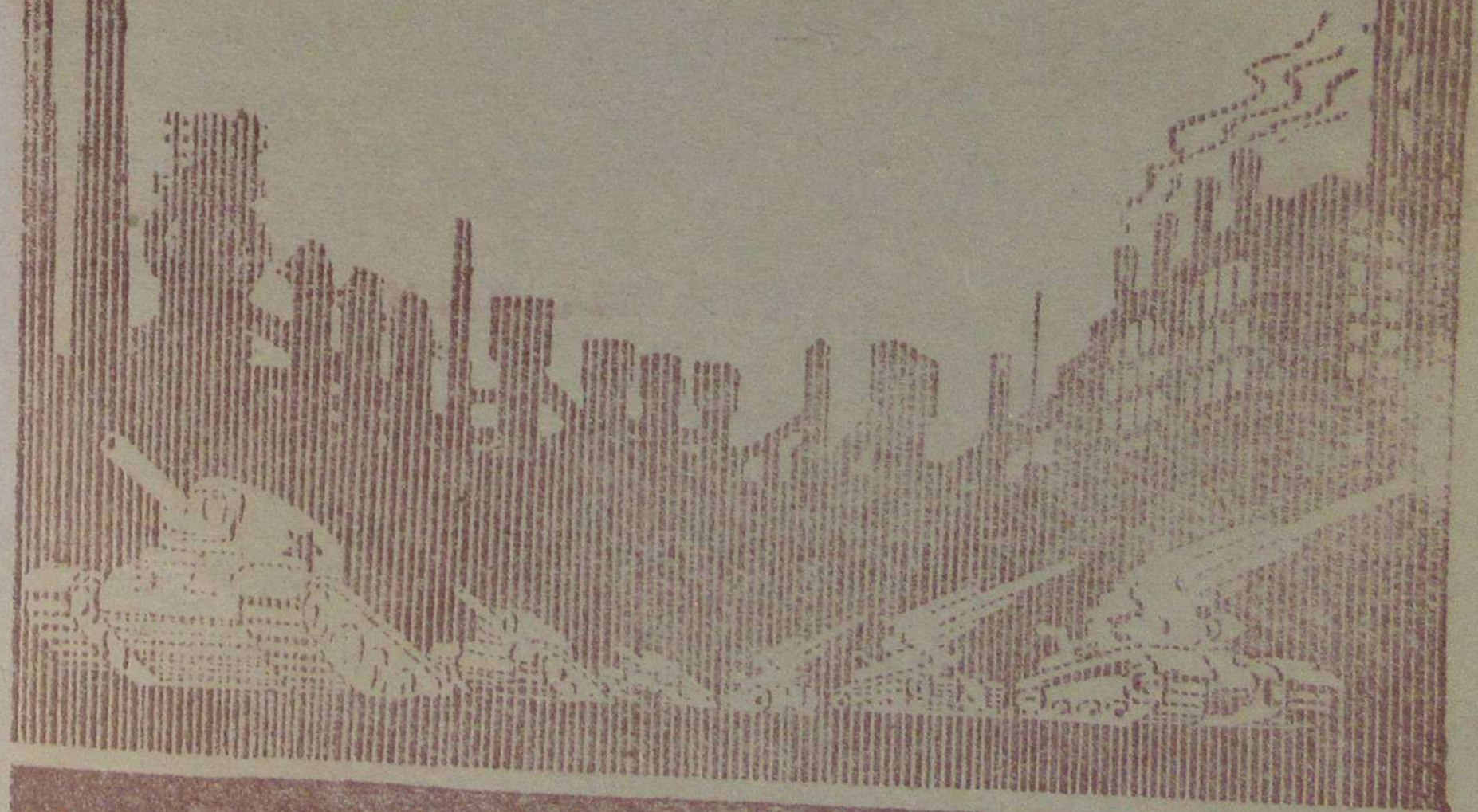


*Героическим трудом
на заводах, в шахтах и на полях
обеспечим победу Красной Армии!*

398 Н. С. МИРОШНИЧЕНКО

360

**ГАЗОВЩИК
ГАЗОГЕНЕРАТОРА**



МЕТАЛЛУРГИЗДАТ
1942

В ПОМОЩЬ РАБОЧИМ МАССОВЫХ ПРОФЕССИЙ

Н. С. МИРОШНИЧЕНКО

9 $\frac{398}{360}$

ГАЗОВЩИК
ГАЗОГЕНЕРАТОРА

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ГОС. ЗАКАЗЧИК
ЭНЕРГЕТИКИ

Все наши силы — на поддержку
нашей героической Красной Армии,
нашего славного Красного Флота!

Все силы народа — на разгром
врага!

Вперед, за нашу победу!

Сталин



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Свердловск 1942 Москва



Редактор И. А. СИРОВСКИЙ

Подписано к печати 5/XI 1942 г.

НС 44625

Печатных л. 2,125.

Учетно-авт. л. 2,25.

Тираж 3200.

Цена 1 р. 25 к.

Заказ № 1615.

Филиал 1-й Образцовой типографии Огиза РСФСР треста «Полиграфкнига», Свердловск, ул. Ленина, 47.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Героическая Красная Армия и Военно-Морской Флот нашей родины ведут священную отечественную войну, всей мощью современной военной техники отстаивая родную землю от фашистских захватчиков. Для победы над вооруженным до зубов коварным врагом необходимо иметь много разнообразного оружия: винтовок, пулеметов, пушек, самолетов, танков, автомобилей, паровозов, вагонов; необходимо также производить огромное количество боеприпасов. Основным материалом для производства их является металл. Отсюда вполне понятно, что работа всей промышленности имеет в нашей смертельной схватке с фашизмом решающее значение.

Победа фронта куется и в тылу. Каждая добавочная тонна руды, чугуна, стали, меди и других металлов — удар по врагу; каждый процент снижения брака или отходов производства — успех столь же ценный для достижения победы, как и военный успех на фронте. Дать возможно больше руды и металла и притом наилучшего качества и с наименьшими затратами сырья, топлива,

электроэнергии, рабочей силы — вот боевая задача всех советских металлургов.

Каждый рабочий наших предприятий должен на основе применения стахановских методов работы бороться за освоение техники, за улучшение производственного процесса, за укрепление трудовой дисциплины, за соблюдение правил технической эксплуатации оборудования и улучшение ухода за ним с тем, чтобы обеспечить нашу доблестную Красную Армию всем необходимым для окончательного разгрома фашистских полчищ.

Настоящая брошюра ставит своей целью ознакомить новых рабочих с газогенераторами — одним из важных участков металлургического производства и с работой на этом участке.

ВВЕДЕНИЕ

Газогенераторные установки на заводах черной металлургии являются одним из существенных источников питания мартеновских и нагревательных печей.

Особое значение генераторный газ приобретает в военное время, когда от мартеновских и нагревательных печей требуется повышенная производительность, лимитируемая зачастую количеством и качеством вырабатываемого генераторного газа.

Культурное обслуживание газогенераторов является одним из существенных факторов, обеспечивающих успех в достижении требуемых показателей газификации.

Настоящая брошюра преследует основную цель — дать для обслуживающего персонала газогенераторных установок в популярном изложении необходимый минимум знаний газогенераторного дела в объеме, достаточном для удовлетворения запросов газовщика газогенератора.

Учитывая то обстоятельство, что большинство заводов черной металлургии работает на горя-

чем газе, в брошюре уделено больше места вопросам получения горячего газа, по сравнению с холодным.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ГЕНЕРАТОРНОМ ГАЗЕ И ГАЗИФИКАЦИИ ТОПЛИВА В ГАЗОГЕНЕРАТОРАХ

Топливо для мартеновских печей применяется в газообразном, жидком и твердом виде.

К газообразному топливу относится генераторный газ, получаемый в газогенераторах при газификации каменного и бурого углей, антрацита, торфа, дров, древесной щепы и пр., коксовальный и доменный газ и, наконец, естественный газ, добываемый непосредственно из недр земли.

К жидкому топливу относится мазут, вводимый непосредственно в рабочее пространство печи в распыленном виде при помощи воздуха или пара.

Твердое топливо вводится в рабочее пространство печи в распыленном виде.

Генераторный газ не представляет собой одного вещества, а является смесью пяти газов. Эти газы следующие:

- 1) углекислый газ, или углекислота (CO_2);
- 2) окись углерода, или угарный газ (CO);
- 3) водород (H);
- 4) метан (CH_4);
- 5) азот (N).

Эти газы отличаются один от другого по ряду признаков. Рассмотрим главные свойства каждого газа в отдельности.

Углекислый газ, или углекислота, представляет собой газ без цвета и запаха. Углекислый газ не горит и не поддерживает ни горения, ни дыхания. Если зажженную спичку поместить в углекислый газ, то она сейчас же погаснет. Ни одно живое существо не может дышать углекислым газом: оно сейчас же задыхается.

Так как углекислый газ гореть не может, то он является вредной частью генераторного газа. Чем меньше в генераторном газе углекислого газа, тем он лучше.

Окись углерода, или угарный газ — это газ без цвета и запаха. Окись углерода горит, выделяя при этом много тепла. Окись углерода является одной из главных и ценных составных частей генераторного газа. Чем больше окиси углерода в генераторном газе, тем он лучше.

Окись углерода очень ядовита. Вдыхание даже небольших количеств окиси углерода вызывает отравление — так называемый угар (вот почему окись углерода иначе называют угарным газом). Вдыхание значительных количеств его может вызвать серьезное отравление и даже смерть.

Водород — газ без цвета и запаха. Водород горит, причем водородное пламя обладает очень высокой температурой. Эти свойства водорода делают его весьма ценной составной частью генераторного газа.

Метан — газ без цвета и запаха. Метан горит почти несветящимся пламенем, выделяя при

горении тепла в три раза больше, чем такое же количество окиси углерода. Поэтому, хотя метана в генераторном газе немного (1—3,5%), он является очень ценной составной частью генераторного газа.

А з о т — газ без цвета и запаха. Азот не горит, и в нем не горят другие вещества.

Азот является одной из главных составных частей воздуха. Окружающий нас воздух представляет собой смесь двух газов: азота и кислорода. Азота в воздухе значительно больше, чем кислорода, а именно: азота 79%, тогда как кислорода только 21%.

Как указано выше, азот не горит, а потому является бесполезной частью генераторного газа.

К и с л о р о д — газ без цвета и запаха. Кислород не горит, но поддерживает горение. В чистом кислороде горение происходит значительно сильнее, чем в воздухе. Это понятно, так как в составе воздуха имеется азот, который горения не поддерживает.

Кислород не входит в состав генераторного газа, но, как увидим дальше, для получения генераторного газа он необходим.

Познакомившись со всеми газами, входящими в состав генераторного газа, мы видим, что три газа (окись углерода, водород и метан) являются горючими газами и, следовательно, полезными частями, а два газа (углекислота и азот) — негорючими газами и, следовательно, бесполезными частями генераторного газа.

Основная задача газовщика — вести генератор так, чтобы негорючая часть в генераторном газе была как можно меньше.

Хорошим или, как иначе говорят, «богатым», генераторным газом является газ, который при сжигании в печи дает много тепла. Для того чтобы получать хороший газ, нужно не только иметь хороший генератор, но и правильно и умело его обслуживать. При неумелом и невнимательном обслуживании в самом лучшем по устройству генераторе нельзя получить хороший газ.

Количество тепла, которое может дать каждое горючее при его полном сжигании, измеряется особой мерой — к а л о р и е й.

Калория — это количество тепла, которое необходимо для того, чтобы нагреть на 1°C 1 кг воды.

При сжигании 1 м^3 хорошего генераторного газа получается 1300 — 1400 *Кал*, т. е. если бы мы генераторным газом нагревали воду, то могли бы нагреть 1300—1400 кг воды на 1°C .

Количество тепла, которое получается при сжигании 1 м газа, называется теплотворной способностью газа.

Если говорят, что газ имеет теплотворную способность 1400 *Кал*, — это значит, что 1 м^3 этого газа, сгорая в печи, дает 1400 *Кал*.

Ясно, что чем больше теплотворная способность газа, тем газ лучше.

Для примера приведем два средних состава генераторного газа в объемных процентах; один газ — хороший, другой — плохой.

	Хороший газ	Плохой газ
Углекислоты	4	11
Окиси углерода	28	16,5
Водорода	12	11,0
Метана	2,5	2,0
Азота	53,5	59,5
Теплотворная способность	1355 Кал/м ³	942 Кал/м ³ .

При сравнении этих двух составов газа видно, почему один газ хороший, другой — плохой.

В хорошем газе 42,5% горючих (окиси углерода, водорода и метана), т. е. в 100 м³ газа содержится 42,5 м³ горючих, а в плохом — только 29,5%.

Газ, содержащий меньше горючих, сгорая, дает меньше тепла.

Действительно, мы видим, что один газ при сжигании 1 м³ дает 1355 Кал, а другой — только 942 Кал, т. е. примерно в полтора раза меньше.

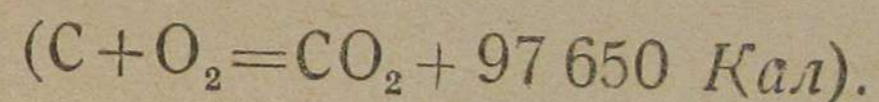
В результате при плохом газе будем иметь, во-первых, более продолжительное время плавки, во-вторых, больший расход топлива. И то и другое, конечно, недопустимо.

Почему же нужно твердое топливо превращать в газообразное? Потому, что газообразное топливо является наиболее совершенным по сравнению с жидким и твердым топливом. При сгорании газообразного топлива благодаря большей подвижности частиц газа происходит более полное соприкосновение его с кислородом воздуха и, следовательно, более полное сгорание частиц топлива, чем

при жидком и твердом топливе, т. е. газообразное топливо дает наиболее высокий коэффициент полезного действия.

Сущность процесса газификации [угля] заключается в том, что в нижних горизонтах генератора — на колосниках — углерод угля под влиянием кислорода воздуха сгорает в углекислоту по следующей реакции, идущей с выделением тепла:

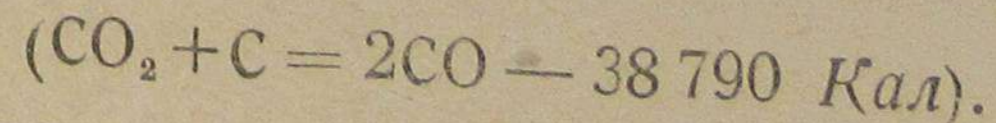
углерод + две частицы кислорода + углекислота + 97 650 Кал.



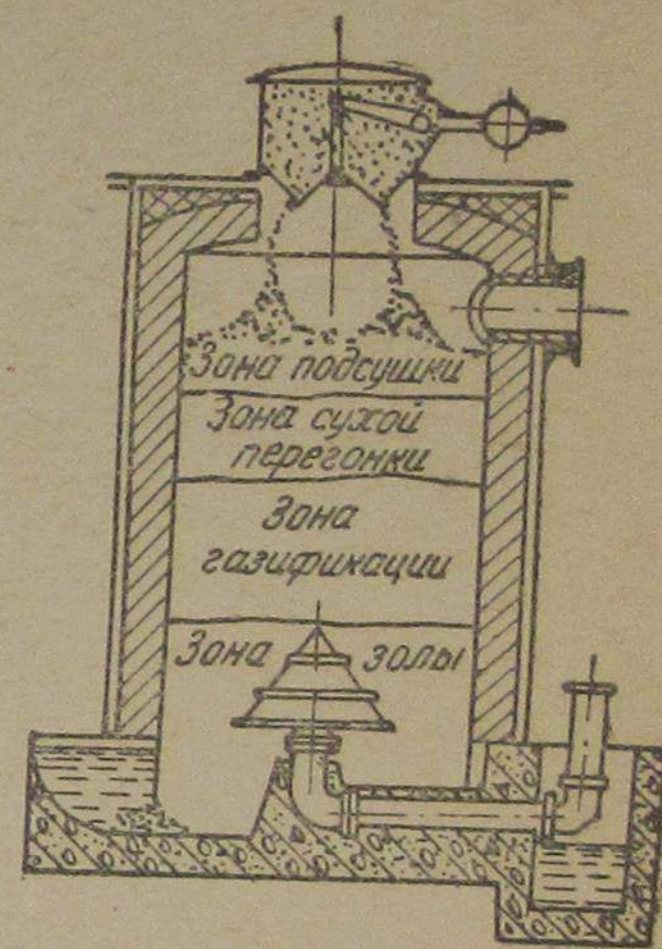
Это — пояс, или зона горения (фиг. 1).

Углекислота, поднимаясь вверх, встречает на своем пути раскаленный уголь, вступает с ним во взаимодействие, в результате чего в среднем поясе генератора получается окись углерода по следующей реакции, идущей с поглощением тепла:

углекислота + углерод = две частицы окиси углерода — 38 790 Кал.



Это — пояс, или зона восстановления.



Фиг. 1. Схема распределения зон в газогенераторе

Зоны горения и восстановления составляют зону газификации.

Окись углерода, которой в генераторном газе содержится 26—28%, является главной горючей частью газа. Вследствие движения газов вверх и силы давления дутья окись углерода поднимается вверх, выходит из зоны угля, затем собирается в верхней части генератора и через горловину поступает в газовый коллектор. Введение пара в генератор способствует обогащению газа за счет водорода, о чем подробно сказано ниже.

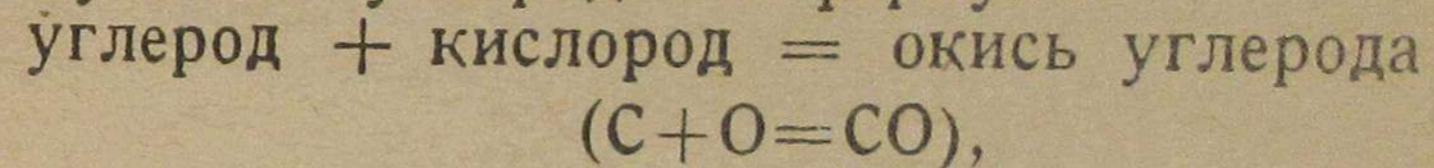
Выше зоны восстановления следует зона сухой перегонки, в которой под влиянием нагревания горючими газами, поднимающимися снизу, происходит выделение летучих веществ из топлива, в том числе метана. Топливо в поясе сухой перегонки обугливается. Наконец, самой верхней зоной нужно считать зону сушки, в которой происходят нагревание свежесасыпанного в генератор топлива и испарение из него влаги под влиянием поступающих снизу горючих газов.

Первые газогенераторы были самодувные; затем для более усиленного хода генератора стали применять воздушное дутье. Пропускная способность газогенератора обыкновенно выражается количеством горючего, сжигаемого на 1 м² сечения решетки. В генераторах без дутья сжигается в 1 час от 60 до 90 кг угля на 1 м².

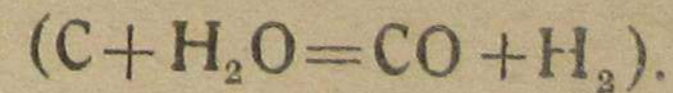
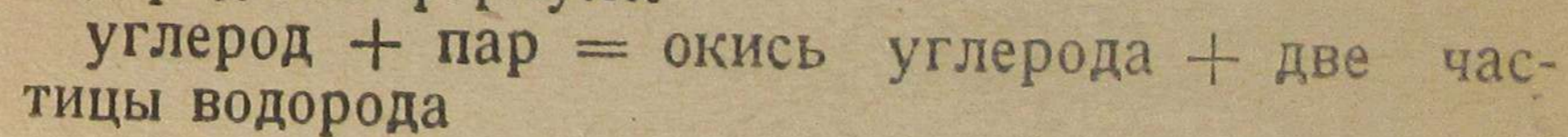
Воздушное дутье сильно увеличивает производительность генератора и доводит ее до 120—160 кг на 1 м² в зависимости от упругости

дутья, а также от высоты слоя угля в генераторе. Высоту слоя определяют практическим путем, выбирая наиболее выгодную для той или иной системы газогенератора.

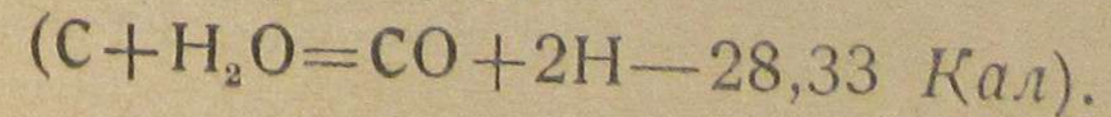
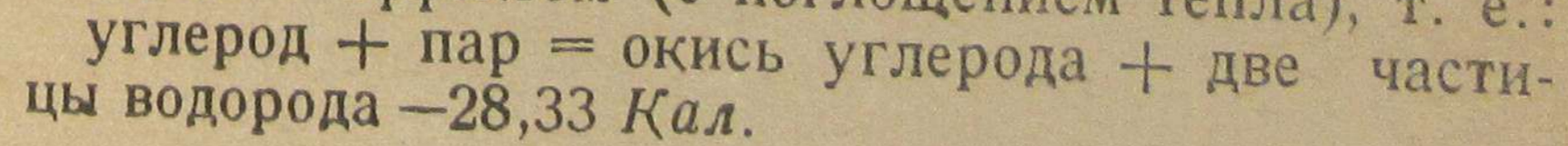
Введение в генераторы пара преследует двоякую цель: во-первых, поступающий пар облегчает грануляцию шлака и тем самым затрудняет образование сплавившихся шлаковых комков, что значительно облегчает чистку зольника и уборку шлака; во-вторых, применение пара увеличивает количество горючих составных частей газа. Последнее объясняется тем, что в то время как одна единица углерода, превращаясь в генераторе под влиянием воздуха в газ, дает только одну единицу окиси углерода по формуле:



одна единица углерода, превращаясь в газ под влиянием пара, дает, кроме того, еще единицу водорода по формуле:



Вдувание пара под колосники генератора вызывает поглощение тепла в генераторе, так как вышеуказанная реакция идет с отрицательным тепловым эффектом (с поглощением тепла), т. е.:



Однако это поглощение тепла возмещается в рабочем пространстве печи благодаря горению добавочного водорода, образовавшегося за счет поглощенного тепла.

II. ТОПЛИВО ДЛЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА КАЧЕСТВО И СОСТАВ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА

Качество исходного топлива имеет большое значение для удовлетворительного хода генератора, качество получаемого газа и процесса мартеновской плавки.

Уголь, превращаемый в газ, должен содержать меньше золы, поэтому многозольные угли полезно подвергать предварительной промывке для удаления пустой породы.

Наилучшим для генераторов является грохоченый уголь, т. е. уголь, сортированный, однородный, в крупных кусках, освобожденный от угольной мелочи и пыли.

Наиболее желательным для газификации является уголь следующего состава (в процентах):

Летучих ¹	30—35
Кокса (твердого углерода)	50—60
Серы	не более 2
Золы	6—12
Влаги	1—3

¹ Летучим веществом в угле принято называть те газообразные составные его части, которые улетучиваются, если уголь нагревать до высокой температуры без доступа воздуха.

Состав такого угля (в процентах по объему):

Углерода	68—70
Водорода	4—4,5
Азота	0,85—
Кислорода	10—11
Серы	не более 2
Золы	8—11
Влаги	3—4

Генераторный газ из такого угля имеет следующий состав (в процентах):

Окиси углерода	27,6
Водорода	12,1
Метана	2,1
Углекислоты	4,0
Азота	54,2

Теплотворная способность 1 м³ такого газа будет около 1350 Кал.

Чем труднее плавится зола, тем лучше для хода генераторного процесса; наоборот, чем легче плавится зола, тем хуже, так как она легко сплавляется в комки и даже глыбы, увлекая в них несгоревший уголь, который содержится в ней в виде коксика. Кроме потери угля, такие глыбы, затрудняя чистку поддувал, служат причиной расстроенного хода и получения газа, бедного горючими частями, а следовательно, имеющего низкую теплотворную способность.

Антрацит лучше всего подавать мелкораздробленным, а не в виде плит, без содержания мелочи и пыли. Содержание серы и золы желательно минимальное.

Технический состав антрацита, наиболее благоприятный для образования калорийного газа в газогенераторе, следующий (в процентах):

Летучих	2,5—3,0
Золы	4,0—6,0
Серы	1,5—2,0

Газ из такого антрацита будет иметь следующий состав (в процентах):

Окиси углерода	26—27
Метана	2—3,5
Водорода	12—14
Углекислоты	4—5
Азота	55—56

Теплотворная способность 1 м³ газа составляет около 1200—1250 Кал.

Дрова обязательно должны поступать на генераторы сухими, предварительно высушенными на воздухе или высушенными искусственно.

Наилучший состав дров, высушенных на воздухе в течение 1—1½ года, следующий (в процентах):

Углерода	40,0
Водорода	4,8
Кислорода	34,56
Золы	0,4
Азота	0,24
Влаги	20,0

Состав дров, искусственно высушенных, в основном приблизительно следующий (в процентах):

Углерода	40,65
Водорода	4,63
Кислорода	35,37
Азота	0,24
Золы	0,40
Влаги	5,40

Разница в содержании влаги очень большая, поэтому теплотворная способность 1 м³ генераторного газа из таких дров должна быть не ниже 1350—1400 Кал при следующем примерно составе (в процентах):

Окиси углерода	30,65
Водорода	10,50
Метана	2,40
Азота	51,20
Углекислоты	5,30

Из приведенного состава газа видно, что наиболее нежелательной частью является влага, которая в сырых дровах, особенно сплавных, может достигать до 40% и больше, а влажные дрова дают газ со значительным содержанием влаги, резко понижающей теплотворную способность его.

Дрова должны быть одномерные, по габариту загрузочной коробки, мелкоколотые; поленья должны быть не толще 120—180 мм.

При хорошо поставленном хозяйстве дрова должны сохнуть на складе 1½—2 года; поэтому доставка их должна быть организована так, чтобы не расходовались дрова более поздней сушки. Дрова, доставляемые сплавом, содержат больше влаги и должны тщательно сушиться, так как сушка окупается дешевизной их доставки на завод.

Торф для генераторов должен быть плотно спрессован машинной формовкой и хорошо высушен. Это способствует уменьшению содержания в нем влаги.

По примерному составу наиболее подходящим является торф, содержащий в объемных процентах:

Углерода	38,8
Водорода	5,1
Кислорода	22,5
Азота	1,4
Серы	0,3
Золы	6,3
Влаги	25,6

Из этого торфа может быть получен газ следующего состава (в процентах):

Окиси углерода	25,1
Водорода	11,0
Метана	4,7
Углекислоты	7,1
Азота	52,1

Смесь дров и торфа при паро-воздушном дутье дает газ следующего состава (в процентах):

Окиси углерода	25,2—27,2
Водорода	12,2—15,2
Метана	1,8—3,1
Углекислоты	4,6—8,4
Кислорода	0,2—0,4

Теплотворная способность 1 м³ газа около 1350—1400 Кал.

Качество топлива имеет большое значение для получения доброкачественного калорийного газа

с минимальным содержанием пыли, влаги и серы. Большое количество пыли преждевременно засоряет и забивает газовые коллекторы и газопроводы и вызывает простой печей при удалении пыли. Влажный газ дает низкий тепловой эффект и снижает производительность печей, так как плавки затягиваются, число их снижается, в результате чего понижается съем с 1 м² площади пода в сутки, т. е. уменьшается удельная производительность печи. Содержание серы в газе вредно отражается на качестве выплавляемого металла, так как практически доказано, что сера частично переходит из газа в металл.

Расход условного топлива в процентах на 1 т слитков колеблется от 20 до 30%. Поясним, что такое перевод в условное топливо.

Разные виды топлива обладают разной теплотворной способностью¹. Приведем теплотворную способность некоторых видов топлива (в калориях):

Каменного угля (газового)	7 000
Нефти (мазута)	10 000
Доменного газа (на коксе)	910
Коксового газа	4 000

Чтобы расходу топлива придать известное единообразие, все виды его приравнивают к

¹ Количество тепла, выделяемого при сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива, называется теплотворной способностью его. Если топливо газообразное (например доменный или коксовальный газ), то теплотворной способностью его будет называться то количество тепла, которое будет выделяться при сгорании 1 м³ газа.

условному топливу путем перевода по следующим коэффициентам:

Для нефти	$\frac{10\ 000}{7\ 000} = 1,43$
Для каменного угля	$\frac{6\ 850}{7\ 000} = 0,98$
Для доменного газа	$\frac{910}{7\ 000} = 0,13$
Для коксовального газа	$\frac{4\ 000}{7\ 000} = 0,56$

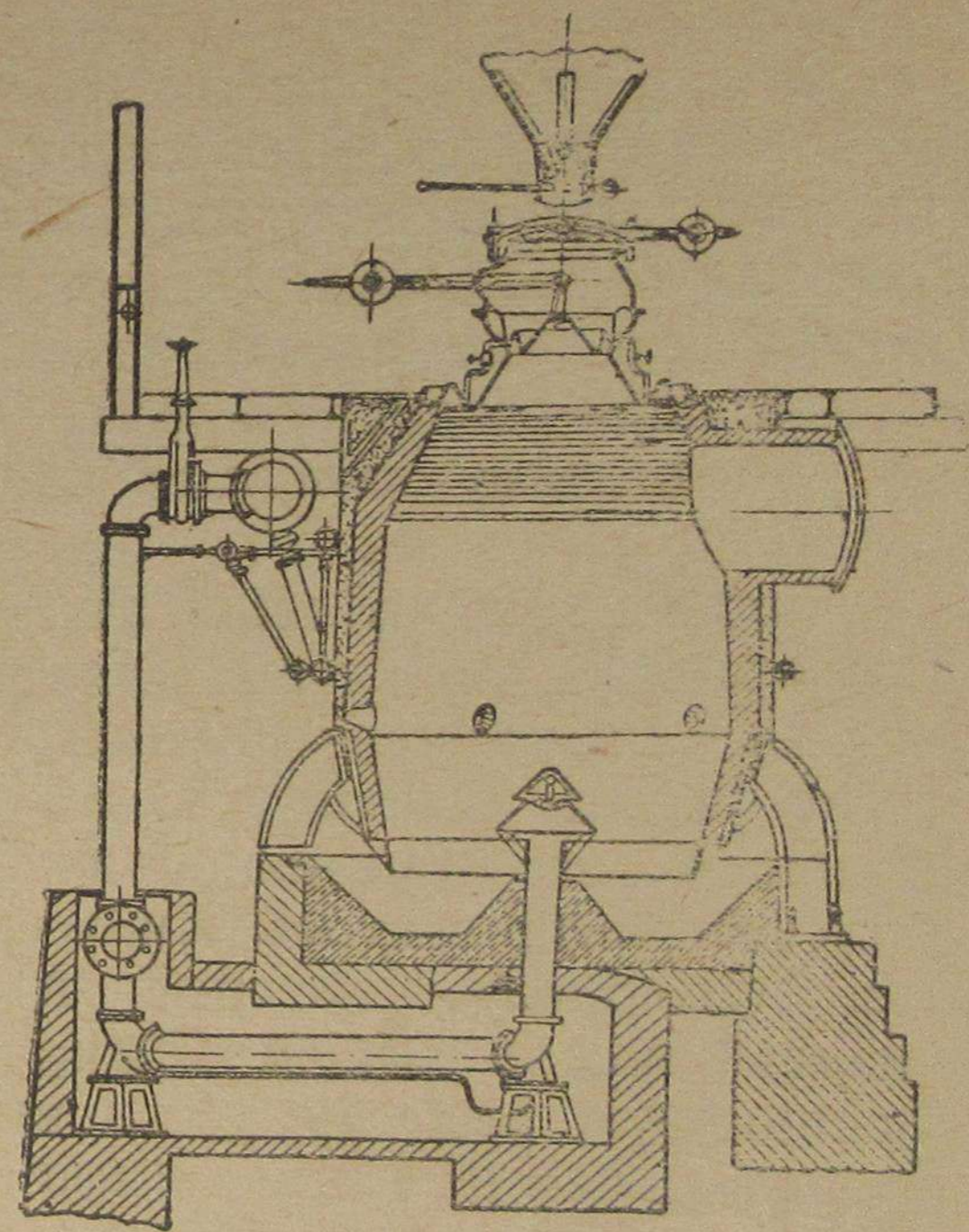
III. СИСТЕМЫ НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ПРИМЕНЯЕМЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Лучшими генераторами считаются те, в которых механизирована подача топлива в генератор, его шуровка и удаление золы.

К распространенным генераторам принадлежат газогенераторы системы Моргана (фиг. 2), которые, однако, не являются механизированными.

Отличительной чертой генератора этой системы является неподвижный водяной затвор при его основании, из которого выгребается зола без нарушения работы самого генератора и нарушения процесса газообразования. Этот тип генератора работает на воздушной или паро-воздушном дутье, которое вводится через щели колосниковой решетки, имеющей конусообразную форму гриба. Основание генератора имеет форму чаши и наполнено водой. Вода в чаше охлаждает золу, и последняя легко выгребается в холодном состоянии. Газогенератор имеет за-

грузочную коробку для равномерной засыпки угля, шуровочные кольца для перемешивания топлива и пробивания его сверху пиками, так



Фиг. 2. Газогенератор системы Моргана

что принципы регулирования горения здесь уже вполне осуществляются. По мере выгребания золы происходит опускание ее, а вместе с тем опускание топлива и золы в самом генераторе. Тепло золы служит для получения водяного

пара из воды, которая в силу капиллярности поднимается в ней. Пар способствует грануляции золы, а частично, разлагаясь под действием раскаленного угля, обогащает генераторный газ водородом.

Колосниковая решетка, называемая иногда звездочкой, имеет форму конуса или гриба, охлаждаемого снизу водой, что способствует более продолжительной службе ее и создает благоприятную температуру для начала газификации. Воздушное или паро-воздушное дутье вводится под этот конус и поэтому получает равномерное распределение.

Засыпные коробки этих генераторов имеют специальные конусы, служащие для равномерного распределения свежесасыпанного угля по всему сечению шахты генератора.

Улучшенной, более механизированной системой является генератор системы Хильгера и генератор системы Керпели, которые в незначительных изменениях в общем имеют вращающуюся колосниковую решетку, установленную на поддоне, вращающемся на шариках или роликах.

При медленном вращении поддона от особого привода решетка также вращается, ворошит содержимое генератора и этим предупреждает возможность спекания огарков. Тут же имеется укрепленный неподвижный регулируемый скребок, который заставляет золу высыпаться из зольника через подставленный жолоб в вагонетки для уборки.

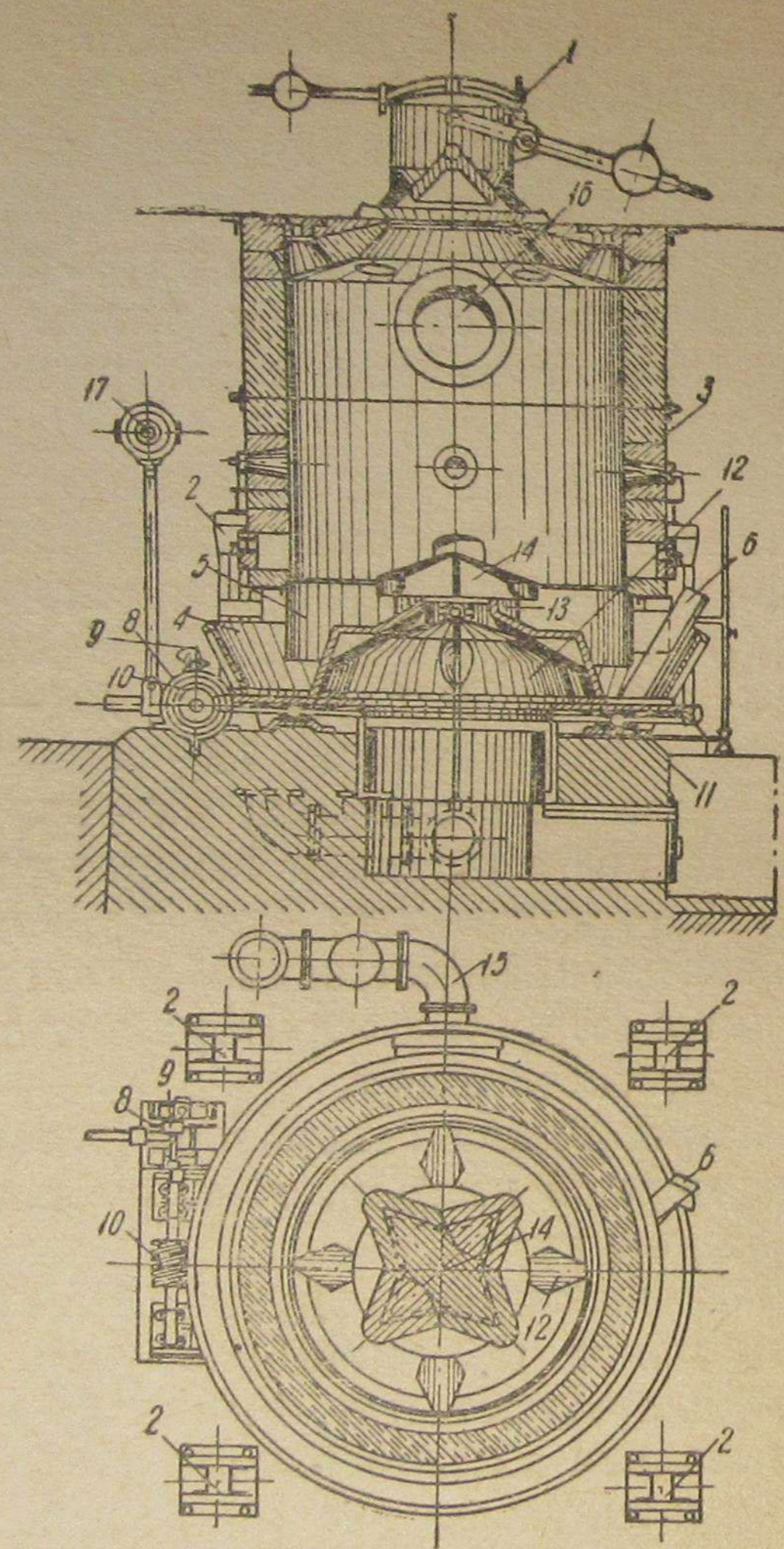
Генератор системы Хильгера изображен на фиг. 3. Колосниковая решетка представляет собой звездочку, которая своей верхней частью непрерывно действует на нижний слой загруженного в шахту угля, постоянно шевеля и разрыхляя его; этим отчасти предотвращается спекание угля и зашлакование, а также устраняется образование прогаров и воздушных каналов в зоне газификации.

Газогенератор Хильгера состоит из следующих частей: 1 — загрузочная коробочка; 2 — опорная колонна; 3 — железный кожух; 4 — чаша; 5 — фартук; 6 — лемех; 7 — зубчатый венец чаши; 8 — храповое колесо; 9 — собачка; 10 — червяк; 11 — шариковая опора чаши; 12 — основание решетки; 13 — щель для воздуха; 14 — головка решетки; 15 — подача воздуха в генератор; 16 — отвод газа; 17 — трансмиссия для привода чаши.

Генератор системы Керпели изображен на фиг. 4. Существенное отличие генератора системы Керпели от других составляют:

- 1) применение внизу генератора ватер-жакета вместо огнеупорной кладки, т. е. рубашки с водяным охлаждением;
- 2) оригинальный подвод дутья 1 (фиг. 4);
- 3) оригинальное колосниковое устройство; с центральной частью решетки 2 и периферийной 3;
- 4) оригинальный засыпной аппарат.

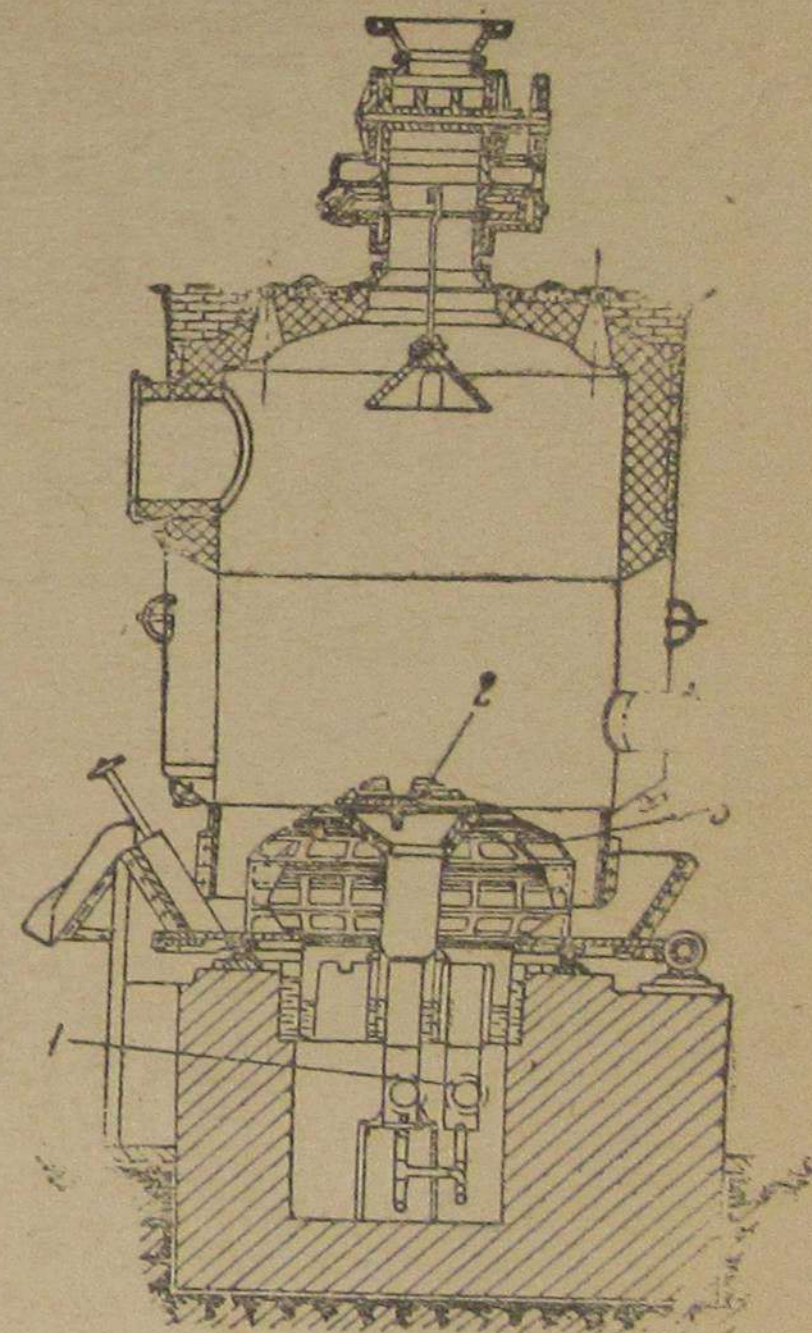
Ватер-жакет склепывается из железных листов толщиной 10 мм. Внутри него постоянно циркулирует вода: холодная подводится снизу,



Фиг. 3. Газогенератор системы Хильгера

горячая отводится сверху. Для чистки от грязи сбоку устраивается обычных размеров отверстие с люком.

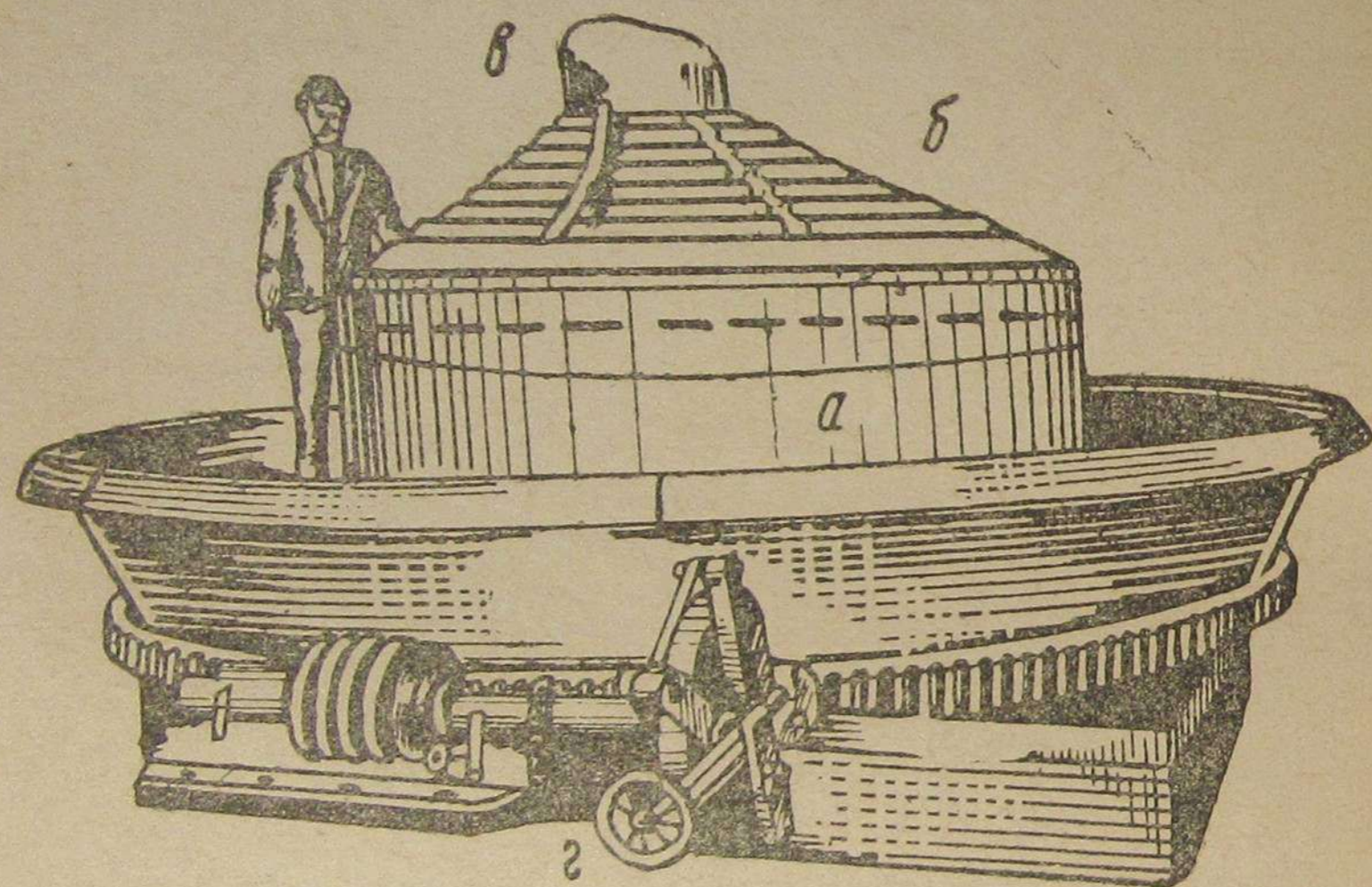
Вращающаяся на шариках чаша имеет обычную конструкцию (фиг. 5). На ней концентрично располагается цилиндрическая подставка для колосников *a*, состоящая по высоте из двух частей, соединенных болтами. Верх подставки имеет эксцентрично расположенное круглое отверстие, на котором укладываются одно на другое постепенно уменьшающиеся в диаметре чугунные колосниковые кольца *б*, закрывающиеся сверху продырявленным колпаком *в*. На каждом кольце сверху имеется от 8 до 12 радиально расположенных выступов-приливов высотой 15 мм и шириной 20—25 мм, на которых и располагается каждое из вышележащих колец, образуя между кольцами щель для дутья высотой 15 мм. Нижняя часть колосниковой решетки представляет собой дутьевой колодец *г*.]



Фиг. 4. Газогенератор системы Керпели

Таким образом, вращение золы в генераторе Керпели вызывается эксцентричным расположением по отношению к оси генератора колосниковых колец.

Кроме более совершенного и полного сжигания горючего, описанные системы генератора упро-



Фиг. 5. Колосниковое устройство системы Керпели.

щают и рационализируют выгреб и уборку золы.

Теперь перейдем к самой усовершенствованной системе генераторов, а именно к генераторам с полной механизацией процесса. Они дают в работе следующее преимущество: ровный и высококалорийный газ при усиленной интенсивности горения угля по сравнению с немеханизирован-

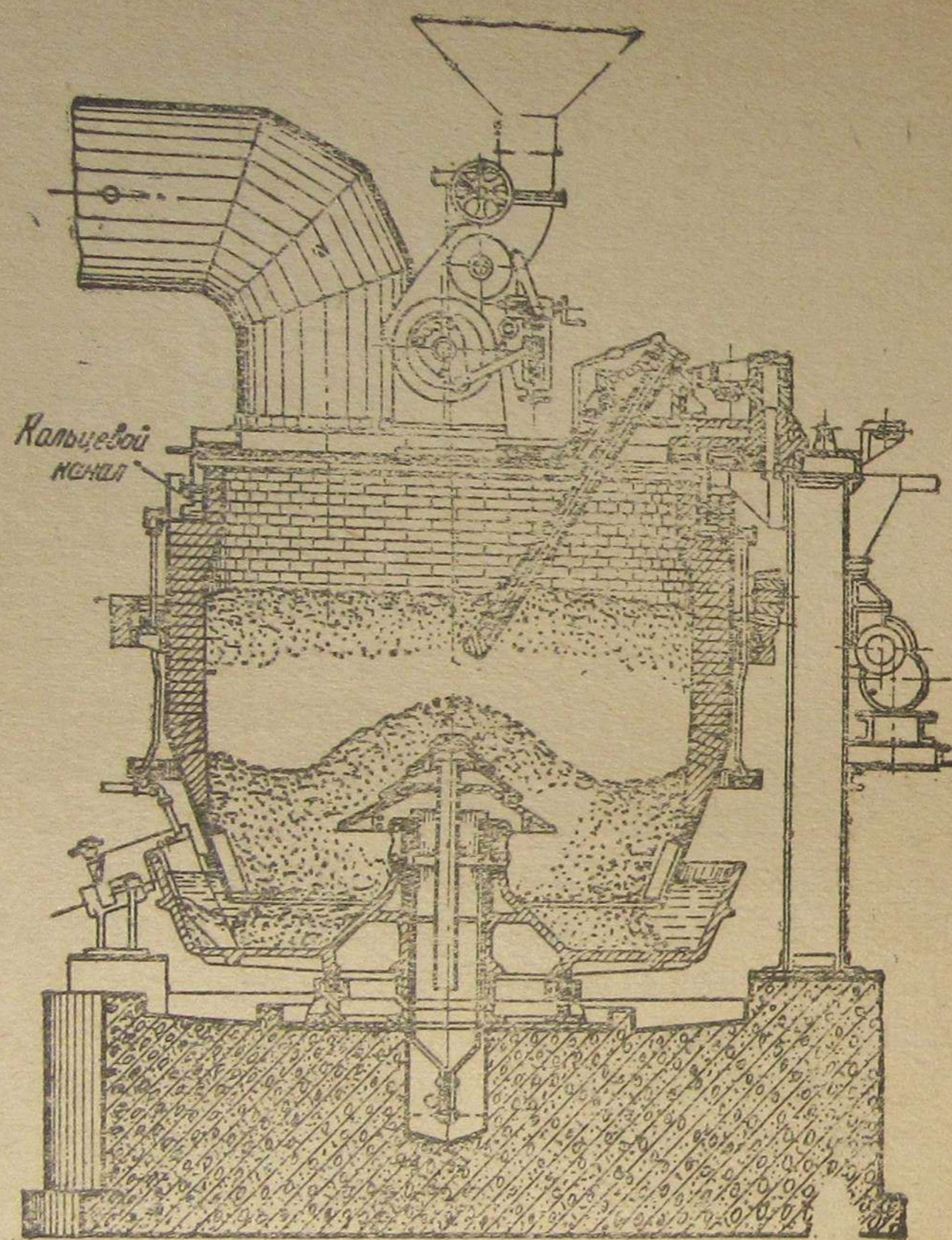
ными или полумеханизированными генераторами. Сущность этой системы заключается в том, что в дополнение ко всему сказанному они обладают приспособлением для механического ворошения (взрыхления, «агитации») угля в самом генераторе. Таким образом непрерывно получается шурование угля на глубину 250—300 мм. Приспособление это носит название «агитатора». Наиболее современными из механизированных газогенераторов являются газогенераторы Вельмана и Чепмана.

На фиг. 6 изображен механизированный генератор системы Вельмана, в котором вращающейся частью генератора является самый корпус его. Двигаясь, он увлекает также и чашу с золой, но при помощи особого приспособления чаша может удерживаться на месте. Зола автоматически удаляется из чаши лопаткой. Чаша вращается на шариках; для устройства шарикового подшипника использован фланец нижнего патрубка для подвода воздуха.

Простая система колосников ясна из чертежей. Отдельные части колосников скрепляются при помощи изогнутых фланцев, направленных вверх. Образующиеся таким образом ребра способствуют передвижению золы вниз генератора и к бортам чаши.

Неподвижная верхняя стальная плита генератора устанавливается на колоннах и имеет внизу приклепанный к ней железный воротник, опущенный в кольцевой канал верхней части

корпуса, наполненный водой. Этим осуществляется герметичность верха генератора.

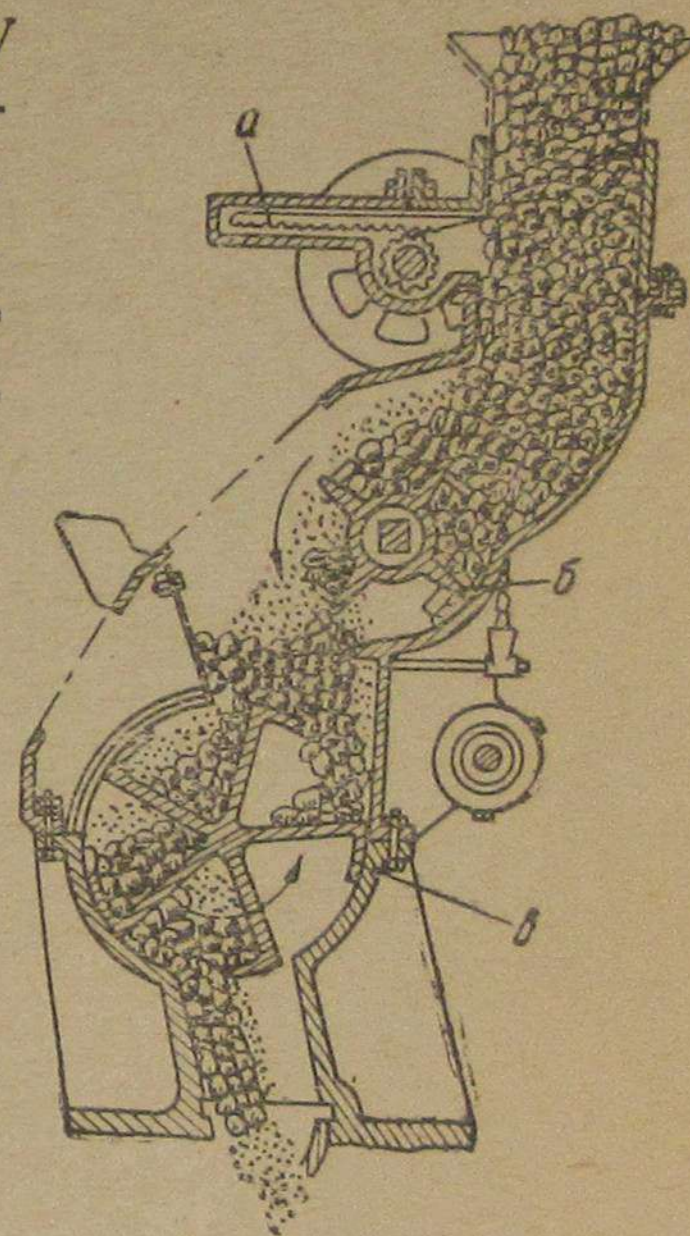


Фиг. 6. Газогенератор системы Вельмана

На стальной плите имеются: газотводная трубка, два засыпных прибора с общим приводным механизмом, четыре шуровочных отверстия и

механический «агитатор» в правой части плиты. Непрерывное, небольшими порциями, питание генератора углем производится при помощи следующего механизма (фиг. 7): из бункера уголь поступает по трубе и четырехлопастному регулятору движения угля, не позволяющему ему сыпаться непрерывной струей. При остановке генератора на ремонт топливо задерживается задвижкой *a*. Ниже задвижки расположены два крыльчатых барабана *b* и *в*.

Что касается механического «агитатора», то он представляет собой литую пустотелую стальную трубку с отдельным, навертывающимся на нее наконечником из твердой стали, предохраняющим ее от сильного изнашивания. Охлаждающая «агитатор» вода вводится во внутреннюю трубку, а затем поднимается по кольцевому каналу между внутренней и наружной трубами вверх, откуда и сливается через особую трубку.

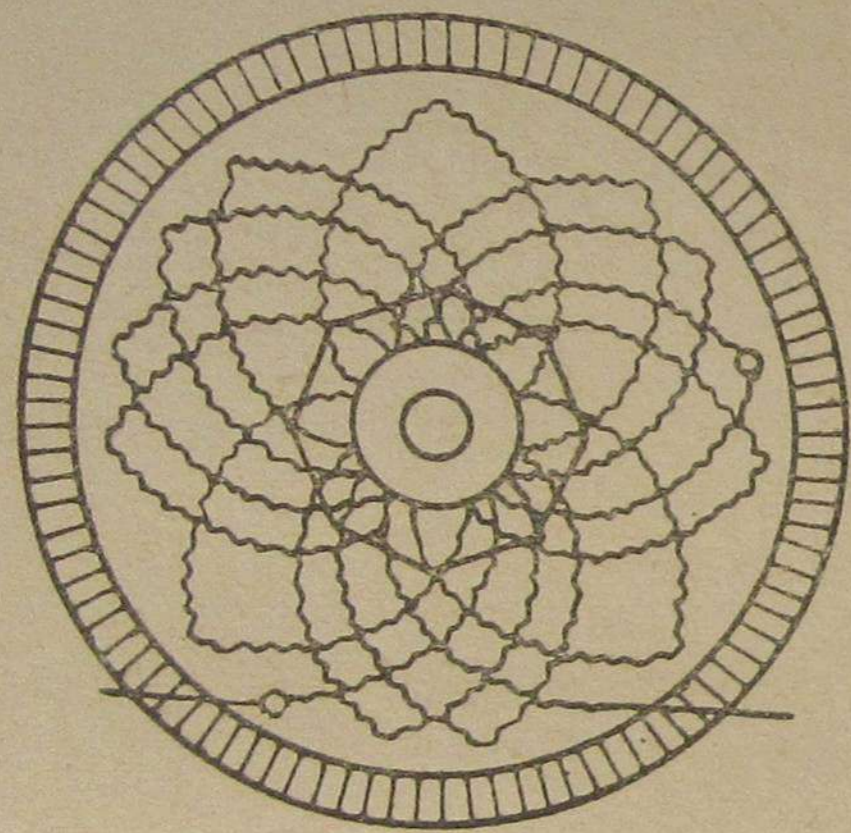


Фиг. 7. Автоматическое загрузочное устройство Вельмана

Передаточный механизм, приводящий в движение «агитатор», довольно сложный и направ-

ляется тем же мотором, которым вращается корпус генератора и приводятся в действие загрузочные аппараты.

Путь, который описывает конец «агитатора» в угле, двигающемся вместе с корпусом генератора, указан на фиг. 8. Таким образом, вся по-

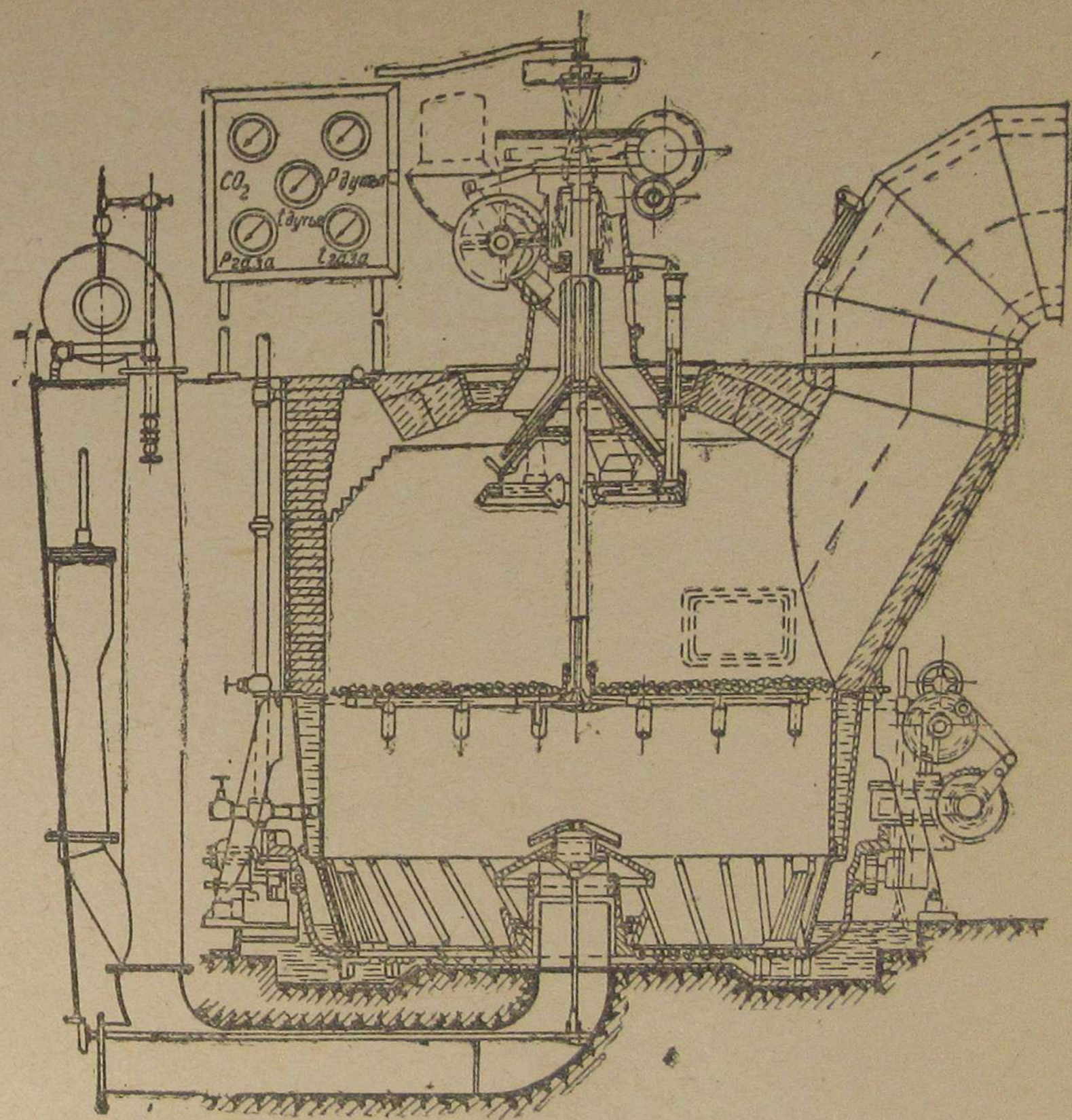


Фиг. 8. Линия движения мешалки Вельмана

верхность засыпки генератора непрерывно перемещивается «агитатором», что при спекающемся угле является очень важной операцией.

На фиг. 9 показан механизированный генератор системы Чепмана. В этом генераторе ссыпавшийся из барабана уголь скользит по крутому скату и падает на стальной, охлаждаемый водой конус, расположенный в центре генератора. Уголь разбрасывается конусом в разных на-

правлениях равномерно по поверхности засыпки, непосредственно лежащей под конусом.



Фиг. 9. Газогенератор системы Чепмана

Агитатор генератора Чепмана имеет вид грабеля. Он состоит из пустотелых, охлаждаемых

водой стержней — вертикального и прикрепленного к нему внизу горизонтального, непрерывно вращающихся вокруг вертикальной оси. От обоих плеч горизонтального стержня отходят в направлении вниз и вместе с тем вперед, в сторону вращения каждого плеча, серии пальцев, бороздящих уголь. Горизонтальная трубка вращается почти у самой поверхности слоя угля, пальцы же погружаются в него, вспахивая уголь. Образующиеся при этом за пальцами борозды немедленно заглаживаются идущей сзади горизонтальной трубкой, к которой прикреплены пальцы. Глубина, на которой оперируют пальцы, в зависимости от качества угля колеблется от 200 до 350 мм. Вращение «агитатора» производится червячной передачей.

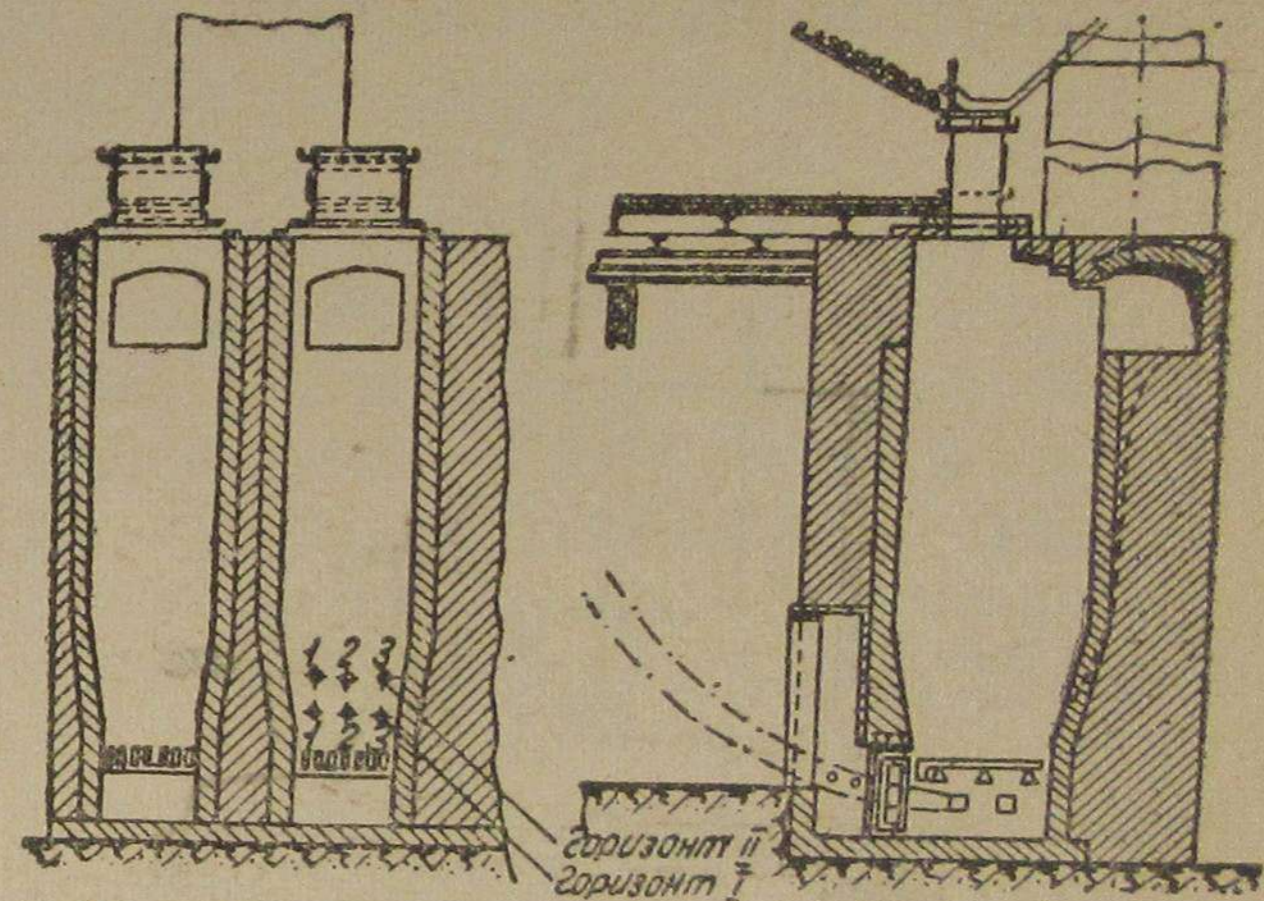
Для газификации антрацита применяют газогенератор с водяным охлаждением нижней чугунной части шахты (ватер-жакет).

Дрова, торф, пни, щепа и сучья для своей газификации требуют газогенераторов совершенно иного типа. В отличие от сравнительно невысоких каменноугольных генераторов, эти генераторы имеют более высокую шахту, так как дрова, торф и сучья неплотно укладываются.

На фиг. 10 показан газогенератор для дров типа Сименса. Последний получил широкое развитие на заводах черной металлургии Урала.

Генераторы этого типа делаются прямоугольного сечения, с загрузочной коробкой специального устройства, также прямоугольного се-

чения. Наиболее подходящей коробкой для дров является коробка системы Смирнова (фиг. 11). Производительность деревянных газогенераторов 25—30 м³ сухих и мелких дров в сутки при длине полена 1 м.



Фиг. 10. Газогенератор для дров

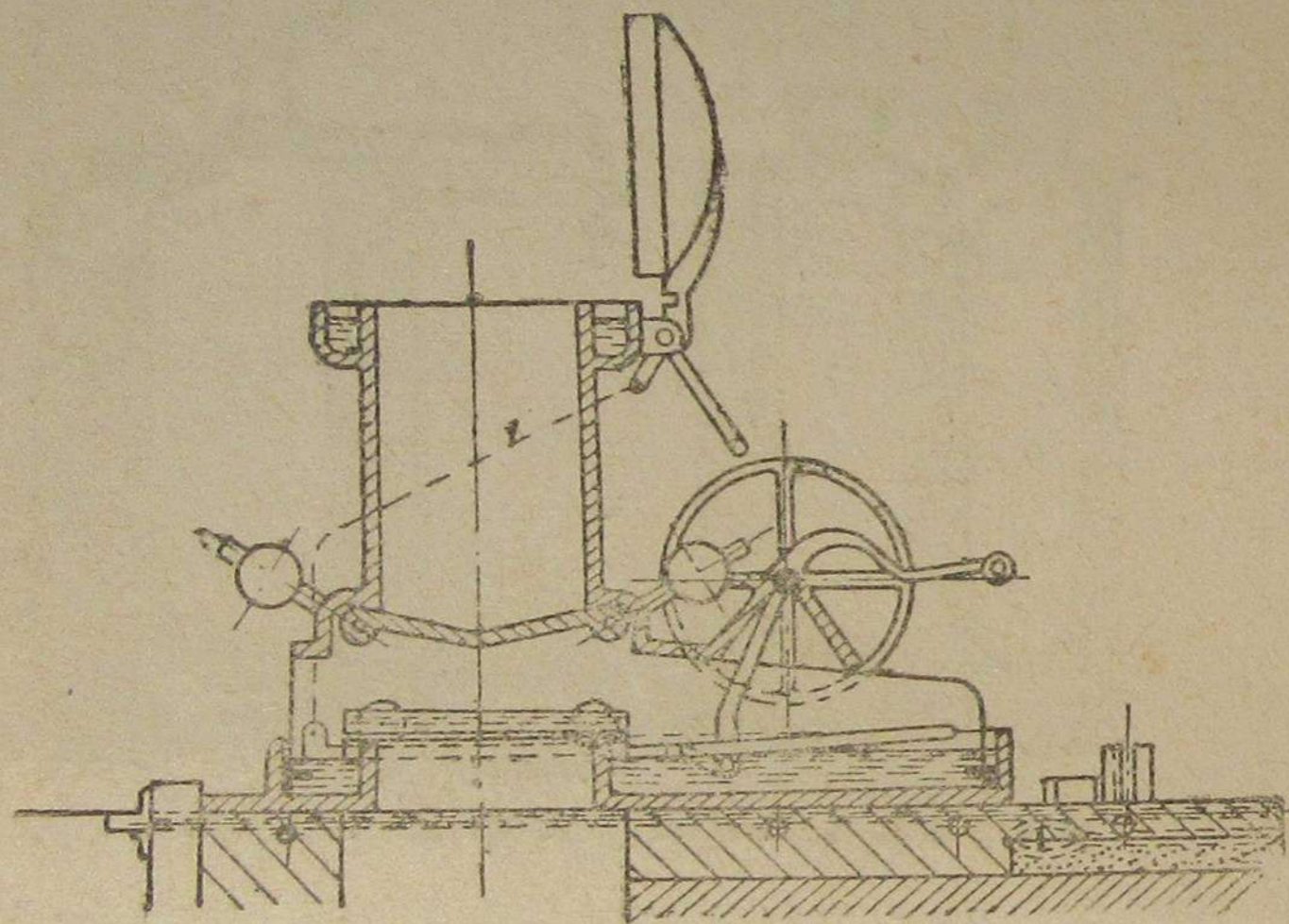
Обычно генераторные шахты соединяются в отдельные батареи до 13 шт. в каждой.

В свое время деревянные газогенераторы работали как самодувные и лишь в последнее время, с ростом производительности мартеновских печей, работа большинства газогенераторных установок усилена применением принудительного дутья.

Дрова являются громоздким топливом, что приводит к их кострению и вызывает прогары в газогенераторной шахте.

3 Газовщик газогенератора

Получаемый в дровяных генераторах газ имеет теплотворную способность $1250-1350 \text{ кал/м}^3$ и покидает газогенераторы с температурой $150-250^\circ$. Будучи неохлажденным, дровяной газ с водяными и смоляными парами поступает в регенераторы мартеновской печи.



Фиг. 11. Загрузочная коробка для дров системы Смирнова

При работе на сухих дровах при влажности $\leq 25\%$ в мартеновской печи достигается вполне удовлетворительная температура. Работа же на дровах с высокой влажностью (до $40-50\%$) ухудшает работу мартеновских печей, значительно увеличивает продолжительность плавки и требует для повышения температуры в печах применения карбюрации газа мазутом.

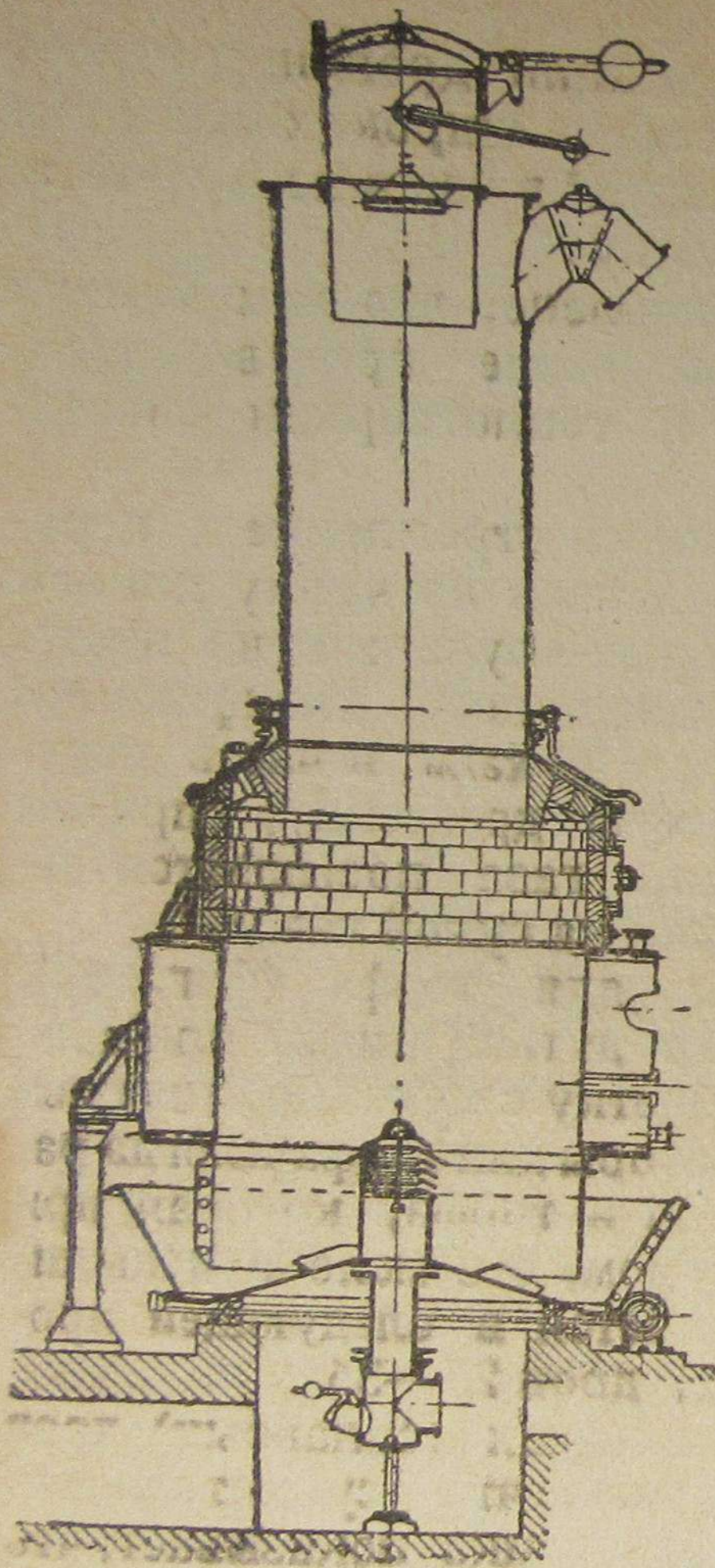
Интенсивность газификации дровяных газогенераторов колеблется в весьма широких пределах, а именно от 100 до 200 кг/м^2 в час в пересчете на абсолютно сухую древесину.

Опытным путем установлено, что чем меньше размеры поленьев, тем выше производительность газогенераторов и теплотворная способность газа.

В связи с этим наметилось стремление к переходу с однометровых поленьев на чурку длиной $250-300 \text{ мм}$, а в некоторых случаях и на щепу. В последнем случае интенсивность газификации может быть доведена до 400 кг/м^2 в час в пересчете на абсолютно сухую древесину, причем теплотворная способность газа повышается до 1600 кал/м^3 и выше, считая на сухой газ.

Новейшие генераторы для торфа (фиг. 12), помимо паро-воздушного дутья, имеют вращающуюся колосниковую решетку с механическим выгребом золы. Газогенераторы для торфа иногда работают на смеси из дров и торфа, которая при хорошем торфе (т. е. сухом, без мелочи и пыли) и сухих дровах составляется в следующей пропорции: торфа $65-75\%$, дров $25-35\%$.

В случае применения сырых (сплавных) дров рекомендуется газ осушать, что осуществляется орошением газа водой. Практика показывает, что неосушенный дровяной газ из сырых дров перед поступлением в регенераторы мартеновских печей имеет обычно рабочую теплотворную способность порядка $800-1000 \text{ кал/м}^3$, что не удовле-



творяет требованиям мартеновского процесса.

Газовщику особое внимание следует обращать на то, чтобы:

1) дрова поступали по возможности мелкоколотыми;

2) загрузка дров производилась небольшими порциями;

3) газогенератор всегда был заполнен дровами;

4) температура газа на выходе из газогенератора не поднималась выше $150-200^{\circ}$. Снижения температуры на выходе из газогенератора можно добиться ликвидацией образовавшихся в шахте костров, полной загрузки газогенератора дровами и пр.

При плохом, мелком и пылеватом торфе и плохих дровах

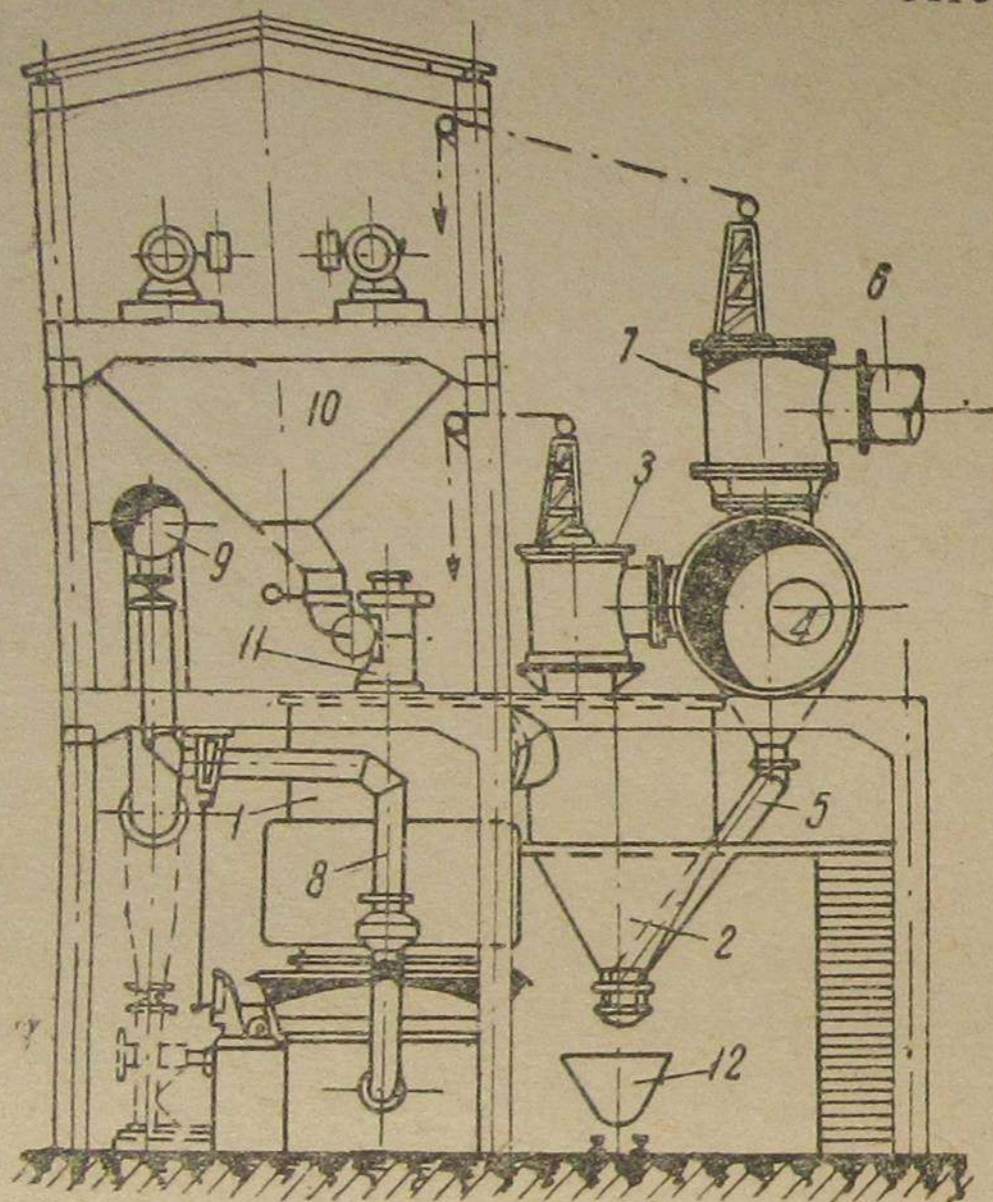
Фиг. 12. Газогенератор для торфа системы AVG.

мягкой породы (осина, ель), сырых, свежей рубки, с содержанием влаги $35-40\%$, смесь составляет в иной пропорции, а именно: торфа 50% , дров 50% . Дрова для составления смеси подготавливаются распиловкой на чурки длиной около 200 мм, толщиной $120-180$ мм.

Выше мы говорили о каждом генераторе в отдельности. Но ни одна печь не работает с одним генератором, а одновременно с несколькими, которые составляют так называемую батарею. Обыкновенно каждую печь обслуживают три-четыре генератора, из которых один необходимо держать в запасе на случай ремонта, аварии или неполадок с другими генераторами. Если на заводе нет центральной газогенераторной станции, то здание генераторной располагается вблизи мартеновского цеха. Газ из каждого генератора через горловину и газоочиститель поступает в газовый коллектор. Каждая печь обычно имеет отдельный газосборник. Каждый газогенератор должен иметь клапан, при помощи которого он в любой момент может быть выключен и изолирован от всей батареи. В газоочистителе собирается сажа, которая время от времени из него удаляется. Вода, пар и воздух, подводимые к генераторам, должны иметь отсекающие и регулирующие приспособления. Воздух, кроме того, должен иметь предохранительные клапаны для предупреждения взрыва в том случае, когда дутье прекратится (что может случиться при внезапной остановке вентилятора вследствие от-

сутствия тока или аварии) и газ из генератора засосет в воздухопровод.

Газогенераторная установка с сухой очисткой, показанная на фиг. 13, состоит из: газогенератора 1;



Фиг. 13. Газогенератор установки с сухой очисткой

пылеуловителя 2; тарельчатого затвора 3 и 7, коллектора 4; рукава для пыли 5; газопровода к потребителю 6; воздухопровода к газогенератору 8; общей воздушной магистрали 9; бункера 10; загрузочного приспособления 11; вагонетки для пыли и золы 12.

Газовые коллекторы лучше всего делать наземными, что создает большое удобство и до-

ступ в отношении ухода за ними. В наземных газосборниках упрощаются чистка и выдувка сажи, удаление которой из подземных газовых галлерей представляет тяжелую, грязную, изнурительную работу и вызывает значительный простой печей.

Наземные газовые коллекторы делаются из листового железа и внутри футеруются шамотным кирпичом. Питание углем должно быть механизировано и автоматизировано. Над каждым генератором должен быть свой бункер с соответствующим регулирующим приспособлением, из которого уголь поступает непосредственно в загрузочную коробку. Прибывающие вагоны с углем разгружаются в угольную яму у самых генераторов; из последних уголь грейфером, приспособленным к мостовому крану, поднимается на верхний ярус, где расположены бункеры, и загружает их. Бункер должен быть рассчитан на запас угля на $1\frac{1}{2}$ —2 дня.

Из сказанного о генераторах каждому газовщику должно быть понятно следующее.

1. Наиболее совершенной системой генераторов для каменного угля является генератор с полной механизацией процесса и автоматическим шурованием угля или хотя бы с вращающейся колосниковой решеткой и охлаждением нижней, металлической части шахты. Он наиболее прост для ухода, дает самое совершенное сгорание топлива, наилучшие технико-экономические показатели, а в связи с этим снижение расхода

горючего на 1 т стали и в результате — удешевление всего передела.

2. Вся газогенераторная установка, начиная от питания ее топливом и кончая удалением золы, шлака и сажи, должна быть механизирована для облегчения тяжелой, грязной, изнурительной работы и для сокращения количества рабочих рук.

V. НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

Отремонтированный или новый газогенератор вводят в действие следующим образом: на колосники насыпают основание будущего слоя топлива из генераторной золы, затем загружают в газогенератор дрова и через некоторое время, пока происходит сушка кладки шахты, топят только дровами. Затем постепенно загружают уголь и понемногу подают воздух. Дым при этом выпускают через загрузочные коробки, которые оставляют открытыми. По мере накопления жара увеличивают подачу угля и дутье, для чего постепенно открывают шиберки воздухопровода, подводящего воздух к генераторам. Вначале получается сырой, холодный газ, который совсем не горит. Затем, через несколько часов, газ начинает загораться, если к нему поднести зажженную паклю, но тухнет, когда, ее отводят. Наконец доводят генератор до состояния его нормальной работы. Когда газ готов, он зажигается на лючках или свечах и продолжает гореть, ес-

ли отвести от него горящую паклю, при помощи которой он был зажжен. От начала загрузки угля до пуска газа в печь обычно проходит от 8 до 12 час. Во время растопки клапаны, отделяющие генераторы от газопровода, должны быть закрыты.

Уход за газогенератором во время работы заключается в следующем: поддерживается постоянно та интенсивность горения, которая наиболее благоприятна для равномерного образования газа хорошего состава, загружается свежий уголь и систематически и регулярно выгребается зола.

Для каждой системы газогенераторов и разного характера топлива практическим путем должен быть найден наиболее благоприятный слой топлива, при котором можно получить наиболее богатый газ и при котором возможны частая и нетрудная шуровка, а также легко производить удаление золы. Нормальный доброкачественный генераторный газ должен быть следующего состава (в объемных процентах):

Окиси углерода (CO)	26—30
Углекислоты (CO ₂) не более	3—5
Водорода и метана	12—16
Влаги	4—5

Нормальной высотой слоя топлива в генераторах, например системы Моргана, считая от верхнего уровня конуса (колосников), при работе на южных газовых углях, следует считать

600—1000 мм и не меньше 450—500 мм. Конус должен быть покрыт не углем, а шлаком и золой во избежание его быстрого сгорания.

Поддержание слоя угля на одном определенном уровне имеет огромное значение для нормального хода генератора. Поэтому на каждом генераторе должен быть специальный щуп — железный прут с насечками, которым через шуровочное отверстие замеряется высота слоя в разных точках поверхности горючего в шахте генератора.

Так как поверхность угля вследствие высокой температуры и присутствия шлакующих составных частей имеет склонность спекаться, то ее время от времени (и притом довольно часто) нужно шуровать и пробивать специальными железными ломками, называемыми пикиками. Пики опускаются через шуровочные кольца, а шуровка производится вручную, что является очень тяжелой работой. Шурование производится с целью:

- 1) избежать образования спекающейся корки на поверхности топлива, которая препятствует газификации, так как проникновение газа через нее затрудняется;

- 2) обеспечить получение ровной горизонтальной поверхности слоя угля, что способствует более равномерному ходу газогенератора;

- 3) не допустить образования настывей на стенах генераторов;

- 4) избежать образования шлаковых «козлов»;

- 5) равномерно распределить топливо, оставляя

в толще его необходимые пустоты для скопления и прохождения газа.

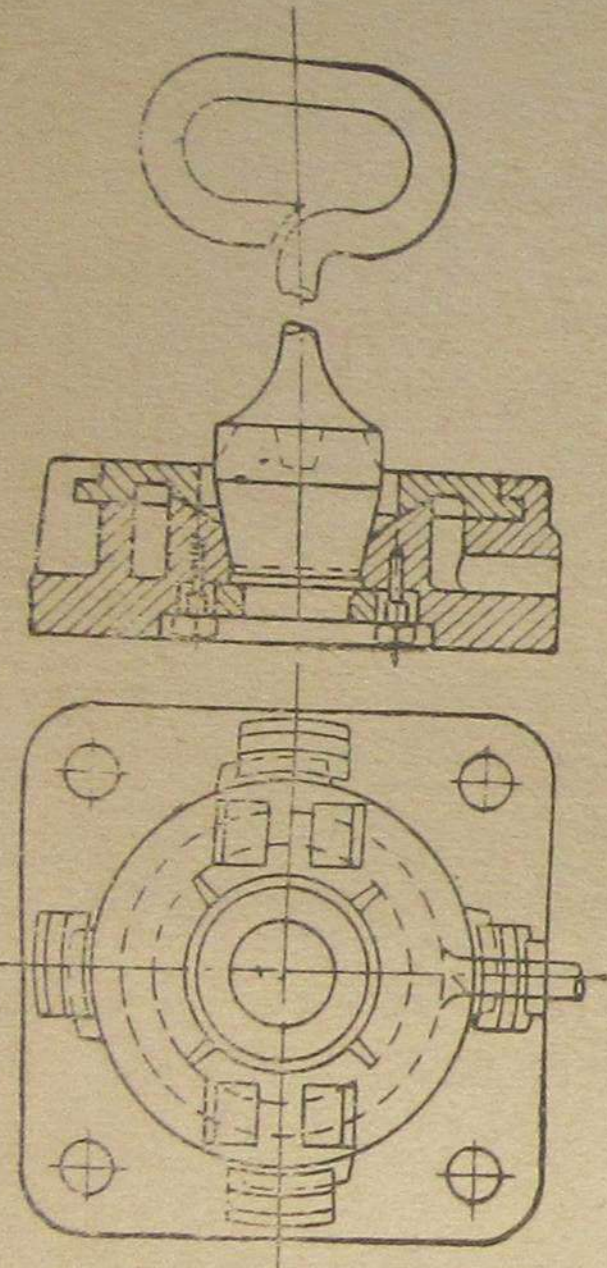
Шуровку следует производить одновременно во всех генераторах цеха по специальному сигналу или по специальному графику.

В газогенераторах, не имеющих механической шуровки, последняя должна быть по возможности механизирована. Длина пики принята около 5 м, толщина 30—35 мм, поэтому поднять пику и вставить нижний конец ее в шуровочное отверстие руками очень трудно. Для этого вдоль линии генераторов под стропилами здания должна устраиваться балка, по которой передвигается блок. Через блок перекинута цепь с прикрепленным к ней крюком. Крюк, захватывая ухо пики, поднимает ее вверх и опускает в генератор. Шурование необходимо доводить до конца по всему сечению шахты, так как если в спекшемся угле пробить пикикой сплошную дыру только в одном месте и не расшуровать ее, то через нее будет прорываться воздух и пар, которые, не участвуя в газификации, бесполезно будут разбавлять генераторный газ и этим обеднять его.

Для обеспечения равномерности хода газогенератора лучше загружать топливо небольшими порциями, но чаще. Если уголь загружается в газогенераторы вручную, то около каждого газогенератора должен быть некоторый запас его, из которого нужно выбирать и удалять пустую породу и мелочь. Если зола не удаляется механически, как в генераторах с вращающимися колосниками, то

ее нужно вручную (лопатами) извлекать из поддувал постепенно и систематически, чтобы не нарушать установившегося слоя топлива.

Во избежание утечки газа шуровочные кольца должны снабжаться противодутьевыми, паровыми или воздушными завесами (фиг. 14). Противодутьевые завесы, кроме устранения утечки газа, несут и другую, весьма полезную службу по линии охраны труда: избавляют газовщиков от необходимости дышать вредным газом во время шуровки газогенератора.



Фиг. 14. Шуровочный затвор с паровой завесой

Газопроводы должны быть тщательно герметизированы, чтобы не было щелей и отверстий, через которые мог бы просачиваться газ.

Газовый переводный барабан ни в коем случае не должен во время перекидки выходить из воды, так как, помимо утечки газа, при этом может произойти взрыв.

Некоторое количество газа улетучивается в трубу в момент перекидки, что является неизбежным при существующей почти на всех заводах конструкции переводных газовых барабанов.

Во избежание этой утечки необходимо ставить особые отсекающие клапаны, которые автоматически задерживают газ в момент перевода барабана.

Температура газа при выходе его из горловины должна быть около $600-700^{\circ}$. Во всех резервуарах, собирающих газ, а также во всех газопроводах, собирается сажа и тем сильнее, чем выше упругость воздушного или парового дутья. Поэтому время от времени горловины, коллекторы, газосборники и борова необходимо очищать от сажи. Чем ближе к печам расположены газогенераторы, чем меньше поперечное сечение коллекторов и боронов, тем скорее они забиваются сажой.

Чистка газопроводов от сажи должна производиться не реже одного раза в месяц, а иногда даже и два раза в месяц, так как газопроводы быстро заносятся сажой.

Удаление сажи вручную заключается в том, что после остановки печи люки в газопроводах открываются, газопроводы заливаются водой и после того, как наступит некоторое охлаждение и удалятся вредные газы, рабочие по лестнице спускаются в газопроводы, откуда по веревке извлекают на поверхность земли наполненные сажой ведра.

Операция эта представляет собой тяжелую, производимую в условиях высокой температуры, грязную работу, к тому же настолько длительную, что, например, на 50-й печи она продолжается около 15—18 час., вызывая, таким образом, большие простои печей.

Механизация должна быть направлена к тому, чтобы подъем сажи из подземных газопроводов осуществлялся при помощи бадьи, подвешенной на блоке и соединенной с переносным воротом, который может приводиться в движение от электромотора.

Радикальным мероприятием по очистке газопроводов от сажи является удаление ее при помощи пара, который подводится шлангами в люки газопроводов и газовых коллекторов. Эту операцию более удобно осуществлять в газопроводах, расположенных над землей.

Кроме того, механизация очистки газопроводов от сажи может быть быстро, рационально и хорошо организована путем высасывания ее эксгаустером. Один конец специального шланга, смонтированного с эксгаустером, опускается в газопровод, а другой конец подается к вагону, в который сажа поступает прямо из газопровода. Вагон по наполнении его сажей вывозится к отвалу.

В дровяных газогенераторах отлагается не сажа, а смола, которая собирается в специальных отстойниках. Необходимо систематически удалять ее из отстойников и давать ей полезное применение (карбюрация газа), вводя в жидком виде в вертикальные газовые каналы печи, что повышает теплотворную способность газа, обогащая его горючими составными частями.

Теперь скажем несколько слов об уходе за генераторами, работающими на дровах.

Необходимо следить за аккуратной, регулярной

своевременной загрузкой дров, не допуская понижения уровня их в генераторе, так как это ухудшает газ. Здесь, так же как и в каменноугольных генераторах, применяется щуп для определения толщины слоя дров. Генератор должен быть загружен по возможности полным. Дрова должны быть сухими с минимальным содержанием влаги, однородными, мелкоколотыми (в виде поленьев не толще 120—175 мм), а также должны правильно и компактно укладываться в загрузочную коробку во избежание кострея их в шахте генератора, что нарушает нормальный ход последнего.

Так как древесная зола очень тугоплавка, то она только скопляется на колосниках, не сплавляется и не затягивает их. Поэтому уборка ее довольно проста и производится вручную.

Доставка дров на генераторы, а также питание ими генераторов должны быть механизированы. Наиболее рациональной в этом деле является воздушная подвесная дорога, по которой дрова доставляются в специальных коробках, предварительно нагружаемых на складе дров. Коробка задерживается над загрузочным приспособлением, раскрывается и дрова попадают в загрузочный аппарат. Опорожненная коробка следует по воздушной дорожке обратно в склад.

Уход за торфяными газогенераторами в отношении верхней их части почти ничем не отличается от ухода за дровяными генераторами. Контроль за уровнем засыпки торфа здесь также очень важен, но золы по сравнению с дровами получается гораздо

больше, она более склонна к спеканию, и поэтому работа по очистке колосников и уборке ее в этих случаях требует большого внимания.

Обеспечение нормального хода газогенераторов, имеющего для процесса мартеновской плавки громадное значение, требует наличия опытного обслуживающего персонала — газовщиков с достаточно высокой квалификацией.

При правильной организации штатов для всей генераторной установки в каждой смене должно быть достаточное число газовщиков, на которых возлагаются весьма ответственные обязанности по обеспечению печей необходимым количеством калорийного газа. Газовщик должен быть знаком с сущностью работы газогенераторов, с природой генераторного, доменного, коксового газа, со значением дутья парового и воздушного. Он должен также хорошо знать сеть газопроводов, боровов, переводных устройств, предохранительных устройств, контрольно-измерительные приборы и т. д.

Наблюдение за исполнением всех предписаний по уходу за генераторами и режиму их должно быть возложено на старших газовщиков.

Из сказанного о нормальном режиме газогенераторов вытекают следующие положения:

1. Правильный уход за газогенераторами требует систематического питания их топливом, поддержания постоянного слоя топлива, безусловного механического или ручного шурования его в газогенераторах, регулярного выгребания и удаления золы.

2. Наилучшими каменноугольными газогенерато-

рами являются газогенераторы с полной механизацией процесса, с механической шуровкой топлива (газогенераторы Вельмана и Чепмана).

3. Дровяные и торфяные газогенераторы должны быть также механизированы в отношении подачи топлива и распределения его в генераторе. Они должны быть обеспечены таким же внимательным уходом, как и каменноугольные газогенераторы.

V. ТЕПЛОВЫЙ БАЛАНС ГАЗОГЕНЕРАТОРА И КОЭФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЕГО

Газогенераторный процесс, как и всякий другой тепловой процесс, потребляющий тепло, должен использовать последнее наилучшим образом, или, как говорят техническим языком, давать наибольший коэффициент полезного действия.

Величина этого коэффициента выявляется тогда, когда мы знаем все статьи расхода тепла при ведении процесса, т. е. полезные и бесполезные. Полезные статьи расхода тепла, это те, которые входят в коэффициент полезного действия, а бесполезные те, которые составляют потери тепла.

Составление теплового баланса газогенератора заключается в учете всех приходных и расходных статей и в определении внешних потерь тепла. Ниже приводим в виде примера тепловой баланс газогенератора системы Хильгера, который составлен на одном из металлургических заводов и подсчитан на основании данных, полученных при испытании газогенераторов в течение трех дней.

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ГАЗОГЕНЕРАТОРА СИСТЕМЫ ХИЛЬГЕРА

Приход топлива (в калориях)

Теплотворная способность угля	$100 \times 7594 = 759\,400$
Теплосодержание пара из котлов	$47 \times 650 = 30\,550$
» сухого воздуха $1,29 \times 0,24 \times 40 \times 379 =$	$4\,546$
» паров воздуха $3,6 \times 0,6 \times 40 =$	88
Итого	794\,584

Расход тепла

	%	Кал
Теплопроизводительность газов	59,63	473\,825
» смолы	5,96	47\,473
Лучеиспускание	3,89	30\,924
Нагрев смолы до 850°	0,31	2\,465
Потеря углерода в золе	0,38	3\,102
» в котле	8,98	71\,383
Нагрев газов	20,83	165\,412
Итого	100,00	794\,584

Анализ угля (в процентах)

Углерод (C)	72,74
Водород (H ₂)	4,70
Кислород (O ₂)	6,90
Азот (N ₂)	0,76
Сера (S)	3,11
Зола	9,79
Влага (H ₂ O)	2,00
Сумма	100

Анализ газа

Углекислота (CO ₂)	10,25
Кислород (O ₂)	0,19
Окись углерода (CO)	11,76
Водород (H ₂)	12,78
Метан (CH ₄)	2,22
Азот (N ₂)	57,47
Влага (H ₂ O)	5,33
Сумма	100

Теплотворная способность 1 кг каменного угля — 7 594 Кал.

» » 1 м³ газа. — 899 Кал.

100 кг угля дают 527 м³ газа.

Коэффициент полезного действия газогенератора — 80,45%.

VI. КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Целью правильного процесса газификации является получение газа, обладающего достаточной калорийностью, с ровным, неизменяющимся составом горючих составных частей, с минимальным содержанием влаги, пыли и серы.

Это может быть достигнуто при наличии:

- 1) топлива высокого качества,
- 2) усовершенствованной конструкции генератора, соответствующей данному виду топлива,
- 3) достаточной степени механизации процесса газификации.

Эти условия влекут за собой определенную интенсивность горения, которая требует достаточного количества воздуха и пара от паровых котлов для увлажнения дутья. Можно считать, что эти величины мало изменяются при определенном, ровном ходе генератора и при расходовании топлива одинакового качества. Поэтому контроль работы генератора в основном должен сводиться к определению:

- 1) количества и давления вдуваемого в генератор воздуха и пара;
- 2) температуры вдуваемого воздуха;
- 3) температуры генераторного газа;
- 4) количества и давления генераторного газа;
- 5) анализа генераторного газа.

Контроль должен осуществляться применением контрольно-измерительных приборов, о которых мы подробно скажем ниже и применение которых с из-

бытком окупается получаемой от этого экономией.

Простейший контроль в любой момент можно осуществлять и без этих приборов, но, конечно, грубо приближенно, по следующим признакам:

1) по виду пламени горящего газа, вырывающегося из открытого шуровочного кольца;

2) по цвету газа, выходящего оттуда же;

3) по нагреву и накалу конца железной пики, опускаемой в генератор через шуровочное кольцо.

Блестящее и длинное пламя говорит о богатстве газа горючими составными частями. Короткое и тусклое пламя свидетельствует о холодном ходе генератора или же образовавшихся прогарах, при которых воздух или пар сильно разбавляет газ.

Желтый оттенок газа получается при холодном ходе, когда пары смолы незначительно разлагаются. При более горячем ходе часть смолы разлагается и цвет из желтого переходит в голубой с коричневым оттенком. Лучшим газом считается голубой с едва коричнево-желтоватым оттенком, так как он содержит много окиси углерода. Такой газ получается при нормальном ходе генератора, имеет сравнительно невысокую температуру, из шуровочного кольца вырывается в виде густой клубящейся струи, слабо загорающейся на воздухе.

Газ, загорающийся сразу при выходе из кольца, имеет высокую температуру и говорит о прогарах и плохом ходе генератора.

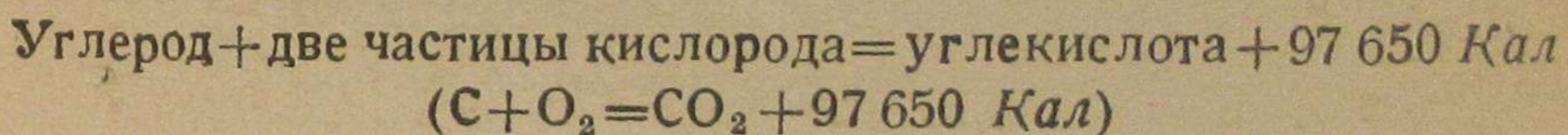
Довольно ясное представление о ходе процесса в генераторе может дать железная пика, опускаемая

на 5—10 мин. через шуровочное отверстие в толщу угля, вплоть до колосников.

При нормальном ходе генератора пика должна показать следующее:

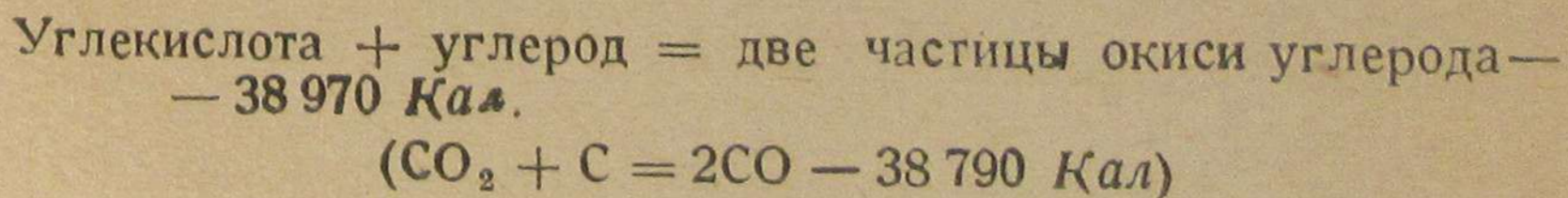
Конец пики нагрет, но не до накала, так как он был погружен в шлаковую подушку, прикрывающую колосники, т. е. в постепенно остывающий шлак; высота этого участка может свидетельствовать о наличии шлаковой подушки и о толщине ее; она должна быть около 200—300 мм.

Выше пики нагрета докрасна, это вполне естественно, так как она попала в зону энергичного горения, при котором имеет место идущая с выделением тепла следующая реакция горения углерода за счет кислорода:



Толщина этого пояса должна быть около 200 мм.

Дальше идет нагретая, но не докрасна, совершенно чистая поверхность пики; это — восстановительная зона с реакцией образования окиси углерода, идущей с поглощением тепла:



Эта зона является наиболее важной, так как она дает главную составную часть газа — окись углерода, высота ее должна быть 350—400 мм.

Поверхность пики нагрета слабо и покрыта в нижней части смолой, в верхней — сажистым углем.

Это зона сухой перегонки. Нормальная ее толщина 200—300 мм.

Теперь сосчитаем всю толщину слоя угля, начиная от верхней точки шлаковой подушки:

Зона образования углекислоты	200—250 мм
» » окси углерода	400—450 »
» » сухой перегонки	200—300 »
<hr/>	
Всего	800—1000 мм

Как мы сказали выше, толщина слоя угля в 600—1000 мм характеризует нормальный ход генератора.

Высота слоя колеблется от 600 до 1000 мм. Это колебание зависит от качества угля, а именно: от величины кусков, пылеватости, степени спекаемости угля, зольности, содержания влаги и т. д.

При расходе крупного угля слой его можно повышать, но дутье при этом нужно усилить. Если же толщина слоя остается одинаковой, то упругость дутья следует уменьшить. При содержании в газовом угле пыли слой его нужно уменьшить.

Многие южные заводы вынуждены работать на весьма пылеватом угле. Так например, содержание пыли, проходящей через сито с очком в 1 мм² на одном крупном южном заводе доходит до 37%. При легкоспекающихся углях толщину слоя топлива необходимо держать ниже, повышая одновременно упругость дутья, так как мелкие части спекающихся между собой при сухой перегонке частиц угля легко образуют на поверхности корки, непроницаемые для газа, и последний может про-

никать не иначе, как по границам спекающихся масс.

Содержание золы отражается на работе генератора, внизу, у поддувал. Чем выше зольность тем чаще и аккуратнее нужно выгребать золу, последняя удаляется вручную; если же удаляется механически, то поддон в единицу времени должен делать больше оборотов и лопатка для выгреба золы должна опускаться дальше. Наличие шлаковой подушки имеет большое значение по следующим соображениям: во-первых, благодаря капиллярности влага, необходимая для грануляции золы и обогащения газа водородом, получаемым от ее разложения, легче поднимается вверх; во-вторых, такая постоянная шуба стывающего шлака предохраняет колосники от быстрого сгорания, обуславливает более продолжительную их службу и избавляет газогенератор от простоев, вызываемых сменой прогоревших колосников.

Выше мы говорили о холодном и горячем ходе газогенераторов. Поясним эти явления, которые должны отмечаться контролем. Холодный ход характеризуется температурой в верхней части шахты ниже нормальной, последняя должна держаться на уровне 600—700°. На глаз этот газ при открытии гляделок кажется темным (сажистым). Чтобы исправить такой ход, необходимо сделать следующее:

1) понизить слой угля путем выгреба большого количества золы и немедленно загрузить хороший уголь;

2) повысить упругость дутья.

Горячий ход генератора также вреден. Его можно установить по сравнительно небольшому количе-

ству сероватого цвета газа, выходящего из шуровочных отверстий.

Такой ход легче исправить, чем холодный. Для приведения генератора к нормальному ходу необходимо:

- 1) немедленно произвести тщательную шуровку;
- 2) подсыпать свежего угля для увеличения слоя;
- 3) понизить упругость дутья, а если в генератор вводится пар, то увеличить его количество.

Довольно частое и неприятное явление на генераторах — прогары. Они представляют собой более или менее сплошные колодцы, которые образуются в толще топлива и через которые пар и воздух прорываются в верхнюю часть шахты, не принимая участия в газификации, разбавляя и обедняя образовавшийся газ.

Прогары могут обнажить колосники и вызвать преждевременное их сгорание.

Для устранения прогаров необходимо:

- 1) немедленно произвести тщательную и глубокую шуровку;
- 2) вновь подаваемый уголь стараться направить на место образовавшегося прогара путем засыпки его в коробке к той стороне ее, которая расположена ближе к прогару; засыпать уголь нужно до тех пор, пока уровень его при определении щупа не окажется ровным.

При легкоплавкой золе угля иногда на внутренней кладке шахты газогенератора образуются настывы, т.е. наросты, которые сильно расстраивают ход генератора, так как опускающееся топливо

задерживается на них. При работе на таких углях необходимо прежде всего предупредить их образование путем ощупывания стенок генератора пикой и сбивания начинающих образовываться настывей. Большие настывы удаляются путем размягчения их. Для этого умышленно временно понижают шлаковую постель путем выгреба золы из поддувал; затем резко нагревают генератор, увеличивая дутье и уменьшая пар. Настывы под действием температуры начинают размягчаться, приобретают тестообразное состояние и начинают тянуться. В это время количество пара увеличивают, мягкая настывь разрыхляется и исчезает, после чего газогенератор приводят в состояние нормального хода.

Итак, контроль за газогенераторами может осуществляться либо грубо на-глаз — путем тех наблюдений, о которых мы говорили, либо точно — путем установки и применения контрольно-измерительных приборов, которые должны получить широкое распространение в соответствии с принципом: «Измерять — значит экономить».

Для правильного надела любого технологического, теплового и прочих процессов необходимо иметь определенные требования и указания, характеризующие ход процесса в любой момент.

Таковыми показателями являются: температура, количество и качество газа, давление и мощность газогенератора.

Ниже мы приводим перечень основных измерений и наименование контрольно-измерительных приборов, необходимых для газогенераторов.

№ по порядку	Наименование агрегатов и измерения	Пределы измерения	Наименование контрольно-измерительных приборов для данных измерений	Пределы показаний шкалы	Количество точек замера	Примечания
1	Температура	Окруж. среда	Ртутный термометр	До 100°	I	По числу генераторов
2	Воздуха, подаваемого вентилятором	800—900°	Термоэлектрич. пирометр То же	» 1000°	I	
3	Газа в каждом генераторе	800°		Ртутно-пружинный термометр или термометр сопротивления Термоэлектрический пирометр		» 1000°
4	Газа в общем газопроводе	До 300°				
5	Пара перед каждым генератором	До 1200°				
6	Шлака, если генератор работает с выпуском шлака	До 3000 м ³ /час	Волюмометр	До 3000 м ³ /час	I	
	Количество					

№ по порядку	Наименование агрегатов и измерения	Пределы измерения	Наименование контрольно-измерительных приборов для данных измерений	Пределы показаний шкалы	Количество точек замера	Примечания
7	Количество		Волюмометр			По числу генераторов
8	Воздуха, подаваемого для каждого газогенератора	До 250 кг/час	Паромер » » »	До 250 кг/час	I	По числу генераторов
9	Пара на дутье, общее	До 588 кг/час		До 600 кг/час	I	
10	Пара на дутье для каждого газогенератора			»		
11	Пара на увлажнение воздушного дутья, общее					
12	Пара на увлажнение воздушного дутья для каждого газогенератора		Водомер			По числу генераторов
	Воды у ватер-жакета					

№ по поп.	Наименование агрегатов и измерения	Пределы измерения	Наименование контрольно-измерительных приборов для данных измерений	Пределы показаний шкалы	Количество точек замера	Примечания
13	Зонд для определения высоты горючего в шахте газогенератора		Зонд			По числу генераторов
14	Угля, поступающего в генератор		Вагонеточные весы общ. и объемн. мера для каждого генератора		I	
15	Качество Теплотворная способность генераторного газа на общем газопроводе	До 1300 кал/м ³	Калориметр газовый «Юнкерс» или «Унион»	До 1300 кал/м ³	I	
16	Анализ генераторного газа в каждом газогенераторе	H ₂ , CO ₂ и CO ₂ + H ₂	Газоанализатор типа Моно-К или Сименса	CO до 15%— CO до 30% H ₂ —25%		По числу генераторов
17	Анализ генераторного газа в общем газопроводе	То же	То же	То же	I	

№ по поп.	Наименование агрегатов и измерения	Пределы измерения	Наименование контрольно-измерительных приборов для данных измерений	Пределы показаний шкалы	Количество точек замера	Примечания
18	Давление Газа в общем газопроводе	25—55 мм вод. ст.	Манометр типа «Гидро» или Гартмана и Брауна	25—55 мм вод. ст. до 100 мм	I	По числу генераторов
19	Газа от каждого газогенератора	То же	То же	То же		
20	Пара в паропроводе для паровоздушного дутья	8—10 ат	Манометр типа Бурдона или пластинчатый	8—10 ат	I	
21	Воздуха, подаваемого вентилятором в поддувало газогенератора	60—80 мм вод. ст.	Манометры типа Фюсса с обработкой трубок	60—80 мм вод. ст.		По числу генераторов
22	Воздуха в общем воздухопроводе	60—80 мм вод. ст.	Манометр типа «Гидро» или Гартмана и Брауна, то же Фюсса	60—80 мм вод. ст.	I	

VII. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ГАЗОГЕНЕРАТОРАХ

Давление газа

Давление газа в газогенераторе и газопроводах должно быть больше давления окружающего воздуха. Это значит, что при открывании шуровочных отверстий из них обязательно должен выбивать газ.

Ни в коем случае нельзя допускать даже на короткое время, чтобы при открывании шуровочных отверстий в них втягивало воздух. Это очень опасно и может привести к взрыву.

Взрыв может произойти по следующей причине: если давление газа в газопроводе или генераторе будет меньше давления окружающего воздуха, то через неплотности в газопроводе или через шуровочные отверстия устремится воздух, который, смешавшись с газом, образует взрывчатую смесь. Взрывчатая смесь взрывается, неся за собой тяжелые последствия.

Давление газа, или, как говорят, напор газа, можно определить двояким способом: во-первых, по высоте струи газа, выходящей из шуровочного отверстия (чем больше давление газа, тем выше струя газа); во-вторых, очень простым прибором, называемым водяным манометром (фиг. 15).

Как видно из фигуры, водяной манометр состоит из изогнутой стеклянной трубки, прикрепленной к дощечке. Один конец трубки остается открытым: другой же конец присоединяется к газопроводу.

Если давление в газопроводе, больше, чем давле-

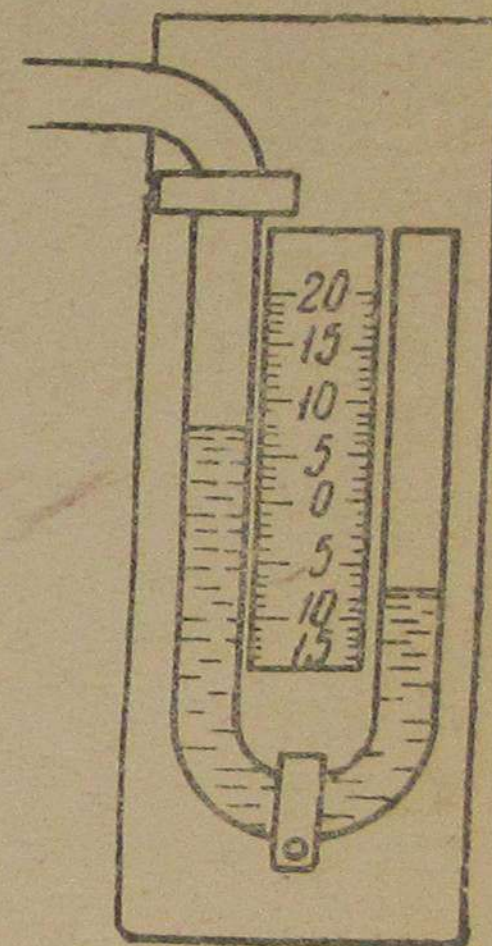
ние окружающего воздуха, то уровень воды в открытом конце манометра будет выше, чем в конце, присоединенном к газопроводу.

Чем больше разность уровней в правой и левой трубках, тем большее давление имеет газ.

Нормально столб воды в открытой трубке выше столба воды в трубке, соединенной с газопроводом, на 20—30 мм. Если же давление в газопроводе ниже давления окружающего воздуха, то уровень воды в открытой трубке будет ниже, чем в трубке, соединенной с газопроводом. Это явление, как мы уже говорили, недопустимо, так как может явиться причиной взрыва.

Причиной взрыва иногда может явиться также внезапная остановка вентилятора, подающего воздух для горения. При нормальной работе в газопроводе газ имеет определенное давление. Как только вентилятор остановится, давление воздуха под колосниками упадет и станет меньше, чем давление газа в газопроводе. Газ пойдет обратно из газопровода в генератор, а оттуда может пойти в воздухопровод, где, смешавшись с воздухом, взорвется.

Во избежание несчастных случаев необходимо принимать ряд предосторожностей: устраивать



Фиг. 15. Водяной манометр для определения давления газа

сигнализацию, устанавливая обратные и предохранительные клапаны, своевременно закрывать воздушные задвижки.

Пуск газа в печь

Пуск газа во вновь построенную или отремонтированную мартеновскую печь должен быть произведен с большим вниманием и осторожностью. При этом должны быть соблюдены следующие правила.

1. Перед пуском газа газопровод (подземный или наземный футерованный) должен быть хорошо просушен.

2. Печь, в которую пускают газ, должна быть хорошо нагрета; та сторона, с которой будет пущен газ, часа за два до пуска должна быть особенно нагрета, для чего на эту сторону набрасывают больше дров.

3. Все люки газопровода должны быть хорошо герметизированы.

4. Клапан, отделяющий газопровод от печи, должен быть перед пуском закрыт и засыпан глиной или песком.

5. Перед пуском газа в печь его выпускают на концевой люк газопровода и зажигают. Если газ хорошо горит (непосредственно у выхода из люка), то его можно пускать в печь; для этого поднимают клапан, отделяющий газопровод от печи, и захлопывают одновременно люк, на котором горел газ. Предварительно, однако, газ выпускают в трубу в течение 15—25 мин. для вытеснения воздуха.

Затем ставят барабан на ту сторону печи, которая лучше нагрета, и направляют в нее газ.

Перед пуском газа газовщик должен сам осмотреть, все ли люки хорошо обмазаны, тщательно ли подсыпан клапан, нет ли где-нибудь засоса холодного воздуха и т. п.

Основным условием пуска газа в печь является наличие хорошего давления газа.

Чистка сажи

При открывании люков газопровода во время чистки сажи надо стоять в стороне, так как возможны вспышки газа.

При чистке подземного газового тоннеля прежде всего необходимо тщательно проветрить канал.

Помимо рабочих, занятых непосредственно на чистке, необходимо иметь еще двух рабочих специально для наблюдения за работающими и для подачи им помощи в случае необходимости. Рабочие, назначенные для наблюдения, должны быть из числа опытных и знающих эту работу. Они должны неотлучно находиться около места работы, причем один из них всегда находится на поверхности около люка и держит связь с другим, находящимся внизу у люка и наблюдающим за работающими.

ЛИТЕРАТУРА

- Проф. Н. А. Костылев, Тепловые расчеты и газогенераторы, Изд. Комитета втузов, 1931.
- Инж. Топерверх и инж. Лившиц, Что должен знать газовщик мартеновских печей. Изд. «Украинский рабочий», 1931.
- Инж. А. Г. Членов, Современные газогенераторы. Энергоиздат, 1934.
- Г. Р. Тренклер, Газогенераторы, Энергоиздат, 1933.
- Г. Германс, Современная сименс-мартеновская мастерская. ОНТВУ, Сталь, 1932.
- Рамбуш. Газогенераторы.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
I. Основные понятия о генераторном газе и газификации топлива в газогенераторах	6
II. Топливо для газогенераторов и влияние его на качество и состав генераторного газа	14
III. Системы наиболее часто применяемых газогенераторов	20
IV. Нормальный режим работы газогенераторов	40
V. Тепловой баланс газогенератора и коэффициент полезного действия его	49
VI. Контроль за работой газогенераторов и контрольно-измерительные приборы	51
VII. Правила техники безопасности при работе на газогенераторах	62