголь	Г	81,0	5,4	3,2	1,6	8,3	8020	39,0	Спекшийся сплавленный иногда вспученный	5,9	10,4
Донецкий паровичный жирный уголь	П. Ж.	84,6	5,2	2,6	1,6	6,0	8390	30,5	Спекшийся сплавленный плотный или умеренно плотный	3,2	11,0
Закавказский тквибульский уголь	—	78,5	5,7	1,5	1,5	12,8	7730	41,0	Слабоспекшийся или спекшийся плотный	11,0	16,5
Уральский кизеловский уголь	—	80,3	5,6	7,9	1,3	4,9	8780	41,0	Спекшийся плотный иногда сплавленный	5,5	21,5
Уральский Челябинский уголь	—	73,6	5,2	1,5	1,8	17,9	7100	41,0	Порошкообразный	19,0	15,6
Уральский богословский уголь	—	69,5	4,4	0,5	1,5	24,1	6230	43,0	То же	30,0	12,3
Уральский егоршинский антрацит	—	91,3	3,5	0,5	0,6	4,1	8180	8,0	То же	5,9	17,9
Донецкий антрацит	АП, АК, АМ, АС.	93,8	1,95	2,0	1,2	1,05	8140	3,5	То же	5,5	9,2
Кузнецкий уголь Анжерских копей	—	91,2	4,3	0,5	1,8	2,2	8580	15,5	От слабоспекшегося до спекшегося плотного	4,0	8,6
Кузнецкий уголь Прокопьевских копей	—	89,1	4,5	0,5	2,1	3,8	8380	18,0	То же	6,0	6,6
Кузнецкий уголь Ленинских копей	—	79,1	5,6	0,3	2,1	12,9	7630	43,0	От слипшегося до спекшегося плотного	9,0	8,2
Кузнецкий уголь Аралычевских копей	—	88,1	4,0	0,9	1,7	5,3	8260	12,0	Порошкообразный	9,0	14,6
Западно-сибирский, Хакасский уголь (Черногорские копи)	—	78,9	5,5	1,0	2,3	12,3	7760	43,0	От слабослипшегося до спекшегося	11,0	12,5
Восточно-Сибирский Черемховский уголь	—	77,9	5,8	1,4	1,6	13,3	7700	45,0	От слипшегося до спекшегося плотного	10,0	14,4
Шунгит	—	89,5	1,1	5,0	1,4	3,0	7480	5,0	Порошкообразный	6,5	37,4
Сланцы Веймарские	—	75,2	9,1	1,9	0,3	13,5	8040	83,0	То же	15,0	49,8
Сланцы Кашмирские	—	71,1	8,5	14,0	1,6	4,8	7620	79,0	То же	13,0	57,9
Сланцы Ундорско-Захарьевские	—	68,2	8,7	10,5	1,5	11,1	7000	—	То же	13,0	61,4

Пример 3. Дан состав подмосковного угля: $C^a - 34,8\%$; $H^a - 2,5\%$; $S^a - 2,5\%$; $O^a - 9,5\%$; $N^a - 0,7\%$; $W^a - 32,2\%$; $A^a - 18,0\%$.

Каков будет состав угля, если он высох до влажности в 25% .

Имеем:

$$C^p = \frac{C^a (100 - W^p)}{100 - W^a} = \frac{34,8 (100 - 25)}{100 - 32} = 38,3\%;$$

$$H^p = \frac{H^a (100 - W^p)}{100 - W^a} = \frac{2,5 (100 - 25)}{100 - 32} = 2,8\%;$$

$$S^p = \frac{S^a (100 - W^p)}{100 - W^a} = \frac{2,5 (100 - 25)}{100 - 32} = 2,8\%;$$

$$O^p = \frac{O^a (100 - W^p)}{100 - W^a} = \frac{9,5 (100 - 25)}{100 - 32} = 10,5\%;$$

$$N^p = \frac{N^a (100 - W^p)}{100 - W^a} = \frac{0,7 (100 - 25)}{100 - 32} = 0,8\%;$$

$$A^p = \frac{A^a (100 - W^p)}{100 - W^a} = \frac{18,0 (100 - 25)}{100 - 32} = 19,8\%;$$

$$W^p = \dots \dots \dots 25,00\%;$$

100%.

В табл. 11 приведены характеристики некоторых топлив СССР, большинство из которых применяется для газификации.

Теплотворная способность твердого и жидкого топлива, т. е. количество тепла, выделяемое при полном сгорании 1 кг топлива, определяется путем сжигания некоторого количества топлива в стальной наполненной кислородом бомбе. Тепло, выделяемое топливом при его сжигании в бомбе, нагревает воду сосуда (калориметра), в котором помещается бомба. По повышению температуры воды судят о количестве выделившегося тепла. Так как продукты горения в калориметре охлаждаются до низкой температуры, близкой к температуре окружающего воздуха, то влага из топлива и влага, получившаяся в результате горения водорода топлива, конденсируется. При этом выделяется тепло, которое было затрачено на превращение воды в пар. Таким образом калориметром определяют высшую теплотворную способность топлива.

Низшую теплотворную способность (Q_n) можно получить из высшей (Q_b), вычтя из последней величину

$$600 (W_m + 9H_m),$$

где W_m — содержание влаги в 1 кг топлива в килограммах, H_m — содержание водорода в 1 кг топлива в килограммах; $9 \cdot H_m$ — количество влаги, получившейся в результате горения водорода топлива ($W_m + 9H_m$) — вес влаги в продуктах сгорания, а 600 — количество калорий (приблизенно), выделяющееся при конденсации 1 кг влаги. Таким образом:

$$Q_n = Q_b - 600 (W_m + 9H_m). \quad (19)$$

Для определения низшей теплотворной способности, имея высшую, следует знать влажность топлива и содержание в нем водорода.

Если опытным путем (калориметром) теплотворная способность топлива не установлена, но имеется анализ топлива, то теплотворная способность с известным приближением может быть определена по химическому составу топлива расчетным путем с помощью некоторых формул.

Наиболее часто в СССР пользуются формулой Д. И. Менделеева, имеющей следующий вид:

$$Q_b = 81 C + 300 H - 26 (O - S), \quad (20)$$

где — Q_b — высшая теплотворная способность, а C, H, O и S — процентные содержания соответствующих элементов в топливе.

Для получения низшей теплотворной способности нужно вычесть из высшей величину $\frac{600}{100} (W + 9H)$, в которой введен знаменатель 100 ввиду того, что W (влажность топлива) и H (водород топлива) выражены не в килограммах, а в процентах. Имеем:

$$Q_n = Q_b - 6 (W + 9H) = 81 C + 300 H - 26 (O - S) - 6W - 54H = 81 C + 246 H - 26 (O - S) - 6W \quad (21).$$

Пример. Состав топлива: C — $83,5\%$; H — $1,6\%$; O — $1,2\%$; S — $1,4\%$; влага — $6,0\%$; зола — $5,7\%$.

Определить высшую и низшую теплотворную способность.

Имеем:

$$Q_b = 81C + 300 \cdot H - 26(O - S) = 81 \cdot 83,5 + 300 \cdot 1,6 - 26(1,2 - 1,4) = 7245 \text{ кал/кг}$$

$$Q_n = Q_b - 600 (W_m + 9 \cdot H_m) = 7245 - 600 (0,060 + 9 \cdot 0,0016) = 7123 \text{ кал/кг};$$

Q_n — можно получить и по формуле (21), а именно:

$$Q_n = 81 \cdot C + 246 \cdot H - 26 (O - S) - 6 \cdot W = 81 \cdot 83,5 + 246 \cdot 1,6 - 26 (1,2 - 1,4) - 6 \cdot 6 = 7123 \text{ кал/кг}.$$

Определение содержания в газе отдельных элементов

Для определения выхода газа и составления материальных балансов необходимо знать содержание отдельных элементов в газе по весу. Если мы припомним, что 1 килограмм-молекула любого газа занимает объем в $22,4 \text{ м}^3$, то содержание отдельных элементов в 1 м^3 газа может быть определено сравнительно просто, например:

1 килограмм-молекула CO_2 весит 44 кг и содержит 12 кг С и 32 кг O_2 .

В $1 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$ следовательно содержится

$$\frac{12}{22,4} = 0,536 \text{ кг С и } \frac{32}{22,4} = 1,429 \text{ кг O}_2,$$

1 килограмм-молекула CO весит 28 кг , содержит 12 кг С и 16 кг O_2 и в $1 \text{ м}^3 \text{ CO}$ содержится

$$\frac{12}{22,4} = 0,536 \text{ кг С и } \frac{16}{22,4} = \frac{1,429}{2} \text{ кг O}_2.$$

Если уточнить значения молекулярных весов, а также учесть опытные данные, то получим следующие весовые содержания отдельных элементов в 1 м^3 разных газов:

Углерода (С)	содержится в $1 \text{ м}^3 \text{ CO}_2, \text{ CO}, \text{ CH}_4$	$0,536 \text{ кг}$
"	" " " C_2H_4	$2 \cdot 0,536 \text{ "}$
Кислорода (O_2)	" " " $\text{O}_2, \text{ CO}_2, \text{ SO}_2$	$1,429 \text{ "}$
"	" " " $\text{CO}, \text{ H}_2\text{O}$	$0,5 \cdot 1,429 \text{ "}$
Водорода (H_2)	" " " $\text{H}_2, \text{ H}_2\text{O}, \text{ H}_2\text{S}$	$0,0899 \text{ "}$
"	" " " $\text{CH}_4, \text{ C}_2\text{H}_4$	$2 \cdot 0,0899 \text{ "}$
Серы (S)	" " " $\text{H}_2\text{S}, \text{ SO}_2$	$1,429 \text{ "}$
Азота (N_2)	" " " N_2	$1,251 \text{ "}$

Определение выхода газа, расхода воздуха и пара и влажности газа расчетным путем

Не всегда возможно определить непосредственно аппаратом количество протекающего газа. Этому могут например препятствовать: загрязненность газа, вызывающая засорение приборов и их разъедание; малая скорость движения газа, неточно измеряемая трубкой Пито; малое располагаемое статическое давление газа, препятствующее сужению газопровода и потере давления, связанных с установкой шайб и сопел и т. д.

Вместе с тем количество получаемого газа является одним из наиболее важных показателей работы станции, и

оэтому определение его в случае отсутствия непосредственного замера производится расчетным путем. Выход газа выражается обычно в м^3 на 1 кг топлива.

Определение выхода сухого газа производится на основании вычисления количества углерода топлива, перешедшего из топлива в газ, и определения состава газа (с помощью анализа).

Вводим следующие обозначения:

- C_m — содержание углерода в 1 кг топлива кг.
- $C_{ш}$ — потеря углерода в шлаке на 1 кг кг.
- C_n — содержание углерода в смоле, пыли и других жидких и парообразных продуктах на 1 кг топлива . кг.
- C_2 — содержание углерода в газе на 1 кг топлива кг.
- $\text{CO}_2^2; \text{CO}^2; \text{CH}_4^2; \text{C}_2 \text{H}_4^2$ — содержание в 1 м^3 газа соответственных составных частей м^3 .
- V_{c2} — выход сухого газа на 1 кг топлива м^3 .

Из $C_m \text{ кг}$ углерода, содержащихся в 1 кг топлива, $C_{ш} \text{ кг}$ переходит в шлак и $C_n \text{ кг}$ в смолу и пыль, а следовательно переходит в газ

$$C_2 = C_m - (C_{ш} + C_n) \text{ кг.}$$

Известно, что: в $1 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$ или CO или CH_4 содержится $0,536 \text{ кг С}$, в $1 \text{ м}^3 \text{ C}_2\text{H}_4$ — $2 \cdot 0,536 \text{ кг С}$;

следовательно в 1 м^3 генераторного газа содержится

$$0,536 (\text{CO}_2^2 + \text{CO}^2 + \text{CH}_4^2 + 2\text{C}_2\text{H}_4^2) \text{ кг С, а в } V_{c2} \text{ м}^3$$

$$C_2 = 0,536 V_{c2} (\text{CO}_2^2 + \text{CO}^2 + \text{CH}_4^2 + 2\text{C}_2\text{H}_4^2) = C_m - (C_{ш} + C_n) \text{ кг}$$

Отсюда имеем:

$$V_{c2} = \frac{C_m - (C_{ш} + C_n)}{0,536 (\text{CO}_2^2 + \text{CO}^2 + \text{CH}_4^2 + 2\text{C}_2\text{H}_4^2)} \text{ м}^3 \quad (22)$$

т. е. выход сухого газа равен частному от деления количества углерода, перешедшего на 1 кг топлива в газ, на содержание углерода в 1 м^3 газа.

Пример. Состав топлива: С — $36,8\%$; Н — $4,4\%$; О — $29,3\%$; N — $1,0\%$, влаги — $25,0\%$; золы — $3,5\%$.

Состав сухого газа: CO_2 — $7,5\%$; CO — $27,5\%$; CH_4 — $2,5\%$; C_2H_4 — $0,5\%$; H_2 — $14,5\%$; N_2 — $47,5\%$.

Содержание углерода, считая на 1 кг топлива, составляет: в шлаке — $0,01 \text{ кг}$; в смоле и пыли — $0,035 \text{ кг}$. Определить выход сухого газа.

Выход сухого газа:

$$V_{c.2} = \frac{C_m - (C_{ш} + C_n)}{0,536 (CO_2^2 + CO^2 + C_4^2 + 2C_2H_4^2)} =$$

$$= \frac{0,368 - (0,010 + 0,035)}{0,536 (0,075 + 0,275 + 0,025 + 2 \cdot 0,005)} = 1,56 \text{ м}^3/\text{кг} (0^\circ, 760 \text{ м.м}).$$

Выход влажного газа ($V_{в.2}$) складывается из объема сухого газа ($V_{c.2}$) и объема влаги (W_g) в газе, приходящейся на 1 кг топлива, т. е. на $V_{c.2}$ м³ сухого газа. Он составляет:

$$V_{в.2} = (V_{c.2} + W_g).$$

Определение выхода влажного газа является простым в случае, если влажность газа известна. Если она составляет a кг на 1 м³ сухого газа, то выход влажного газа равен;

$$V_{в.2} = (V_{c.2} + \frac{a V_{c.2}}{0,804}) \text{ м}^3, \quad (23)$$

где 0,804 кг есть вес 1 м³ водяного пара.

Если влажность газа не была замерена непосредственно и неизвестна, то содержание ее может быть определено по балансу водорода.

Для вывода соответствующей формулы вводим следующие обозначения:

- H_m — содержание водорода в 1 кг топлива кг
 - W_m — " " влаги в 1 " " кг
 - W_n — количество водяного пара, вводимого в генератор на 1 кг топлива кг
 - $H_2^2, CH_4^2, C_2H_4^2, H_2S^2$ — содержание соответственных газов в 1 м³ генераторного газа м³
 - $V_{c.2}$ — выход сухих газов на 1 кг топлива "
 - a — содержание влаги в газе на 1 м³ сухого газа кг
 - $H_{см}$ — содержание водорода в смоле и остатках на 1 кг топлива "
- Известно, что: в 1 м³ H₂ и H₂S содержится 0,0899 кг H₂
- в 1 м³ CH₄ и C₂H₄ " 2 · 0,0899 " "
- в 1 кг влаги " 1/9 кг "

На основании вышеуказанных данных можем составить баланс водорода.

Баланс водорода на 1 кг топлива

Приход	Расход
Из сухого топлива $\frac{H_m}{W_m}$	В сухом газе: $0,0899 (H_2^2 + H_2S^2 + 2CH_4^2 + 2C_2H_4^2) V_{c.2}$
Из влаги топлива $\frac{W_m}{9}$	В смоле и остатках $\frac{H_{см}}{1/9 a V_{c.2}}$
Из водяного пара дутья $\frac{W_n}{9}$	Во влаге газа $\frac{1}{9} a V_{c.2}$
Всего $H_m + \frac{1}{9} (W_m + W_n)$	Всего $0,0899 (H_2^2 + H_2S^2 + 2CH_4^2 + 2C_2H_4^2) V_{c.2} + H_{см} + \frac{1}{9} a V_{c.2}$

Приравнявая приход расходу, имеем:

$$H_m + \frac{1}{9} (W_m + W_n) = 0,0899 (H_2^2 + H_2S^2 + 2CH_4^2 + 2C_2H_4^2) V_{c.2} + H_{см} + \frac{1}{9} a V_{c.2},$$

откуда влажность газа равна:

$$a = \frac{9 [H_m + \frac{1}{9} (W_m + W_n) - 0,0899 (H_2^2 + H_2S^2 + 2CH_4^2 + 2C_2H_4^2) V_{c.2} - H_{см}]}{V_{c.2}} \text{ кг/м}^3, \quad (24)$$

а выход влажного газа составляет

$$V_{в.2} = V_{c.2} + \frac{a V_{c.2}}{0,804} = V_{c.2} + \frac{9 H_m + \frac{1}{9} (W_m + W_n) - 0,0899 (H_2^2 + H_2S^2 + 2 CH_4^2 + 2 C_2H_4^2) V_{c.2} - H_{см}}{0,804} \text{ м}^3/\text{кг} \quad (25)$$

Если известна влажность газа a и неизвестно количество вводимого в генератор пара — W_n — то из выражения (25) такое может быть определено.

Пример. Состав топлива и газа такие же, как и в предыдущем примере. Содержание водорода ($H_{см}$) в смоле и остатках — 0,005 кг на 1 кг топлива. Вводится пара (W_n) на 1 кг топлива — 0,1 кг. Определить выход влажного газа и влажность газа:

Имеем: $a =$

$$= \frac{9 [H_m + \frac{1}{9} (W_m + W_n) - 0,0899 (H_2^2 + 2 CH_4^2 + 2 C_2H_4^2) V_{c.2} - H_{c.m.}]}{V_{c.2}} =$$

$$= \frac{9 [0,044 + \frac{1}{9} (0,25 + 0,1) - V_{c.2} 0,0899 (0,145 + 0,050 + 0,010) 1,56 - 0,005]}{1,56} =$$

$$= 0,284 \text{ кг/кг.}$$

$$V_{в.2} = V_{c.2} + \frac{a V_{c.2}}{0,804} = 1,56 + \frac{0,284 \cdot 1,56}{0,804} = 2,11 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Расход воздуха на процесс газификации может быть определен по балансу азота.

Введем следующие обозначения:

- N_m — содержание азота в 1 кг топлива кг
- $V_в$ — количество воздуха, идущее на газификацию 1 кг топлива м³
- N_2^2 — содержание азота в 1 м газа "
- $V_{c.2}$ — выход сухих газов на 1 кг топлива "

Вес 1 м³ азота, как известно, составляет 1,251 кг.

В газе, получаемом из 1 кг топлива, содержится азота — $N_2^2 \cdot V_{c.2} \text{ м}^3$.

Вводится 1 м³/кг топлива азота — $\frac{N_m}{1,251} \text{ м}^3$.

Так как азот вводится только топливом и воздухом, то следовательно вводится в данном случае азота воздухом —

$$\left(N_2^2 \cdot V_{c.2} - \frac{N_m}{1,251} \right) \text{ м}^3$$

В воздухе содержится 79% азота и 21% кислорода, следовательно количество введенного воздуха составляет:

$$V_в = \frac{N_2^2 \cdot V_{c.2} - \frac{N_m}{1,251}}{0,79} \text{ м}^3/\text{кг.} \quad (26)$$

Обыкновенно содержание азота в топливе очень незначительно по сравнению с количеством его, поступающим из воздуха. Если пренебречь азотом топлива, то формула (26) примет следующий вид:

$$V_в = \frac{N_2^2 \cdot V_{c.2}}{0,79} \text{ м}^3/\text{кг} \quad (27)$$

Из выражений (26) или (27) по данному расходу воздуха (если оно замерено) и известному содержанию азота

в газе можно определить выход сухого газа. Он равен:

$$V_{c.2} = \frac{0,79 V_в + \frac{N_m}{1,251} \text{ м}^3/\text{кг}}{N_2^2} \quad (28) \text{ или } V_{c.2} = \frac{0,79 V_в}{N_2^2} \text{ м}^3/\text{кг} \quad (29).$$

Пример.

Состав топлива и газа взяты по предыдущему примеру. Определить расход воздуха.

$$V_в = \frac{N_2^2 V_{c.2} - \frac{N_m}{1,251}}{0,79} = \frac{0,475 \cdot 1,56 - \frac{0,01}{1,251}}{0,79} = 0,930 \text{ м}^3/\text{кг}$$

или:

$$V_в = \frac{N_2^2 V_{c.2}}{0,79} = \frac{0,475 \cdot 1,56}{0,79} = 0,936 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

16. СОСТАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОГО И ТЕПЛОВОГО БАЛАНСОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ К. П. Д. ГЕНЕРАТОРА

Под материальным балансом понимают учет (сопоставление) весовых количеств веществ, вводимых в генератор и отводимых из него.

Под тепловым балансом понимают учет введенного в генератор тепла и распределения этого тепла по отдельным статьям.

Вследствие затруднительности точного экспериментального учета отдельных статей теплового баланса в последнем имеют место довольно большие неточности.

Коэффициентом полезного действия генератора называется отношение полезно затраченного тепла к израсходованному. В литературе имеются разнообразные определения этого понятия. Это вызывается главным образом тем, что полезными возможно себе представить различные статьи расхода тепла. Так например, при очистке и охлаждении газа полезным для потребителя газа явится только теплотворная способность газа; если газ используется неочищенный, то полезным явится также тепло нагрева газа и теплотворная способность смолы; тепло нагрева газа может быть иногда полезно использовано даже в случае очистки газа, например путем получения пара в котлах-утилизаторах; возможно учитывать, как полезное, тепло, затраченное на получение пара в кожухах генераторов.

Существует различие и в принимаемом за 100% количестве вводимого тепла. Таковым можно считать тепло, вносимое только топливом, в виде его теплотворной способности, а возможно в эти 100% включить и тепло пара и воздуха. Наиболее часто встречаются следующие определения:

Химический к. п. д. — отношение теплотворной способности всего полученного из 1 кг топлива газа к теплотворной способности 1 кг топлива, и термический к. п. д. — отношение всего полученного на 1 кг топлива тепла в виде теплотворной способности и теплосодержания газа и смол и тепла, затраченного на получение в кожухе пара ко всему введенному на 1 кг топлива теплу в виде теплотворной способности топлива и теплосодержания пара и воздуха.

Химический к. п. д. характеризует переход тепла топлива в газ, а термический — использование всего введенного тепла, во всех могущих быть полезными статьях.

Приходными статьями в материальном балансе являются — топливо, пар и воздух, а расходными — газ, смола, пыль и остатки от газофикации. Расчет баланса можно относить к единице топлива, к единице времени и т. д. Чаще всего его относят к одному или 100 кг топлива.

Ниже приведен пример составления материального баланса генератора на основании данных испытания.

Пример. Топливо — донецкий длиннопламенный уголь. Суточный расход его — 55000 кг. Данные заводской лаборатории были следующие: зольность средней пробы топлива — 14,0%; влажность — 10%; содержание горючего в провале — 20%; выход смолы — 6% от веса топлива и пыли — 2% от веса топлива; состав смолы: С — 90% и Н — 10%; состав пыли: С — 80% и золы 20%. Температура паровоздушной смеси составляла в среднем 58%. Анализ газа показал следующие результаты:

CO_2 — 7,2%; CO — 23,3%; H_2 — 15,1%; CH_4 — 3,0%;
 C_2H_4 — 0,4%; H_2S — 0,7%; N_2 — 50,3%.

Составить материальный баланс по элементам.

Составляем баланс на 100 кг топлива.

Приходные статьи.

1. Топливо. Лабораторией дано содержание в топливе только золы и влаги. Для определения всего состава топ-

лива воспользуемся составом горючей массы длиннопламенного угля, из таблицы 10.

Состав горючей массы:

С	—	77,3%
Н	—	5,4%
S	—	3,8%
N	—	1,6%
O	—	11,9%
		100%

Так как на 100 ч. топлива мы имеем $14 + 10 = 24$ ч. балласта, то горючей массы будет в топливе $100 - 24 = 76$ ч.; содержание отдельных элементов в рабочем топливе составит $\frac{76}{100}$ от приведенного выше $\left(\frac{100 - W^p - A^p}{100}\right)$ и состав рабочего топлива будет следующий (формула 16)

С	—	$77,3 \cdot 0,76 = 58,7\%$
Н	—	$5,4 \cdot 0,76 = 4,1\%$
S	—	$3,7 \cdot 0,76 = 2,9\%$
N	—	$1,6 \cdot 0,76 = 1,2\%$
O	—	$11,9 \cdot 0,76 = 9,1\%$
		76%
Золы	14,0%
Влаги	10,0%
		100%

Таким образом 100 кг топлива вносят: 58,7 кг С; 4,1 кг Н; 2,9 кг S; 1,2 кг N; 9,1 кг O; 14,0 кг золы и 10,0 кг влаги (или $\frac{10}{9} = 1,1$ кг Н и $10 - 1,1 = 8,9$ кг O).

Так как количество получаемого газа непосредственным замерам не подвергалось, а эта величина необходима для ряда подсчетов, прежде чем продолжить далее составление баланса, определим выход сухого газа на 1 кг топлива по формуле (22).

Имеем: а) C_m — углерод, содержащийся в 1 кг топлива — 0,587 кг.

б) Если принять, что горючее в провале состоит из углерода и пренебречь уносом золы с пылью, то потеря углерода в провале при зольности топлива в 14% и содержания горючего в провале в 20% составит согласно формуле (12):

$$C_m = v \frac{b}{100 - v} = 20 \frac{14}{100 - 20} = 3,5\% \text{ или } 0,035 \text{ кг.}$$

в) Потеря углерода в смоле и пыли составит при выходе смолы в 6% и содержании в ней углерода в 90% и при выходе пыли 2% и содержании в ней углерода в 80%:

$$C_n = 0,06 \cdot 0,9 + 0,02 \cdot 0,8 = 0,070 \text{ кг.}$$

$$\text{г) } CO_2 = 0,072 \text{ м}^3; CO = 0,233 \text{ м}^3; H_2 = 0,151 \text{ м}^3; CH_4 = 0,03 \text{ м}^3; C_2H_4 = 0,004 \text{ м}^3; H_2S = 0,007 \text{ м}^3; N_2 = 0,503 \text{ м}^3.$$

Отсюда по формуле (22):

$$V_{c.г.} = \frac{C_m - (C_{ш} + C_n)}{0,536 (CO_2 + CO + CH_4 + 2C_2H_4)} = \frac{0,587 - (0,035 + 0,070)}{0,536 (0,072 + 0,233 + 0,020 + 2 \cdot 0,004)} = 2,63 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

2. Воздух. Так как расход воздуха непосредственным замером не определялся, рассчитаем его по составу газа. Согласно формуле (26) имеем:

$$V_a = \frac{N_2 \cdot V_{c.г.} \sim \frac{N_m}{1,251}}{0,79} = \frac{0,503 \cdot 2,63 \sim \frac{0,012}{1,251}}{0,79} = 1,66 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Или в весовых единицах, учитывая, что удельный вес воздуха составляет 1,293 кг/м³, имеем:

$$1,66 \times 1,293 = 2,15 \text{ кг/кг.}$$

Так как в воздухе содержится по весу азота 76,8% и кислорода 23,2% получаем, что воздух вносит на 100 кг топлива:

$$2,15 \times 0,768 \times 100 = 165,0 \text{ кг N и}$$

$$2,15 \times 0,232 \times 100 = 49,9 \text{ кг O.}$$

3. Водяной пар. Средняя температура паровоздушной смеси составляла 58°. Согласно табл. 7 для насыщения 1 м³ сухого воздуха (0,760 мм) при 58° требуется 0,75 кг водяного пара.

Следовательно на 100 кг топлива введено водяного пара:

$$1,66 \times 100 \times 0,175 = 29 \text{ кг,}$$

которые вносят

$$29 \cdot \frac{1}{9} = 3,2 \text{ кг H и}$$

$$29 - 3,2 = 25,8 \text{ кг O.}$$

Расходные статьи.

1. Газ. Выше было подсчитано, что выход сухого газа составил 2,63 м³/кг. Определяем весовое количество элементов, содержащееся в сухом газе на 100 кг топлива, т. е. в 263 м³ газа, пользуясь для этого указанными на стр. 160 содержаниями отдельных элементов в различных газах:

Имеем:

$$\begin{aligned} C &- 263 \cdot 0,536 (CO_2 + CO + CH_4 + 2C_2H_4) = 48,2 \text{ кг;} \\ H &- 263 \cdot 0,0899 (H_2 + 2CH_4 + 2C_2H_4 + H_2S) = 5,3 \text{ " } \\ O &- 263 \cdot 1,429 (CO_2 + 0,5 CO) = 70,7 \text{ " } \\ N &- 263 \cdot 1,251 N_2 = 165,0 \text{ " } \\ S &- 263 \cdot 1,429 H_2S = 2,6 \text{ " } \end{aligned}$$

Количество водорода, перешедшего во влагу газа, найдем по балансу водорода, а именно:

Внесено топливом	— 4,1	+ 1,1	= 5,2 кг H
Водяным паром		+ 3,2	" H
Всего в приходе			8,4 кг H.
Ушло в сухой газ		+ 5,3	кг H —
Ушло в смолу	6 × 0,1	+ 0,6	" H 5,9 кг H
Ушло во влагу газа			+ 2,5 кг H
Водород связывает в воду	2,5 × 8		20,0 кг O
Получается влаги			22,5 кг

2. Смола. Выход смолы составил 6 кг. Состав смолы: 90% C и 10% H.

Пошло на образование смолы:

$$C - 0,9 \cdot 6 = 5,4 \text{ кг и H} - 0,1 \cdot 6 = 0,6 \text{ кг.}$$

3. Пыль. Выход пыли составил 2 кг. Состав пыли 80% C и 20% золы.

Пошло в пыль:

$$C - 0,8 \cdot 2 = 1,6 \text{ кг и золы} - 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ кг.}$$

4. Остатки (провал). В топливе имелось золы — 14 кг. Унесено с пылью 2 · 0,2 = 0,4 кг.

Перешло в провал 14 — 0,4 = 13,6 кг золы. Количество углерода в провале, как уже было подсчитано, составляет 3,5 кг. Ниже в табл. 12 дана сводка материального баланса.

Тепловые балансы составляются как по верхнему, так и по нижнему пределу теплотворной способности. Уже указывалось, что в случае расчетов по верхнему пределу учитывается тепло, выделяющееся при переходе влаги из паро-

Сводка материального ба

№ по п.	Наименование статей	С	Н	О	Н	S	Зола	Всего
1	Сухое топливо . . .	58,7	4,1	9,1	1,2	2,9	14,0	90,0
2	Влага топлива . . .	—	1,1	8,9	—	—	—	10,0
3	Воздух	—	—	49,9	165,0	—	—	214,9
4	Водяной пар	—	3,2	25,8	—	—	—	29,0
		58,7	8,4	93,7	166,2	2,9	14,0	343,9

Примечание. Невязка в азоте объясняется неточностью в вычислениях при испытании.

образного состояния в жидкое, а при расчете по низшему пределу, оно не учитывается.

При составлении тепловых расчетов приходится встречаться с понятием „теплосодержание“, или „физическое тепло“, или „тепло нагрева“, под которым следует понимать тепло, содержащееся в веществе, благодаря его нагреву от 0° до температуры вещества.

Теплосодержание Q определяется из выражения:

$$Q = BCt(30), \text{ где}$$

t — температура вещества
 B — количество
 C — удельная теплоемкость вещества.

Приходными статьями теплового баланса являются: тепло горения топлива (теплотворная способность) и теплосодержание (тепло нагрева) топлива, влаги и водяного пара.

Теплосодержанием топлива за малостью этой величины часто пренебрегают.

Расходными статьями теплового баланса являются: тепло горения (теплотворная способность) и теплосодержание газа, смолы, пыли и остатков, затрата тепла на получение пара в кожухе и потеря в окружающую среду.

баланса на 100 кг топлива

№ по п.	Наименование статей	С	Н	О	Н	S	Зола	Всего
1	Сухой газ	48,2	5,3	70,7	165,6	2,6	—	292,4
2	Влага газа	—	2,5	20,0	—	—	—	22,5
3	Смола	5,4	0,6	—	—	—	—	6,0
4	Пыль	1,6	—	—	—	—	0,4	2,0
5	Остатки	3,5	—	—	—	—	13,6	17,1
		58,7	8,4	90,7	165,6	2,6	14,0	340,0
	Невязка	—	—	3,0	0,6	0,1	—	—

слениях; невязки в кислороде и сере объясняются неточностями измере-

Теплотворная способность топлива может быть определена или калориметром, или расчетом (по составу), как указано в соответствующем разделе. Теплосодержание топлива Q_m определяется по формуле

$$Q_m = G_m \cdot C_m \cdot t_m \text{ кал,}$$

где

C_m — удельная теплоемкость топлива,
 t_m — температура топлива,
 G_m — количество израсходованного топлива в килограммах.

Удельная теплоемкость топлива (C_m) составляет приближенно: для дерева — 0,6, для торфа — 0,3, для угля — 0,3, для кокса — 0,2 кал/кг °Ц.

Пример. В период испытания было загружено в генератор — 15 000 кг кокса при температуре в 25°. Определить количество тепла, внесенного в генератор благодаря нагреву кокса.

Имеем:

$$Q_m = G_m \cdot C_m \cdot t_m = 15\,000 \cdot 0,2 \cdot 25 = 75\,000 \text{ кал.}$$

Как уже было указано, этой статьей часто пренебрегают.

Теплосодержание воздуха Q_v определяется по формуле:

$$Q_v = V_v \cdot C_v \cdot t_v \text{ кал,}$$

где

C_v — удельная теплоемкость воздуха,
 t_v — температура воздуха,
 V_v — объем воздуха в m^3 .

Данные об удельной теплоемкости воздуха приведены в табл. 10.

Теплосодержание водяного пара. Он определяется различной величиной в зависимости от того, составляется ли баланс по высшему или по низшему пределу. Если баланс составляется по низшему пределу, то теплосодержание пара Q_n определяется обычной формулой:

$$Q_n = G_n \cdot C_n \cdot t_n \text{ кал,}$$

где

C_n — удельная теплоемкость пара,
 t_n — температура пара,
 G_n — вес пара в килограммах.

В случае составления баланса по высшему пределу следует учесть помимо тепла нагрева водяного пара также и тепло, выделяющееся при его конденсации.

Полное теплосодержание пара приближенно может быть определено по формуле:¹

$$Q_n^{1'} = 594,7 + 0,477 t_n \cdot G_n \quad (31)$$

где

t_n — температура пара,
 G_n — количество пара в килограммах.

Пример. В течение суток в генератор подана смесь из $40\,000 m^3$ воздуха (0° , $760 mm$) и $12\,000 kg$ водяного пара в состоянии насыщения. Определить количество введенного паровоздушной смеси тепла: а) с учетом тепла конденсации водяного пара (в случае баланса по высшему пределу теплотворной способности) и б) без учета тепла конденсации водяного пара (в случае баланса по низшему пределу).

Так как температура паровоздушной смеси не задана, определим ее косвенным путем.

¹ Пригодна лишь для низких давлений,

Количество водяного пара на $1 m^3$ воздуха составляет $12\,000 : 40\,000 = 0,3 kg$.

Согласно табл. 7, имеем, что влагосодержанию воздуха в $0,3 kg/m^3$ соответствует температура насыщения в 67° .

Имеем:

а) Теплосодержание водяного пара:

$$Q_n' = (594,7 + 0,477 t_n) \cdot G_n = (594,7 + 0,477 \cdot 67) 12\,000 = 7\,530\,000 \text{ кал.}$$

Теплосодержание воздуха:

$$Q_v = V_v \cdot c_v \cdot t_v = 40\,000 \cdot 0,312 \cdot 67 = 840\,000 \text{ кал}$$

Всего	8 370 000 кал.
-----------------	----------------

(c_v взято по табл. 10)

б) Теплосодержание водяного пара:

$$Q_n = G_n \cdot c_n \cdot t_n = 12\,000 \cdot 0,463 \cdot 67 = 370\,000 \text{ кал}$$

Теплосодержание воздуха: Q_v	840 000 кал
Всего	1 210 000 кал

(Теплоемкость $1 m^3$ вод. пара согласно табл. 10 составляет $0,372$ и следовательно для $1 kg$ она равна $0,372 : 0,804 = 0,463$).

Теплотворная способность газа определяется или калориметром, или расчетом, как это указано в соответствующем разделе.

Теплотворная способность смолы, пыли и шлака определяется (как для твердого или жидкого топлива) калориметром или, если известен их состав, расчетом (по формуле Менделеева).

Горючее в пыли и шлаке часто принимают состоящим из чистого углерода, и его теплотворную способность определяют расчетом, исходя из теплотворной способности углерода в $8\,140 \text{ кал/kg}$.

Теплосодержание газа Q_2 определяют по формуле

$$Q_2 = V_2 \cdot C_2 \cdot t_2 \text{ кал, где}$$

C_2 — удельная теплоемкость смеси газов при t° ,
 t_2 — температура газа,
 V_2 — объем газа в m^3 .

Если расчет ведется без учета тепла, выделяющегося при конденсации влаги (в случае баланса по низшей теплотворной способности), то в составе газа может учитываться и влага. При учете же тепла, выделяемого при конденсации влаги (в случае баланса по высшей теплотворной способ-

ности), теплосодержание влаги газа высчитывается отдельно по приведенной уже формуле (31), а теплосодержание сухого газа отдельно.

Пример. Состав сухого газа: CO_2 — 10%; CO — 20%; H_2 — 12%; CH_4 — 2%; N_2 — 56%. Влажность газа 200 г/м³. Температура газа — 530°. Определить теплосодержание газа: а) с учетом тепла, выделяемого при конденсации влаги, и б) без такового.

а) Количество влаги в газе $g_n' = 0,2 \cdot 10\,000 = 2\,000$ кг.
Теплосодержание влаги $Q_n' = (594,7 + 0,477 \cdot t) \cdot g_n' =$
 $= (594,7 + 0,477 \cdot 530) \cdot 2\,000 = 1\,694\,000$ кал.

Удельная теплоемкость сухого газа (формула 15).

$$C_2 = \text{CO}_2^2 \cdot C_{\text{CO}_2} + \text{CO}^2 \cdot C_{\text{CO}} + \text{H}_2^2 \cdot C_{\text{H}_2} + \text{CH}_4^2 \cdot C_{\text{CH}_4} + \text{N}_2^2 \cdot C_{\text{N}_2} =$$

$$= 0,10 \cdot 0,470 + 0,20 \cdot 0,323 + 0,12 \cdot 0,323 + 0,02 \cdot 0,532 +$$

$$+ 0,56 \cdot 0,323 = 0,342.$$

$C_{\text{CO}_2}, C_{\text{CO}}, C_{\text{H}_2}, C_{\text{CH}_4}, C_{\text{N}_2}$ взяты по табл. 10.

Теплосодержание сухого газа:

$$Q_2 = V_2 \cdot C_2 \cdot t_2 = 10\,000 \cdot 0,342 \cdot 530 = 1\,810\,000 \text{ кал.}$$

Теплосодержание влажного газа.

$$1\,694\,000 + 1\,810\,000 = 3\,504\,000 \text{ кал.}$$

б) Определяем состав влажного газа.

На 100 м³ сухого газа приходится паров воды (формула 7):

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{D}{0,804} \cdot 100 = \frac{0,2}{0,804} \cdot 100 = 24,9 \text{ м}^3.$$

Состав влажного газа:

CO_2 — 10%	Умножая все величины на $\frac{100}{100 + \text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{1,249}$	CO_2 — 8,0%
CO — 20%		CO — 16,0%
H_2 — 12%		H_2 — 9,6%
CH_4 — 2%		CH_4 — 1,6%
N_2 — 56%		N_2 — 44,8%
H_2O — 24,9%		H_2O — 20,0%
124,9%	получим состав газа в %:	100,0%

Теплоемкость влажного газа:

$$C_{\text{в}_2} = \text{CO}_2^2 \cdot C_{\text{CO}_2} + \text{CO}^2 \cdot C_{\text{CO}} + \text{H}_2^2 \cdot C_{\text{H}_2} + \text{CH}_4^2 \cdot C_{\text{CH}_4} +$$

$$+ \text{N}_2^2 \cdot C_{\text{N}_2} + \text{H}_2\text{O}^2 \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} = 0,080 \cdot 0,470 + 0,160 \cdot 0,323 +$$

$$+ 0,096 \cdot 0,323 + 0,016 \cdot 0,532 + 0,448 \cdot 0,323 +$$

$$+ 0,200 \cdot 0,381 = 0,350$$

$$\text{Объем влажного газа} = 10\,000 + \frac{2\,000}{0,804} = 12\,500 \text{ м}^3,$$

Теплосодержание влажного газа:

$$Q_2 = V_2 \cdot c_2 \cdot t_2 = 12\,500 \cdot 0,350 \cdot 530 = 2\,315\,000 \text{ кал.}$$

Теплосодержание влажного газа можно было определить и иначе, а именно:

Теплосодержание сухого газа (из варианта а) 1 810 000 кал

Теплосодержание влаги без учета тепла, выделяемого при конденсации влаги $Q_n = 2\,000 \cdot 0,475 \cdot 530$. . . 505 000 кал

Всего . 2 315 000 кал

$$(0,475 = \frac{C_{\text{H}_2\text{O}}}{0,804} = \frac{0,381}{0,804})$$

Теплосодержание смолы¹ (или пыли или шлака)

определяется по формуле $Q_{\text{см}} = G_{\text{см}} \cdot C_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}}$ кал, где

$C_{\text{см}}$ — удельная теплоемкость смолы (или пыли, или шлака),

$t_{\text{см}}$ — температура смолы (или пыли, или шлака).

$G_{\text{см}}$ — вес смолы (или пыли, или шлака).

Температурой смолы и пыли принимается температура газа. Температура золы и шлака, удаляемых из генератора, в случае сухого золоудаления может быть измерена; в случае же мокрого золоудаления она измерена быть не может; принимаемая часто в качестве таковой температура воды в затворе дает преуменьшенную величину, так как зола и шлак, попадая в воду, охлаждаются. Ориентировочно температура смолы и шлака может быть принята равной 300—400°.

Удельная теплоемкость смолы примерно равна	0,5
" " " " " " " " " "	0,3
" " " " " " " " " "	0,2

За малостью этой статьей часто пренебрегают. Затрата тепла на получение пара в кожухе Q_D может быть подсчитана по теплосодержанию полученного пара за вычетом теплосодержания питательной воды. Если пара получено D_n кг и температура его t_D , а темпе-

¹ Пренебрегаем скрытой теплотой испарения смолы.

ратура питательной воды t° и удельная теплоемкость ее c° , то получим:

$$Q_D = (594,7 + 0,477 t_D) D_n - D_n \cdot t^{\circ} \cdot c^{\circ}$$

а так как теплоемкость воды $c^{\circ} = 1$, то получим

$$Q_D = (594,7 + 0,477 t_D) \cdot D_n - D_n \cdot t^{\circ} \quad (32)$$

Теплом питательной воды часто можно пренебречь. В этом случае получаем: $Q_D = (594,7 + 0,477 t_D) D_n$.

Потеря тепла в окружающую среду обычно определяется по разности между приходной и расходной частями теплового баланса, и она следовательно суммируется в этом случае с невязкой в балансе, имеющей место в результате неточностей и ошибок измерений и подсчетов.

Примерное распределение балансовых статей в разных генераторах при разных топливах видно из табл. 14. Ниже приводим пример составления теплового баланса, рассчитанного по высшей теплотворной способности и определению к. п. д. для условий, заданных выше (в примере составления материального баланса) и с учетом того, что 70% пара, подаваемого в генератор, идет из кожуха с температурой 110° , что кожух питается водой с температурой в 40° , что остальные 30% пара подаются со стороны и что температура в помещении генераторов составляет 20° , и температура газа 500° .

Приходные статьи баланса.

1. Теплотворная способность топлива. Теплотворную способность топлива определяем расчетом по составу, пользуясь формулой Менделеева. Теплотворная способность составляет: $81C + 300H - 26(O - S) = 81 \cdot 58,7 + 300 \cdot 4,1 - 26(9,1 - 2,9) = 5819 \text{ кал/кг}$.

100 кг топлива вносят $5819 \times 100 = 581900 \text{ кал}$.

2. Теплосодержание топлива. При теплоемкости $0,3$ и температуре 20° теплосодержание топлива составляет: $g_m \cdot c_m \cdot t_m = 100 \cdot 0,3 \cdot 20 = 600 \text{ кал}$.

3. Теплосодержание пара. Количество пара — 29 кг . Температура его 58° . Тепло, внесенное паром, составляет:

$$(594,7 + 0,477 t) g_n = (594,7 + 0,477 \cdot 58) \cdot 29 = 18000 \text{ кал}$$

4. Теплосодержание воздуха. Количество воздуха — 166 м^3 . При температуре 58° и теплоемкости $0,313$, теплосодержание его равно:

$$V_a \cdot t_a \cdot c_a = 166 \cdot 0,313 \cdot 58 = 3000 \text{ кал}$$

Расходные статьи баланса.

1. Теплотворная способность газа. Теплотворная способность газа составляет:

$$3035 \cdot CO^2 + 3050 \cdot H_2^2 + 9565 \cdot CH_4^2 + 15520 \cdot C_2H_4^2 + 6075 \cdot H_2S^2 = 3035 \cdot 0,233 + 3050 \cdot 0,151 + 9565 \cdot 0,030 + 15520 \cdot 0,004 + 6075 \cdot 0,007 = 1558 \text{ кал/м}^3$$

Получающиеся на 100 кг топлива — 263 м^3 газа уносят

$$1558 \cdot 263 = 410000 \text{ кал}$$

2. Теплосодержание газа. При температуре газа в 500° имеем теплоемкость сухого газа

$$C^2 = CO_2^2 \cdot C_{CO_2} + CO^2 \cdot C_{CO} + H_2^2 \cdot C_{H_2} + CH_4^2 \cdot C_{CH_4} + C_2H_4^2 \cdot C_{C_2H_4} + H_2S^2 \cdot C_{H_2S} + N_2 \cdot C^2 = 0,072 \cdot 0,467 + 0,233 \cdot 0,322 + 0,151 \cdot 0,322 + 0,030 \cdot 0,522 + 0,004 \cdot 0,666 + 0,007 \cdot 0,467 + 0,503 \cdot 0,322 = 0,341$$

Теплосодержание сухого газа:

$$c_2 \cdot t_2 \cdot V_2 = 0,344 \cdot 500 \cdot 263 = 44800 \text{ кал}$$

Теплосодержание влаги газа

$$\dots (594,7 + 0,477 \cdot t_2 \cdot g_n' = (594,7 + 0,477 \cdot 500) \cdot 22,5 = 18700 \text{ кал}$$

3. Теплотворная способность смолы. Теплотворная способность смолы по формуле Менделеева:

$$81 \cdot C + 300H = 81 \cdot 90 + 300 \cdot 10 = 10290 \text{ кал/г}$$

6 кг смолы уносят:

$$10290 \cdot 6 = 61700 \text{ кал}$$

4. Теплосодержание смолы. 6 кг смолы при температуре 500° и теплоемкости $0,5$ уносят:

$$g_{см} \cdot t_m \cdot c_{см} = 6 \cdot 500 \cdot 0,5 = 1500 \text{ кал}$$

5. Теплотворная способность пыли. Углерода в пыли $1,6 \text{ кг}$. Потеря с углеродом пыли при его теплотворной способности в 8140 кал/кг составляет:

$$8140 \cdot 1,6 = 13000 \text{ кал}$$

6. Теплосодержание пыли. При температуре в 500° и теплоемкости 0,2 теплосодержание 2 кг пыли равно:

$$g_n' \cdot c_n' \cdot t_n = 2 \cdot 0,2 \cdot 500 = 200 \text{ кал.}$$

7. Теплотворная способность шлака. 3,6 кг Углерода, уносимые шлаком, при теплотворной способности Углерода в 8140 кал/кг дают потерю в

$$8140 \cdot 3,6 = 29300 \text{ кал.}$$

8. Теплосодержание золы и шлака. Принимаем, что зола и шлак удаляются из генератора с температурой в 350°, что при их теплоемкости в 0,2 дает величину статьи, равную —

$$17,1 \cdot 0,2 \cdot 350 = 1200 \text{ кал.}$$

9. Теплообразования водяного пара в кожухе. Количество пара, получаемого в кожухе, составляет — $29 \cdot 0,7 = 20,3$ кг.

Тепло, затраченное на получение пара в кожухе, составляет при температуре пара в 110° и температуре питательной воды в 40°:

$$(594,7 + 0,477t_D) D_n - D_n \cdot t^e = (594,7 + 0,477 \cdot 110) \cdot 20,3 - 20,3 \cdot 40 = 12300 \text{ кал.}$$

10. Потеря в окружающую среду. На все предыдущие расходные статьи израсходовано 592700 кал. Всего в приходных статьях имелось 603500 кал.

По разности потеря в окружающую среду составляет:

$$603500 - 592700 = 10800 \text{ кал.}$$

Химический к. п. д. равен:

$$\frac{\text{Расходная статья 1}}{\text{Приходная статья 1}} = \frac{68,0}{96,4} = 0,714 \text{ или } 71,4\%$$

Термический к. п. д. равен:

$$\frac{\text{Теплота согласно расходным статьям: } 1 + 2 + 3 + 4 + 9}{\text{Теплота согласно приходной части баланса}} = \frac{68,0 + 10,5 + 10,2 + 2,0}{100} = 0,907 \text{ или } 90,7\%$$

Как видно из баланса, теплосодержание топлива, смолы, пыли, золы и шлака представляет собой очень малую величину, почему им часто и пренебрегают.

Таблица 13

Сводка теплового баланса на 100 кг топлива

Приход		Расход	
№ по п.	Наименование статей	Количество кал.	Количество %
1	Теплотворная способность топлива	581 900	96,4
2	Теплосодержание топлива	600	0,1
3	Теплосодержание пара	18 000	3,0
4	Теплосодержание воздуха	3 000	0,5
		603 500	100,0
	Теплотворная способность газа	410 000	68,0
	Теплосодержание:		
	сухого газа	44 800	10,5
	влаги газа	18 700	10,2
	Теплотворная способность смолы	63 500	10,5
	Теплосодержание смолы	61 700	10,2
	Теплотворная способность пыли	1 500	0,2
	Теплосодержание пыли	13 000	2,2
	Теплотворная способность шлака	200	—
	Теплосодержание золы и шлака	29 300	4,9
	Теплообразования водяного пара в кожухе	1 200	0,2
	В окружающую среду	12 300	2,0
		10 800	1,8
		603 500	100,0

Распределение статей тепла в генераторах
(Расчет по высшему пределу)

Тип генератора	Топливо			
	Род	A^p ¹	W^p ²	Q_v^p ³
		в процен.		кал
Самодувный с горизонтальной решеткой	Дрова	0,3	22	3376
С неподвижной решеткой	Торф	2,6	30	3560
С вращающейся решеткой; швельшахтой и охлаждающей рубашкой	Торф	3,46	27,10	3788
Со ступенчатой решеткой	Сырой бурый уголь	2,4	53,1	2518
Со вращающейся решеткой без швельшахты	Бурый уголь {	17,81	31,69	3419
		17,83	21,94	4232
Со вращающейся решеткой и швельшахтой	Бурый уголь	—	—	—
Со ступенчатой решеткой без дутья	Каменный уголь	—	—	—
С чепцом Моргана	Каменный уголь {	6,17	3,36	7458
		14,92	4,52	6308
Со вращающейся решеткой	Каменный уголь {	12,64	4,5	6975
		10,42	3,11	7139
Со вращающейся решеткой и механическим шуровочным приспособлением	Каменный уголь	9,8	5,0	6570
Со вращающейся решеткой	Антрацит	6,84	5,80	7092
Со вращающейся решеткой	Кокс {	14,3	14,9	5560
		14,95	10,91	5933

¹ A^p — зольность рабочего топлива

² W^p — влажность

³ Q_v^p — высшая теплотворная способность рабочего топлива

различных систем при различных топливах
(теплотворной способности)

Распределение тепла в % от всего прихода тепла						Примечание
Теплотворная способность газа	Теплосодержание		Теплотворная способность смолы	С горючим в провале и в уносе	В окруж. среде	
	сухого газа	влаги				
67,81	4,50	7,16	8,41 ¹	1,35	10,77	¹ Выход и состав смолы взяты по литературным данным
64,4	2,6	9,7	14,9 ¹	1,2	7,2	
67,17	7,37		19,55	0,21	5,70 ²	² В том числе и тепло на получение пара в рубашке
53,1	1,65	16,81	10,09	11,89	6,46	
60,42	1,55	7,40	14,01	7,18	9,44	
72,88	0,28	—	2,24	8,61	—	
65—70	—	—	7—15	—	—	
57	13	—	—	15	15	
73,18	9,94	2,54	4,48	0,94	8,92	
49,6	14,2	1,7	11,6 ¹	18,3	4,6	
65,35	9,55	4,23	8,92	1,96	9,99	
75,86	9,56	0,40	7,99	3,18	3,01	
68,2	7,7	5,2	— ³	7,1	11,8 ⁴	³ Входит частично в потерю с уносом и частично в потерю в окруж. среде
76,8	12,5	1,0	—	5,1 ⁵	4,6	⁴ Включает и потерю с охлаждающей водой
77,59	5,74	2,83	—	2,46	11,17	⁵ В том числе
84,18	8,25	3,37	—	2,11	2,09	3,2% с уносом

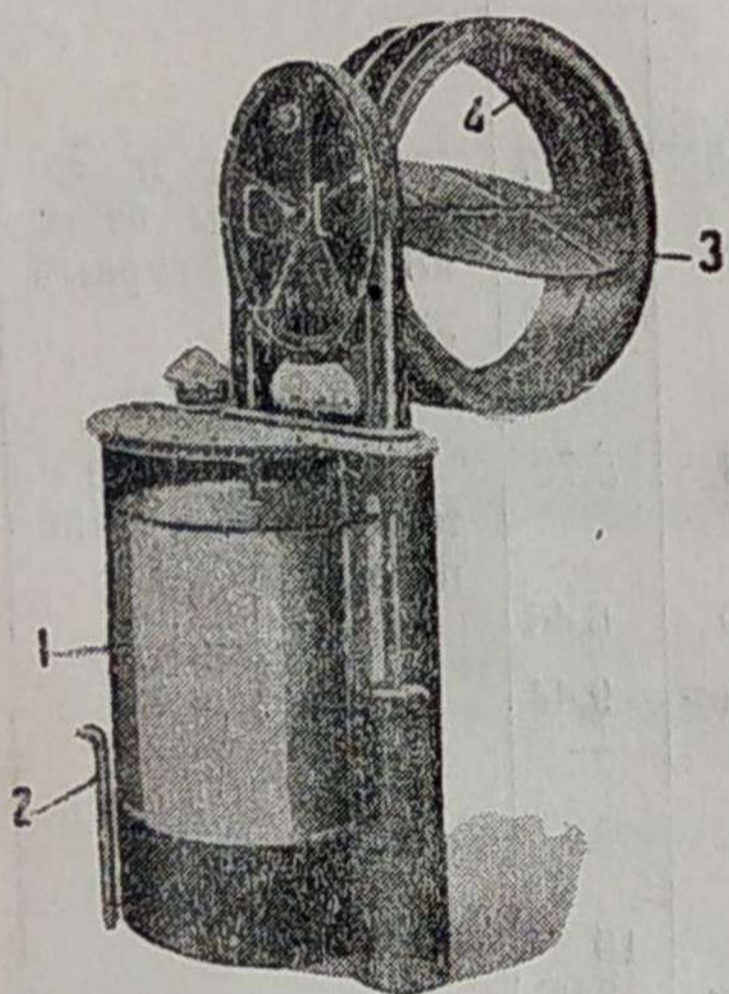
17. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРНОГО ПРОЦЕССА

В зависимости от потребления газа, размера кусков топлива, периодичности загрузки, характера обслуживания, шлакования и других причин давление газа может сильно колебаться и требуется соответствующее регулирование процесса, так как от давления газа зависит поступление его к потребителю, возможность присоса воздуха и т. д. В малых установках регулирование производится от руки, в больших — с помощью автоматических регуляторов. Точно так же может регулироваться и температура паровоздушной смеси, от которой зависит подача пара в генератор.

Различают автоматические регуляторы прямого и косвенного действия. В регуляторе прямого действия сила самого изменения состояния вызывает регулирующее действие, а в регуляторе косвенного действия изменение состояния приводит в действие вспомогательную силу, и уже эта последняя производит регулирование. Вспомогательная сила может собой представлять воздух, масло, воду, находящиеся под давлением, электрическую энергию и т. д.

Регулирование давления газа производится или путем изменения количества воздуха, подаваемого в генератор, или путем изменения отдачи газа. Изменение подачи воздуха так же, как и изменение отдачи газа, производится с помощью перестановки клапана (дросселя).

На рис. 74 представлен регулятор с колоколом. В нем пространство под колоколом 1 соединяется помощью тонкой трубки (вливающей трубки) 2 с тем местом, где давление должно поддерживаться постоянным. При изменении в этом месте колокол перемещается или вверх или вниз, благодаря чему происходит перестановка дроссельного клапана 3 в трубопроводе 4 и меняется количество протекаю-



Фиг. 74. Колокольный регулятор давления прямого действия: 1—колокол, плавающий в жидкости; 2—вливающая трубка; 3—дроссельный клапан; 4—трубопровод.

щего газа или воздуха таким образом, чтобы восстановилось требуемое давление.

Если на регулятор действует давление газа, а дроссель 3 помещен в воздухопроводе, то при падении давления газа дроссель открывает воздухопровод и увеличивает приток воздуха, а при повышении давления газа дроссель прикрывает воздухопровод и уменьшает приток воздуха.

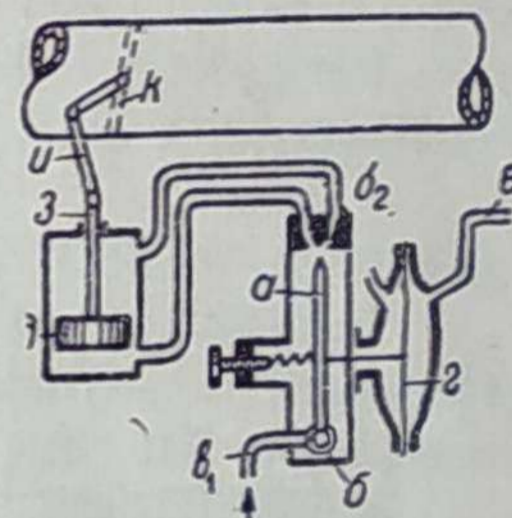
На фиг. 75 представлен мембранный регулятор косвенного действия с гидравлическим усилением. В нем усиление осуществлено с помощью струйной трубки *a*, вращающейся вокруг полой оси *б*. Через полые ось и струйную трубку подается под давлением в несколько атмосфер масло, вытекающее в два маленьких отверстия. Масло протекает по трубкам *в₁* и *в₂* к рабочему поршню *д* с обеих сторон и давит равномерно на обе его стороны. Никакого перемещения поршня при этом не происходит. Если же под влиянием изменения давления в регулируемом месте, передаваемом трубкой *е*, и перемещения мембраны *г* струйная трубка отклонится направо или налево, то к одной стороне поршня масло будет притекать под большим давлением, поршень переместится, и шток его *з* переставит с помощью рычажного приспособления и дроссельный клапан *к* в газопроводе.

Если на мембрану *г* воздействует давление газа, а дроссельный клапан стоит в воздухопроводе, то при падении давления газа дроссель открывает воздухопровод, а при повышении давления прикрывает.

В регуляторах температуры паровоздушной смеси обычно прибор, реагирующий на изменение температуры, приводит в движение рычаг, переставляющий паровой вентиль, благодаря чему поддерживается неизменная температура.

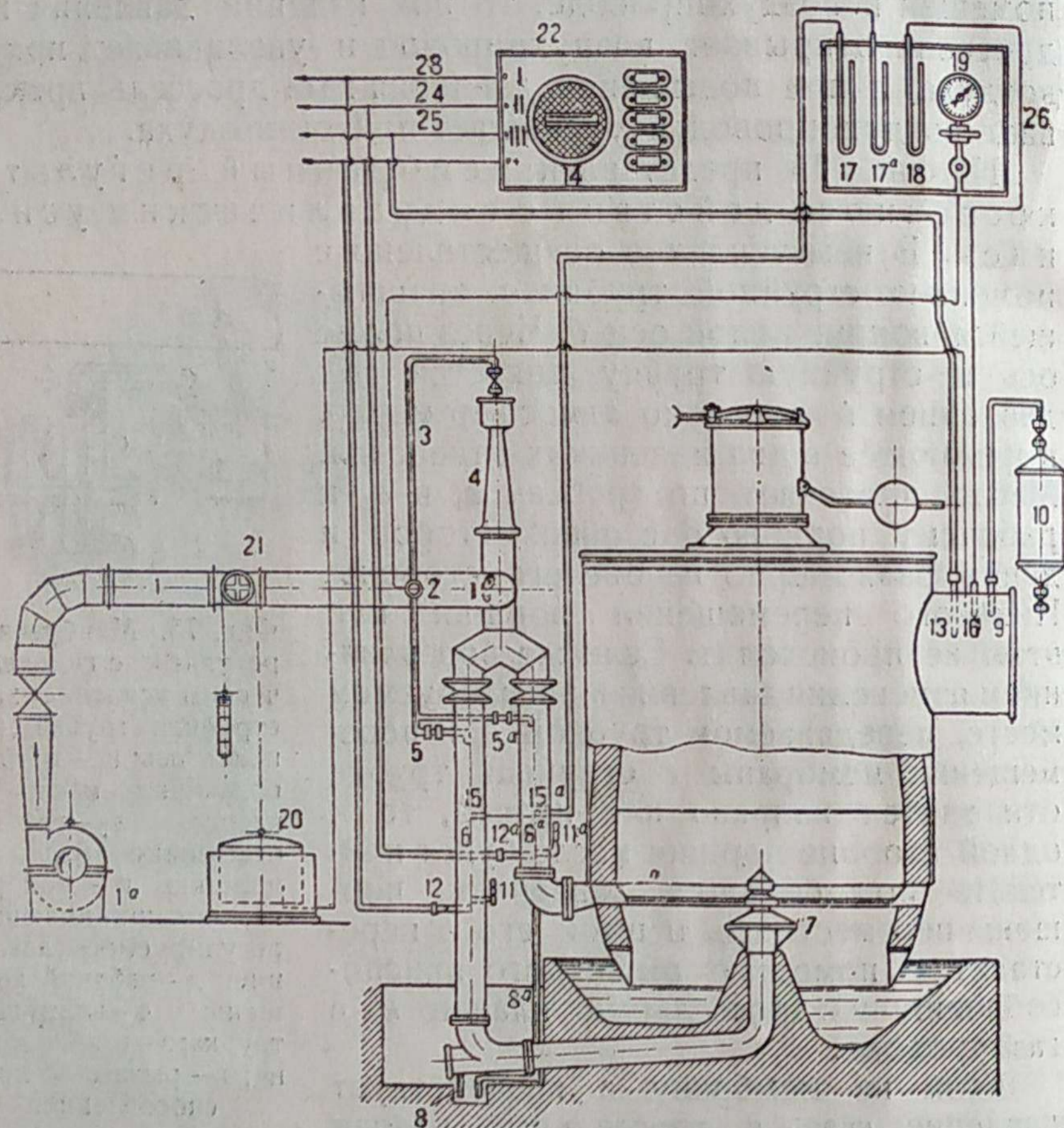
На фиг. 76 представлена схема установки измерительной аппаратуры и регулятора давления воздуха на генераторе.

Согласно рисунку воздух в генератор подается вентилятором *1а*.



Фиг. 75. Мембранный регулятор с гидравлическим усилением: *a*—струйная трубка; *б*—полая ось; *в₁*—трубка, подающая масло от насоса; *в₂*—трубки, отводящие масло к поршню; *г*—мембрана, воспринимающая регулируемое давление; *д*—рабочий поршень; *е*—вливающая трубка; *з*—шток поршня; *и*—рычажное приспособление.

Давление и количество воздуха, подаваемого в генератор, регулируется дроссельной задвижкой, управляемой колокольным автоматическим регулятором 20 помощью шки-



Фиг. 76. Схема установки измерительной аппаратуры и регулятора давления на генераторе: 1—воздухпровод; 1а—вентилятор; 2—паровая магистраль; 3—паропровод к инжектору; 4—инжектор; 5, 5а—трубки для подачи пара в генератор; 6, 6а—воздухпроводы к генератору; 7—ешетка генератора; 7а—кольцевая воздушная коробка генератора; 8, 8а—трубки для отвода конденсата из воздухопроводов; 9—трубка для забора пробы газа; 10—сосуд для забора пробы газа; 11, 11а—ртутные термометры; 12, 12а—электрические термометры; 13—термоэлектрический пирометр; 14—указатель температуры; 15, 15а—точки замера давлений паровоздушной смеси; 16—точки измерения давления газа; 17, 17а—U-образные манометры для измерения давления паровоздушной смеси; 18—U-образный манометр для измерения давления газов; 19—манометр для измерения давления пара; 20—колокольный автоматический регулятор давления газа; 21—шкив регулятора; 22—щит температур; 23, 24, 25—провода к регистрирующим приборам; 26—щит давлений.

ва 21. Регулятор 21 поддерживает постоянное давление в газопроводе из генератора: в случае падения давления в газопроводе открывает воздухопровод и в случае повышения давления — прикрывает.

Воздухпровод 1 разветвляется на две ветви: одну 6, подающую воздух к центру генератора под решетку 7, и вторую 6а, подающую воздух к кольцевой коробке 7а.

В обеих воздушных ветвях к воздуху добавляется водяной пар трубками 5 и 5а.

Эти трубки присоединены к паровой магистрали 2. Эта же магистраль питает с помощью трубки 3 резервный инжектор 4, подающий при остановке вентилятора паровоздушную смесь в обе ветви 6 и 6а.

Влага, конденсирующаяся в воздухопроводе 6 и 6а, стекает в бетонный лоток с помощью трубок 8 и 8а.

По схеме фиг. 76 проба газа для анализа отбирается у выхода его из генератора в сосуд 10 помощью трубки 9.

Температура паровоздушной смеси измеряется ртутными термометрами 11 и 11а в обеих воздушных ветвях. Эти же температуры измеряются электрическими термометрами 12 и 12а, указываются на щите генератора 22 и регистрируются в помещении дежурного инженера, в которое для этой цели ведут провода 23 и 24.

На этом же щите 22 указывается также температура газа, измеряемая пирометром 13. Эта температура также регистрируется в помещении дежурного инженера (провод 25).

Температура на щите 22 указывается помощью одного или нескольких указателей 14.

Если указатель один, то щит снабжают переключателем для включения того или иного места измерения.

На щите 26 установлены приборы для измерения давления.

Давление паровоздушной смеси, подаваемой под решетку, измеряется у точки 15 и указывается U-образным манометром 17, а паровоздушная смесь, подаваемая к периферии генератора, измеряется у точки 15а и указывается манометром 17а.

Давление газа, выходящего из генератора, измеряется в точке 16 и указывается трубкой 18.

Давление пара в паровой магистрали 2 указывается манометром 19 также на щите 26.

18. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Из всего изложенного в курсе ясно, что специфическими опасностями, угрожающими обслуживающему персоналу, являются выделение ядовитого генераторного газа, образование взрывчатой смеси и легкое воспламенение генераторного газа.

Оксид углерода, входящая в состав генераторного газа в значительном количестве, не имеет запаха, бесцветна, безвкусна и не вызывает каких-либо заметных раздражений. По этой причине ее присутствие в воздухе часто обнаруживается лишь после того как уже началось отравление. При остром отравлении окисью углерода появляется головокружение, после чего следует головная боль и тошнота. Угоревший должен быть вынесен на свежий воздух; в противном случае потерпевшему угрожает потеря сознания и смерть. В особо тяжелых случаях следует давать вдыхать кислород, подушка с которым должна иметься на станции.

Уменьшение опасности отравления генераторным газом рабочего персонала может достигаться уменьшением ручного обслуживания генераторов, что имеет место при применении автоматических загрузочных и шуровочных приспособлений.

Однако и в случае ручных засыпки топлива и шуровки возможно избежать выделения газа путем снабжения загрузочных коробок и шуровочных затворов паровыми завесами.

При нахождении генераторных устройств под положительным давлением газ может выделяться через любые неплотности, трещины и швы, а кроме того газ выносится наружу вращающимися барабанами автоматических загрузочных приспособлений. Для уменьшения или устранения этого явления конструкция дверок, затворов, коробок, автоматических питателей и других частей генераторов должна предусматривать достаточную их плотность путем хорошей обработки частей, применения уплотняющих прокладок и гидравлических затворов и т. д.

Кроме того за состоянием всего оборудования, а также за плотностью кладки следует тщательно следить.

Особенно опасными в отношении отравления являются кирпичные газопроводы, из которых легко

выделяется газ. В случае, если генераторы не снабжены пусковыми трубами, разжиг генераторов происходит путем выпуска продуктов, получающихся при разжиге, через загрузочную коробку в помещение. Так как выделяющиеся газы отравляют персонал, генераторы следует, как правило, снабжать пусковыми трубами.

Даже небольшие количества окиси углерода являются опасными и в целях предупреждения отравлений в помещениях для газогенераторов предусматривают достаточно мощную естественную или искусственную вентиляцию.

Генераторный газ легче воздуха и при выделении в большом количестве он скапливается в верхних частях генераторных зданий. Для удаления этого газа в зданиях генераторов предусматривают фонари и вытяжные трубы. Иногда, если это позволяют климатические условия, для лучшего проветривания помещения для генераторов оставляют с боков частично открытыми.

Большим источником опасности в газогенераторных установках помимо отравления является взрывчатость газа.

Взрыв может получиться в том случае, если газ окажется в смеси с воздухом в известных пределах. Так, смесь воздуха с водородом становится взрывчатой, если содержание водорода в смеси превышает 9,5%, а смесь воздуха с окисью углерода — если содержание окиси углерода в смеси превышает 16,5%. Взрывчатость возрастает при примешивании к смеси газа и воздуха пыли и влаги, что всегда имеет место в случае генераторного газа.

Особенно опасна смесь газа с воздухом в условиях работы электрофильтров, так как в последних под воздействием искр и тока высокого напряжения она взрывается независимо от соотношения в смеси газа и воздуха.

При холодном очищенном газе источником тепла, поджигающим образовавшуюся смесь газа с воздухом, является печь, в которую подают газ; в случае же горячего газа смесь может быть воспламенена также вследствие нагрева газа или попадания в него раскаленных частиц топлива или сажи из генератора.

Смесь газа и воздуха может получиться при работе какой-либо части установки на разрежении и наличии в ней неплотности. Стремятся избегать и того и другого, т. е. устанавливают положительное давление, во всех частях установки и наблюдают за их плотностью.

В этом отношении усиленного наблюдения требуют

кирпичные газопроводы и кирпичные шахты заблокированных генераторов (проникание газа из работающих шахт в неработающие).

Воздух может примешаться к газу и в случае неударительного хода генератора — сильного шлакования, прогара, понижения слоев топлива, образования каналов, т. е. в тех случаях, когда воздух может пройти вверх генератора, не успев достаточное время прореагировать с раскаленным топливом.

Взрывчатая смесь может также получиться при заполнении газопроводов газом и выключении газопроводов. Как уже указывалось, во избежание этой опасности газопроводы следует располагать определенным образом, снабжать газопроводы продувными трубами и вытеснение газа и воздуха в опасных случаях вести паром или продуктами сгорания.

Если по каким-либо причинам в газопровод или иную часть установки прососался воздух и получился взрыв, то он должен быть воспринят предохранительными клапанами, предупреждающими повреждения оборудования.

Причиной взрыва может быть также падение давления в воздухопроводе к генератору и попадание в воздухопровод газа из генератора. В избежание этого явления воздухопроводы снабжают обратными клапанами, прикрывающими воздухопроводы при падении давления.

В современных больших генераторных станциях, особенно снабженных очисткой газа, оборудование столь сложно, что ручное управление является затруднительным, так как результаты изменения каких-либо условий работы проявляются раньше чем наблюдающий успеет принять надлежащие меры к выправлению работы или даже заметить самое изменение условий. По этой причине генераторные установки снабжают автоматическими регуляторами, из которых наибольшее значение имеют регуляторы давления газа поддерживающие автоматически постоянное давление газа в надлежащих частях установок и автоматически выправляющие режим установок.

Помимо регуляторов в генераторных станциях предусматривают звуковую, световую и иную сигнализацию, долженствующую обратить внимание обслуживающего персонала на происшедшие или могущие произойти изменения состояния режима: нежелательное изменения давле-

ния или температуры, выключение тока, прекращение подачи воды, аварии, пожар, несчастный случай и т. д.

Соответствующие правила о действиях при авариях, несчастных случаях и нарушениях правильного режима должны быть хорошо усвоены персоналом и вывешены на видном месте.

Опасность для здоровья обслуживающих может представлять также воспламенение генераторного газа. Такой случай может иметь место например при чистке генераторов, когда под влиянием давления в коллекторе газа или сверху генератора, газ выделится из отверстия, служащего для очистки, наружу, воспламенится и обожжет рабочего. Это избегается отключением генератора при чистке от коллектора и включением генератора на выхлопную (пусковую) трубу.

Весьма тяжелы условия работы на генераторах с ручным золоудалением при сильной шлакуемости топлива, так как в этом случае от рабочего требуется большое физическое усилие в условиях сильного лучеиспускания раскаленного топлива и шлака. Борьба с этой вредностью осуществляется путем перехода на более совершенные типы генераторов — на генераторы со вращающимися решетками и автоматическим золоудалением.

Трудность работы, связанной с чисткой газопроводов от пыли, сажи и смолы, избегается или уменьшается путем применения надлежащих конструкций генераторов и использования при чистке сжатого пара, воздуха и воды, как это изложено в соответствующем разделе нашего курса.



ОНТИ НКТП СССР

Государственное научно-техническое издательство
строительной индустрии и судостроения
„ГОССТРОЙИЗДАТ“

Вышли из печати и поступили в продажу следующие
учебные пособия по техминимуму:

1. Миролобов В. Н.—Подготовка и формование массы огнеупорных изделий. Стр. 88. Цена 80 к. пер. 30 коп.
2. Генин М. Я.—Слесарь - отопленец. Стр. 184. Цена 1 р. 80 к., перепл. 40 коп.

ПЕЧАТАЮТСЯ:

3. Понгильский А. Ф.—Слесарь-монтажник металлических конструкций.
4. Кондратьев и Ривкин.—Камера твердения и штанц-машина шиферного завода.

Все издания Госстройиздата и все книги по технике
высылаются наложенным платежом магазинами ОНТИ:

1. ЛЕНИНГРАД, пр. Володарского, 64, магазин „Техническая книга“.
2. МОСКВА, Мясницкая, 1-й магазин ОНТИ.

Перевірено 1948 р.

Отв. ред. М. Е. Гришин

Техн. ред. Д. М. Судаков

Госстройиздат № 440.

Индекс С-12-2-2.

Тираж 5.000.

Сдано в набор 23/X—1933 г. Подп. в печ. 22/XI 1933 г. Формат бумаги 82 × 110.

Печ. лист 12.

Бум. лист. 3.

Печ. зн. в бум. л. 158.400.

Заказ № 1130.

Ленгорлит № 29437.

Выход в свет ноябрь—1933 г.

3-я тип. ОНТИ им. Бухарина. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

ОНТИ НКТП СССР

Государственное научно-техническое издательство
строительной индустрии и судостроения

„ГОССТРОЙИЗДАТ“

Печатаются следующие учебные пособия для кружков
техминимума судостроительной промышленности:

1. Бычков П. П.—Руководство для судового слесаря-монтажника.
2. Чекризов В. Ф.—Руководство для судового сборщика.
3. Славгородский В. Е. и Комаров В. Ф.—Руководство по изгибным и кузнечным работам в судостроении.

Все издания Госстройиздата и все книги по технике
высылаются наложенным платежом магазинами ОНТИ:

1. ЛЕНИНГРАД, пр. Володарского, 64, магазин „Техническая книга“.
2. МОСКВА, Мясницкая 6, 1-й магазин ОНТИ.