

Инж. А. И. ДЕГТЯРЕВ

НАГРЕВАЛЬЩИК

ОБОРОНГИЗ НКАП

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ АВИАЦИОННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1945

Редактор *К. А. Пономарева*

A23753. Подп. в печ. 1/X 1945 г.
Печ. л. 3¹/₂. Уч.-авт. л. 3,45.
Тип. зн. в печ. л. 40000. Цена 4 р.
Зак. 435/1079.

Типография Оборонгиза.

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Приступая к изданию «Библиотечки рабочего авиационной промышленности», Оборонгиз поставил своей задачей помочь рабочим авиационных заводов быстрее освоить их профессию. «Библиотечка» состоит из 5—6 небольших книг, составленных со строгим учетом их назначения и дающих рабочему необходимую подготовку.

Каждый производственный рабочий, независимо от его специальности, должен уметь пользоваться чертежом и получать из него необходимые сведения. Для этого в «Библиотечку» входит книга «Чтение чертежей».

Всем рабочим необходимо знать свойства материалов, из которых на заводе изготовляют машины. Только при этом условии рабочий может сознательно относиться к работе и избегать ошибок. Первоначальному изучению материалов посвящена книжка «Авиационные материалы».

Правильная организация труда имеет огромное значение для успешной работы. Поэтому в «Библиотечку» входит книга «Организация труда».

При изготовлении различных деталей и при сборке машин приходится пользоваться измерительными инструментами. Рабочий должен правильно производить измерения и знать, в каких случаях каким инструментом надо пользоваться. Все это описано в книге «Техника измерений».

Рабочие приемы, порядок обработки, организация рабочего места и меры предосторожности при работе описаны в книгах, предназначенных для каждой специальности, например для слесаря, клепальщика, газосварщика, дуральщика и т. д.

Для более углубленного изучения каждой профессии в «Библиотечку» входят книги, содержащие подробное описание инструментов, приборов и приспособлений, например по резцам, сверлам, фрезам и т. д.

Оборонгиз просит читателей сообщать свои отзывы, замечания и пожелания по адресу: Москва, Рахмановский пер. д. 1.

Общие сведения

Топливом называют горючее вещество, способное при горении выделять большое количество тепла, которое можно использовать для промышленных целей.

При сгорании топлива выделяется некоторое количество тепла, которое можно измерить. Вес угля измеряют в весовых единицах — килограммах или тоннах; воду и другие жидкости измеряют в объемных единицах — литрах или кубометрах. Для измерения количества тепла в технике принята единица, называемая калорией.

Если взять один литр воды комнатной температуры, например, 10°C и нагреть ее до 11°C (всего на 1°), то говорят, что в этой воде прибавилось количество теплоты на одну калорию. Если нагреть эту же воду до 20°C , то в ней прибавится 10 калорий. Нагревая большее количество воды, например, 5 л с 20° до 30° , можно сказать, что в данной воде прибавилось 50 калорий, так как каждый литр увеличил количество тепла на 10 калорий, а 5 литров — в 5 раз больше, на 50 калорий.

Следовательно, калория — это такое количество теплоты, которое способно нагреть один литр воды на один градус.

Теплота содержится в каждом нагретом предмете: в дереве, камне, металле, и чем выше температура и больше вес его, тем больше содержится в нем тепла.

При сгорании одного и того же количества различных топлив выделяется неодинаковое количество тепла.

Количество тепла (в калориях), которое выделяется при сгорании 1 кг топлива, называется теплотворной способностью данного топлива или его теплопроизводительностью.

Теплотворная способность газового топлива определяется количеством тепла, выделяемого при сгорании 1 м³ газа.

Средние рабочие теплотворные способности различных топлив приведены в табл. 1 и 2.

Наилучшим топливом считается такое топливо, которое при сгорании выделяет большее количество тепла.

Таблица 1

Характеристика различных топлив

Виды топлива	Мар- ка	Зола %	Вода %	Рабочая тепло- творная способ- ность	Эквива- лент для перевода в услов- ное топливо
Донецкие угли					
Длиннопламенный	Д	17	11	5635	0,81
Газовый	Г	13	6	6445	0,92
Паровичный жирный	ПЖ	12,5	3,5	6 95	0,97
Коксовый	К	12	3	6 30	0,99
Паровичный спекающийся	ПС	12	3	7185	1,03
Тощий	Т	11	3	7430	1,06
Донецкий антрацит					
Плита и кулак	АП	5	4,5	7235	1,04
Крупный орех	АК	8	4,5	7170	1,02
Мелкий орех	АМ	10	4,5	6810	0,97
Семечко	АС	17	5	6130	0,92
Штыб	АШ	23	6	5890	0,84
Бурый уголь					
Подмосковный крупный	К	20	32	3380	0,49
Подмосковный ря овой мелкий	РМ	31	33	2715	0,39
Прочее топливо					
Торф	—	6—10	10—30	3210	0,45
Мазут	—	—	—	10000	1,43
Генераторный газ	—	—	—	1150—1450	—

Если взять определенное весовое количество какого-либо топлива за единицу, например, тонну каменного угля, то легко рассчитать для сравнения, какое весовое количество других топлив необходимо сжечь для получения такого же количества тепла, какое выделяет одна тонна каменного угля, принятого за единицу. При расчетах расхода топлива за единицу берут каменный уголь с теплотворной способностью 7000 калорий; это так называемое условное топливо.

Таким образом 1 кг торфа, выделяя при сгорании 3210 калорий тепла (см. табл. 1), обладает меньшей теплопроизводительностью, чем 1 кг условного топлива в $7000 : 3210 = 2,2$ раза, т. е. для получения такого же количества тепла, сколько выделяет 1 кг торфа, необходимо сжечь условного топлива в 2,2 раза меньше.

$$\text{т.е. } 1 : 2,2 = 0,45 \text{ кг.}$$

Таблица 2

Теплотворная способность дров при разной влажности

Влаж- ность	Лиственные			Хвойные		
	Вес одного кубо- метра кг	Тепло- творная способ- ность 1 кг кал/кг	Эквивалент для перехода в условное топливо	Вес одного кубо- метра кг	Тепло- творная способность 1 кг кал/кг	Эквивалент для перехода в условное топливо
0	304	4420	0,192	263	4510	0,170
5	320	4170	0,190	277	4260	0,169
10	338	3920	0,189	292	4000	0,167
15	358	3600	0,187	310	3750	0,166
20	379	3410	0,185	329	3490	0,165
25	405	3160	0,183	352	3230	0,163
30	433	2910	0,180	366	2980	0,161
35	467	2660	0,178	405	2720	0,158
40	507	2410	0,175	439	2470	0,155
45	552	2160	0,170	479	2210	0,151
50	608	1910	0,166	527	1960	0,147
55	675	1660	0,160	585	1710	0,142
60	759	1410	0,153	668	1450	0,138

Следовательно, 1 кг торфа эквивалентен (равноценен) 0,45 кг условного топлива. Число 0,45 называется практическим эквивалентом торфа или просто эквивалентом.

Эквиваленты различных топлив указаны в табл. 1 и 2 и ими пользуются при расчетах топлива. Так, например, если кузнечный цех израсходовал в течение месяца 500 т мазута и донецкого угля марки Д 400 т, то для пересчета в условное топливо следует количество израсходованного топлива в отдельности перемножить на свой эквивалент и полученные произведения сложить. В нашем случае 500 т мазута эквивалентны $500 \cdot 1,43 = 715$ т условного топлива; 400 т донецкого угля эквивалентны $400 \cdot 0,81 = 324$ т условного топлива.

Всего израсходовано:

$$715 + 324 = 1039 \text{ т условного топлива.}$$

Состав топлива

По внешнему виду различные топлива сильно отличаются одно от другого. Однако все они состоят почти из одних и тех же элементов (веществ), но в различных топливах эти элементы находятся в различных соединениях и количествах.

Топливо состоит из следующих элементов, которые можно разделить на две группы: элементы одной группы активно участвуют в горении, дают тепло и составляют горючую часть топлива. В эту группу входят:

- 1) углерод, обозначаемый латинской буквой С;
- 2) водород, обозначаемый латинской буквой Н;
- 3) кислород, обозначаемый латинской буквой О.

Все остальные вещества, как-то: сера — S, азот — N, вода — W и зола — A, являются негорючими и объединяются под общим наименованием «балласт», поскольку они являются веществами, ухудшающими качество топлива.

Чем больше в топливе горючих веществ и чем меньше балласта, тем больше тепла оно выделяет при сгорании.

Различные виды и сорта (марки) топлива

Топливо принято разделять на:

- а) твердое — дрова, каменный уголь, антрацит, торф, кокс, бурый уголь;
- б) жидкое — нефть, мазут и др.;
- в) газообразное — генераторный газ, доменный газ, коксовальный и др.

Дрова

В зависимости от влажности, которая колеблется от 20 до 60%, теплотворная способность дров составляет 1500—3500 кал/кг (см. табл. 2). Дрова относятся к низким сортам топлива вследствие большого объема, занимаемого ими, и низкой теплотворной способности.

Основными достоинствами дров являются:

1. Легкая загоряемость. Дрова загораются при температуре 300° и даже ниже при сухом состоянии их вследствие чего дрова употребляются при растопках, когда температура в топке еще низка и основное топливо, на котором работает печь, не может загореться.

2. Отсутствие серы — нежелательной примеси в каменных углях, вредно действующей на нагреваемый металл.

3. Малозольность; золы в дровах содержится не более 1—2%.

Каменные угли

Различают три категории каменных углей: бурые, средние (собственно каменные угли) и антрацит.

Каждая категория угля в свою очередь разделяется на сорта или марки.

Бурый уголь является топливом невысокого качества вследствие большого содержания в нем балласта и низкой

теплотворной способности. Его выгодно использовать только как местное топливо. Для сжигания в кузнечных печах бурый уголь мало пригоден, чаще он используется в газогенераторах. На крупных установках бурый уголь подсушивается, размельчается и употребляется как пылевидное топливо.

Каменный уголь — топливо более ценное, чем бурый уголь. В кузнечных печах наиболее удобными для сжигания являются угли марок Д и Г, дающие длинное пламя, что создает возможность более равномерного нагрева металла в печи.

Антрацит горит почти без пламени. Имеет высокую теплотворную способность. Очень тверд и хрупок. В кузнечных печах почти не употребляется; чаще сжигается в газогенераторах и в топках паровых котлов.

Жидкое топливо

К жидкому топливу относятся нефть и продукты ее переработки. Нефть в чистом виде как топливо для кузнечных печей не применяется. Сначала ее перегоняют для отделения наиболее дорогих продуктов — керосина, бензина, машинного масла и др. Нефтяные остатки, получающиеся в результате этой перегонки, называются мазутом, который и является промышленным видом топлива. Мазута получается из нефти около 66%.

Мазут по сравнению с твердым топливом имеет ряд преимуществ:

- 1) высокая теплотворная способность;
- 2) беззольность, в результате чего не требуется остановки топок для очистки;
- 3) ничтожное содержание серы;
- 4) удобство обслуживания и регулировки печи;
- 5) удобство транспортировки от места добычи к заводам-потребителям и внутри завода к цехам;
- 6) простая конструкция печей, так как не требуется колосников для сжигания топлива.

В зависимости от содержания парафина, которое колеблется от 1,5 до 15%, мазут делится на сорта или марки (табл. 3).

Парафинистые мазуты имеют существенный недостаток: они очень вязки и склонны к застыванию даже летом. Это затрудняет слив при транспортировке мазута и подачу его к печам по трубам.

При подогреве мазута вязкость его уменьшается. За подогревом мазута необходимо внимательно следить, поддерживая

Таблица 3

Характеристика мазута

Марка мазута	Температура застывания °С	Вязкость при 50°С	Температура вспышки °С
А—обыкновенный	—5 и ниже	7,5	50
Б—слабонарафинистый	от —5 до +8	7,5	60
В—среднепарафинистый	от +8 до +24	8,0	80
Г—сильнопарафинистый	от +24 до +36	9,0	100

температуру подогрева соответственно марке мазута, так как перегрев мазута выше температуры вспышки может привести к взрыву и пожару. Наибольшая температура подогрева должна быть на 20° ниже температуры вспышки мазута (см. табл. 3).

Газообразное топливо

Газообразное топливо — наиболее совершенное топливо, так как не имеет золы и влаги и хорошо перемешивается. Измеряется оно обычно не в килограммах, а в кубических метрах. Теплотворная способность газа определяется на 1 м³.

В кузнечных и термических печах чаще применяется генераторный газ, так как сжигание твердого топлива непосредственно в печах сопровождается целым рядом неудобств: трудностью регулирования температуры и давления в рабочем пространстве печи, необходимостью иметь более сложные печи, трудностью обслуживания печей, необходимостью иметь лишнюю площадь в цехе для твердого топлива, загрязнением цеха и пр.

Для получения генераторного газа твердое топливо (дрова, каменные угли, торф) сжигается в особых устройствах, называемых газогенераторами.

Топливо в газогенераторе не сгорает, а разлагается и выделяет горючий газ, который отводится по трубам к нагревательным печам.

Имеются крупные газогенераторные установки, обслуживающие целый ряд печей, и индивидуальные газогенераторы, устанавливаемые у каждой печи.

Сжигание топлива

Понятие о горении топлива

Для горения любого топлива нужен воздух; без доступа воздуха пламя гаснет.

Как известно, топливо состоит из мельчайших частичек (молекул и атомов), которые связаны друг с другом химически.

Воздух также состоит из мельчайших частичек, только название этих частичек и их процентное соотношение другое. Составными частями воздуха являются кислород и азот.

При горении топлива горючие частицы его активно соединяются с кислородом воздуха, т. е. окисляются, переходя в газообразное состояние. Это окисление (горение) сопровождается выделением тепла.

Основными элементами (частицами), выделяющимися при сгорании топлива, являются углерод и водород, входящие в состав горючей части топлива.

При недостаточном подводе воздуха для горения углерод топлива сгорает неполностью, превращаясь в угарный газ (окись углерода), который еще может сгорать и выделять тепло. Такое сгорание невыгодно вследствие неполного использования основной части топлива — углерода.

Если дополнительно подвести воздух, окись углерода может соединиться с добавочной частицей кислорода и перейти в другой газ — в угольную кислоту, при этом происходит выделение тепла.

При достаточном подводе воздуха углерод сразу сгорает и превращается в угольную кислоту. Такое горение называется полным и сопровождается выделением наибольшего количества тепла.

Понятно, что сжигать топливо нужно с определенным количеством воздуха. Для каждого сорта топлива, зная его состав, можно по формулам подсчитать количество воздуха, необходимое для его полного сгорания. Это количество воздуха носит название «теоретического количества воздуха».

Практически для достижения полного горения нужно подводить воздуха больше, чем это необходимо по расчету, для того чтобы осуществить хорошее перемешивание поступающего воздуха с топливом или задержать газы в топке настолько, чтобы горение полностью закончилось.

Число, показывающее, во сколько раз практически необходимое количество воздуха для горения больше теоретически необходимого, называется «коэффициентом избытка воздуха».

Большой избыток воздуха вреден, так как лишний воздух охлаждает топку. Кроме того, сталь в раскаленном состоянии поглощает много кислорода, образуя на поверхности окалину.

Чем крупнее топливо, тем больше должен быть коэффициент избытка воздуха, так как при горении крупного топлива не достигается хорошего перемешивания углерода с кислородом.

Принятые значения коэффициента избытка воздуха:

для твердого топлива	1,3 — 1,6
„ жидкого „	1,1 — 1,2
„ газообразного топлива	1,05—1,1

Как же нагревательщик может знать, правильно он ведет топку или нет, в достаточном ли количестве поступает воздух или его надо прибавить? Обычно на печах или котлах устанавливают автоматические аппараты для анализа газов, которые указывают содержание в газах углекислоты в процентах. По процентному содержанию углекислоты и судят о результатах горения.

На старых заводах в большинстве случаев контрольных аппаратов нет, и нагревательщик может судить о характере горения только по виду пламени. При большом избытке воздуха получается короткое острое пламя в виде факела из ярко блестящих язычков, имеющих высокую температуру и содержащих избыток кислорода. Такое пламя называют острым или колючим. Таким пламенем нагревать металл нельзя, так как при этом он нагревается быстро и неравномерно, а это способствует образованию трещин на поверхности металла. Кроме того, от острого пламени образуется много окалины на металле.

Уменьшая приток воздуха в топку печи, нагревательщик заметит, что факел пламени начнет удлиняться и увеличиваться в объеме. Резкость контура начнет тускнеть. При определенном притоке воздуха (близком к теоретическому) факел заполнит всю нагревательную камеру печи белым (с фиолетовыми полосками) непрозрачным или полупрозрачным пламенем. Такое пламя называют мягким пылом; оно равномерно нагревает металл и дает мало окалины.

При дальнейшем уменьшении воздуха пламя еще более удлиняется, становится красноватым, с черными прожилками дыма; температура в печи уменьшается. Наконец, может появиться густой черный дым, свидетельствующий о неполном горении.

Первая основная задача нагревательщика — хорошо, полно сжигать топливо. Для этого ему необходимо:

1) регулировать приток воздуха в топку, обеспечивая достаточное количество его;

2) следить за хорошим перемешиванием топлива с воздухом;

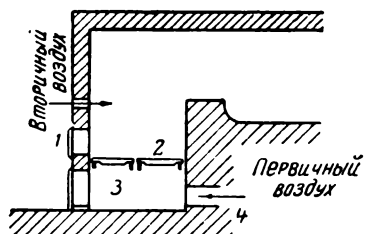
3) задерживать пламя в печи (при помощи шиберов на дымоходе) на время, необходимое для полного догорания горячих частичек топлива.

Сжигание твердого топлива

Из всех топлив, сжигаемых в нагревательных печах, наиболее трудно сжигать твердое топливо. При его сжигании невозможно быстро регулировать режим горения, требуется большая мускульная сила, частые чистки топки от золы и шлака.

Твердое топливо сжигают в специальной камере печи, которая называется топкой.

На фиг. 1 показана топка с горизонтальной колосниковой решеткой. Топливо забрасывается в топку через шуровочное окно 1 на специальную решетку 2, которая называется колосниковой. Она состоит из отдельных чугунных брусков или плит, называемых колосниками. Через прозоры колосниковой решетки зола из топки проваливается в зольник 3, откуда ее периодически выгребают. Воздух поступает в зольник естественной тягой или при помощи вентилятора через отверстие 4. Из зольника воздух через прозоры колосниковой решетки поступает в топку через слой топлива. Здесь и происходит горение, т. е. соединение горячих элементов топлива с кислородом воздуха.



Фиг. 1. Горизонтальная топка для каменного угля.

Ширины прозоров в колосниковой решетке делают различной для разных сортов топлива. При мелких несгорающихся углях, для предупреждения провала топлива в зольник, прозоры устраивают меньше, чем для крупных углей.

Общая площадь прозоров и отверстий, устраиваемых в колосниковой решетке для прохода воздуха, называется живым сечением колосниковой решетки, которое равно:

для каменного угля от	$\frac{1}{4}$	до	$\frac{1}{2}$	всей площади решетки
„ бурого	„	„	$\frac{1}{5}$ „ $\frac{1}{3}$	„ „ „
„ антрацита	„	„	$\frac{1}{12}$ „ $\frac{1}{8}$	„ „ „

Большое влияние на горение оказывает завихрение пламени. Завихрение способствует лучшему перемешиванию газо-

образных элементов топлива с воздухом, а следовательно, и наиболее полному их сгоранию. Вот почему на пути движения пламени устраивают преграды в виде порогов или сводиков.

Воздух в топку можно подводить двумя способами.

1. Весь воздух, необходимый для сгорания топлива, подводится через колосниковую решетку. В этом случае горение в слое топлива происходит с большим избытком воздуха, так как часть воздуха, предназначенная для сгорания летучих газов, не участвует в горении. Нагреваемый же воздух, проходя через топливо, отнимает у него тепло; от этого понижается температура горения.

2. Только часть воздуха подводится через решетку, другая же часть, необходимая для догорания летучих веществ, выделяемых при сгорании топлива, подводится сверху, над слоем топлива. Воздух, подаваемый под колосники, называется первичным. Он обычно подается при помощи вентилятора или пароструйного прибора без подогрева во избежание быстрого износа колосников. Добавочный воздух, подаваемый для догорания летучих, называется вторичным; он подается вентиляторным дутьем в рабочую часть печи нагретым в особых приборах — рекуператорах.

При сжигании тощих углей и антрацита вторичный воздух не подается, так как эти угли мало выделяют летучих и горят почти без пламени. При сжигании углей с большим содержанием летучих рекомендуется подавать вторичный воздух для более полного сгорания топлива. Особенно необходимо подавать вторичный воздух после шуровки, когда на ступает бурное выделение из топлива летучих.

Обслуживающий персонал топки, работающей на твердом топливе, проводит следующие операции:

- 1) подбрасывает топливо;
- 2) шурует;
- 3) регулирует дутье и тягу;
- 4) чистит топку.

Подбрасывать топливо необходимо через равные промежутки времени как можно чаще, мелкими порциями, рассеивая их по всей топке.

Шуровкой разрыхляют и разравнивают верхние слои топлива для обеспечения лучшего доступа воздуха. Шуровку производят между двумя последовательными операциями подбрасывания топлива. При зашлаковании колосниковой решетки необходимо осторожно провести резакон вдоль прозоров решетки, для того чтобы воздух проходил свободно.

Главными показателями работы топки являются: весовая напряженность решетки и высота слоя топлива.

Весовой напряженностью решетки называют расход топлива в килограммах на 1 м² площади колосников в течение часа. Величина весовой напряженности решетки зависит от сорта сжигаемого угля и способа подачи воздуха. При побудительной подаче воздуха (вентиляторном дутье) весовая напряженность выше, чем при естественной.

В табл. 4 на основании практических данных приведены нормы весовой напряженности.

Таблица 4

Весовая напряженность решетки в кг/м² час

Топливо	При подаче воздуха	
	естественной	искусственной
Уголь	100—150	250—300
Торф	180—200	300—400
Дрова	200—250	350—500

Для правильного горения необходимо, чтобы топливо лежало на решетке ровным слоем. Если слой топлива в одном месте будет тоньше, а в другом — толще, то тонкий слой сгорит скорей, и в этом месте образуется прогар, через который будет прорываться большое количество холодного воздуха. От этого правильность горения нарушится, топка будет охлаждаться, а печь — плохо греть. Кроме того, лишний воздух в печи повысит угар металла.

Толщина слоя топлива имеет большое значение: при тонком слое горение протекает с большим избытком воздуха; при толстом слое, наоборот, горение будет неполным. Практически, чем крупнее куски топлива и чем труднее оно горит, тем слой топлива следует держать толще.

Для простых колосниковых решеток с полным горением высота слоя составляет:

для каменного угля	150—250 мм
• дров	350—400 .

В полугазовых или шахтных топках высота слоя топлива может быть больше.

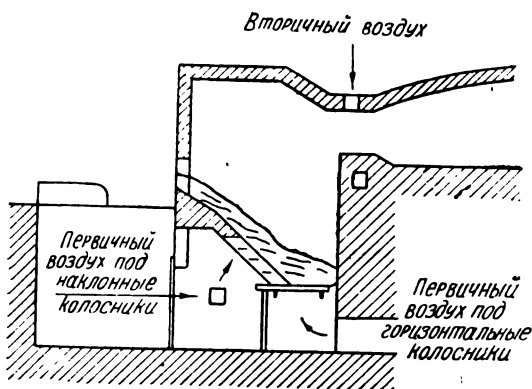
Сжигание топлив в топках с горизонтальной решеткой имеет ряд недостатков. Основные из них:

1. Трудность получения равномерного горения, особенно при сжигании углей, богатых летучими (марки Д, Г, ПЖ).

После каждой шуровки наступает обильное выделение летучих, сопровождающееся дымлением. Это приводит к падению температуры в печи и потере тепла с несгоревшими газами.

2. Трудность обслуживания топки и получения высокой температуры при сжигании углей с большим содержанием мелочи, золы и воды (бурые угли).

Поэтому такие топки не могут быть рекомендованы для кузнечных печей. Только сжигание тощих углей и антрацитов в них можно считать экономным.



Фиг. 2. Полугазовая топка.

Наиболее пригодными топками для твердых углей можно считать полугазовые топки (фиг. 2).

Основной принцип работы полугазовой топки заключается в следующем: загружаемое в топку топливо частично сжигается полностью, частично превращается в газ, способный гореть и выделять тепло. Полугазовая топка занимает промежуточное место между простой колосниковой решеткой и газогенератором; в первом случае стремятся получить полное горение топлива в пределах самой топки, во втором — переработать все топливо целиком в газ.

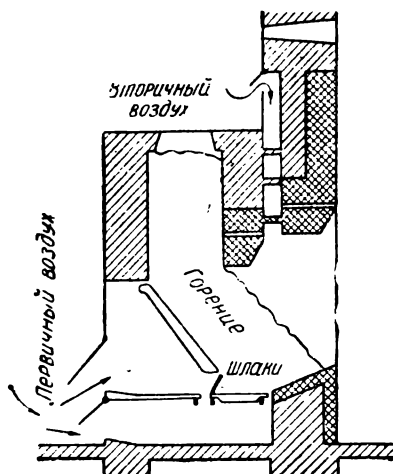
Полугазовая топка (см. фиг. 2) состоит из наклонной части со ступенчатыми колосниками (полками) и обыкновенной горизонтальной решетки. В ней топливо сжигается более толстым слоем и при меньшем доступе воздуха, т. е. создаются условия неполного горения. В результате этого в топке выделяется горючий газ с содержанием летучих и угарного газа, называемый полугазом.

Получаемый в топке полугаз дожигается в рабочем пространстве печи, для чего подводят вторичный воздух, предва-

рительно подогрев его. В результате такого горения в рабочем пространстве создаются нужные температурные условия, обеспечивающие равномерный нагрев металла и высокую производительность печи. Температура в топке значительно ниже, чем в рабочем пространстве, что удлиняет срок службы топки.

В полугазовой топке можно сжигать с хорошим результатом также угли невысокого качества, чего нельзя добиться в простой топке.

На крупных заводах иногда сжигают каменные угли в пылевидном состоянии. При этом топливо, размолотое в пыль, вдувается вместе с воздухом через форсунки в раскаленную печь и сгорает там в распыленном состоянии. Дороговизна установки, необходимой для приготовления угольной пыли, не позволяет применять этот способ сжигания в широком масштабе, хотя он и имеет ряд преимуществ перед сжиганием углей в кусках.



Фиг. 3. Шахтная топка для дров.

Дрова сжигают в так называемых шахтных топках (фиг. 3). Вследствие высокой влажности дров и большого размера поленьев топки для дров строятся с расчетом на хорошую подсушку поленьев перед горением и с широким отверстием для удобства загрузки. Шахта при работе заполнена дровами. По мере прогорания нижележащих поленьев верхние из шахты опускаются вниз и постепенно подсушиваются идущими снизу раскаленными газами.

Колосниковая решетка разделена на две части: наклонную и горизонтальную. Прозоры между колосниками в нижней части делаются меньшими, чем в наклонной, с тем, чтобы крупные куски обуглившегося топлива не проваливались. Вследствие того что дрова в шахтных топках горят при большом слое, неизбежно появление угарного газа, и поэтому такие топки работают как полугазовые, т. е. с добавлением вторичного воздуха.

При работе на дровяных топках следует обращать внимание на влажность сжигаемых дров. При очень большой влажности высоту слоя дров в шахте следует делать большей с

тем, чтобы дрова подсушивались дольше; при плотных сортах дров (дуб, береза, бук и т. д.) и малой влажности слой держится меньше. Не следует допускать работы топки с пустой шахтой, так как в этом случае все преимущества шахтной топки (подсушка и постоянная интенсивность горения) отпадают, и топка будет работать как обычная горизонтальная топка с периодической загрузкой со всеми присущими ей недостатками.

За последние годы стали распространяться нагревательные печи с газогенераторными топками. На фиг. 15 и 16 изображены такие печи для угля и дров.

Газогенераторная топка представляет собой шахту прямоугольного сечения высотой от колосниковой решетки до газовых каналов 900 мм для угля и 1300 мм для дров. Шахта снаружи обшита листовым железом; швы для уплотнения тщательно проварены. Верхняя крышка загрузочной горловины имеет уплотнение по краям, во избежание попадания угарного газа в цех.

В нижней части шахты происходит горение топлива, а в верхней — подогрев слоя и разложение продуктов горения с образованием горючего газа.

Образовавшийся горючий газ из генератора поступает в рабочее пространство печи через каналы прямоугольного сечения 50×125 мм. Вторичный воздух нагревается в чугунном рекуператоре (прибор для нагрева воздуха) и поступает под прямым углом к направлению движения газа.

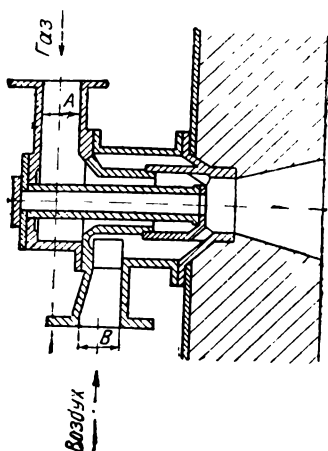
Сжигание жидкого и газообразного топлива

Жидкое и газообразное топливо (преимущественно генераторный газ) — наиболее удобное топливо для сжигания в печах. Из жидких топлив в кузнечных и термических печах преимущественно применяется мазут вследствие его высокой теплотворной способности.

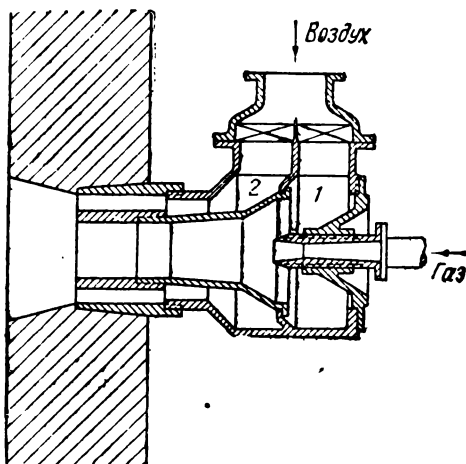
Одним из основных условий полного сжигания топлива является наилучшее его перемешивание с воздухом. Жидкое топливо, тем более газообразное, можно перемешивать с воздухом лучше, чем твердое. Для этого, например, мазут разбрызгивают мелкими каплями, которые в топке под действием жара испаряются и хорошо перемешиваются с воздухом. Полученная горючая газообразная смесь в раскаленной топке легко воспламеняется, образуя нужное для нагревания металла пламя.

Жидкое и газообразное топливо подают в печь особыми аппаратами — форсунками и горелками (для газообразного топлива).

Существует много конструкций горелок для газообразного топлива. На фиг. 4 показана горелка с одноступенчатым смешением газа и воздуха. Здесь газ с воздухом смешивает-



Фиг. 4. Газовая горелка.



Фиг. 5. Газовая горелка.

ся частично непосредственно в самой горелке, частично — по выходе из горелки. В табл. 5 указаны размеры и производительность этих горелок для генераторного топлива.

Таблица 5

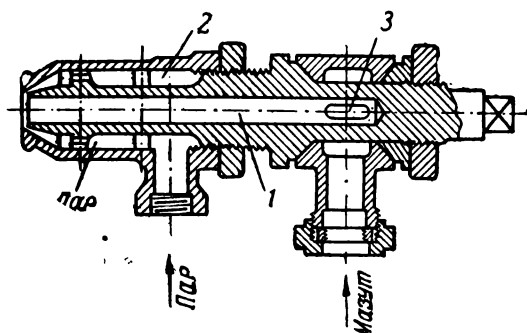
Размеры и производительность горелок для генераторного топлива

Газ А мм	Воздух В мм	Производительность м ³ /час
40	40	5—10
50	50	10—20
60	60	20—40
70	70	40—64
80	80	60—100
90	90	80—155
100	100	120—240
125	125	180—360
150	150	250—525

На фиг. 5 показана горелка с двумя ступенями смешения газа и воздуха. Этой горелкой легко регулировать длину факела путем изменения отношения первичного и вторичного

воздуха. В полость 1 поступает первичный воздух, в полость 2—вторичный. При пуске всего необходимого для горения воздуха по пути первичного воздуха длина факела—минимальная; в случае же направления всего воздуха по пути вторичного воздуха длина факела—максимальная.

Горелки, показанные на фиг. 4 и 5, с успехом применяются в печах для нагрева металла под ковку и термообработку. Первая—преимущественно для мелких и средних печей, вторая—для средних и крупных печей.



Фиг. 6. Форсунка высокого давления системы Шухова.

Несколько иное устройство имеют форсунки для разбрызгивания мазута паром и сжатым воздухом. При разбрызгивании мазута сжатым воздухом применяют:

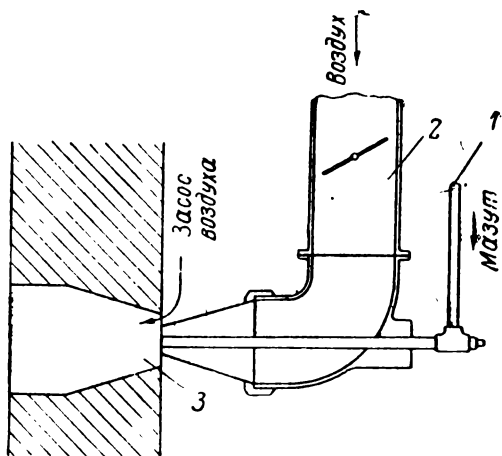
воздух высокого давления 4—6 атм, тогда форсунки называются «форсунками высокого давления», и воздух низкого давления от 0,01 до 0,1 атм, тогда форсунки называются «форсунками низкого давления».

В форсунках низкого давления весь воздух, необходимый для горения, подается через форсунку и этим воздухом производится разбрызгивание. В форсунках высокого давления только часть воздуха поступает через форсунку (примерно около 10%), а все остальное количество подводится отдельно или же засасывается форсункой через форсуночные щели.

На фиг. 6 показана форсунка высокого давления системы Шухова. Мазут в нее поступает в задний патрубок через щели 3 во внутреннюю трубочку 1, по которой идет к выходному отверстию. Пар или воздух, поступая через задний патрубок, направляется к выходному отверстию по наружной трубке 2. Наружная и внутренняя трубочки заканчиваются конусом для удобства направления струи мазута и воздуха (или пара) в выходное отверстие. Количество подаваемого

воздуха регулируется изменением размеров щели ввинчиванием или вывинчиванием маховичка, имеющегося у внутренней трубки.

На фиг. 7 показана форсунка низкого давления. В ней по трубке 1 подается мазут, по трубке 2—воздух. При выходе из конуса 3 струя воздуха подхватывает мазут и разбрызгивает его. Приток воздуха регулируется задвижкой, а приток мазута — вентилем.



Фиг. 7. Форсунка низкого давления.

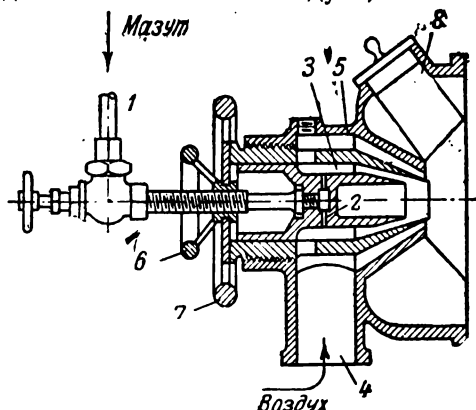
Достоинства форсунки этой системы заключаются в ее простоте и легком пуске в ход. Серьезным недостатком является плохое разбрызгивание при малом расходе мазута.

В форсунке, показанной на фиг. 8, этот недостаток устранен. Здесь мазут поступает через трубку 1 и отверстие 2 в воздушную камеру 3. Воздух, поступающий по трубке 4, делится на два потока: один поток поступает в камеру 3, подхватывает мазут и, разбрызгивая его, выбрасывает в печь; другой поток через кольцевую щель 5 поступает непосредственно к факелу, способствуя лучшему разбрызгиванию мазута. Величина щелей для выхода мазута и воздуха регулируется маховичками 6—7, чем достигается постоянство скоростей истечения воздуха. Двойное разбрызгивание способствует лучшему перемешиванию горючего с воздухом. Форсунку чистят через отверстие 8.

Существует еще много других конструкций форсунок.

Для правильной работы форсунки необходимо обеспечить непрерывную и равномерную подачу мазута к ней под посто-

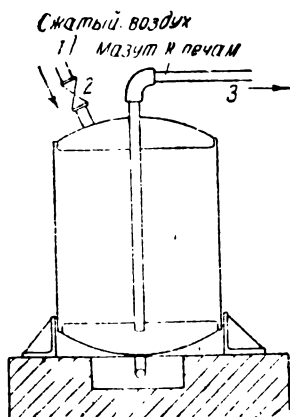
янным давлением. Мазут подается различными способами: давлением сжатого воздуха, самотеком из напорного бачка и насосом.



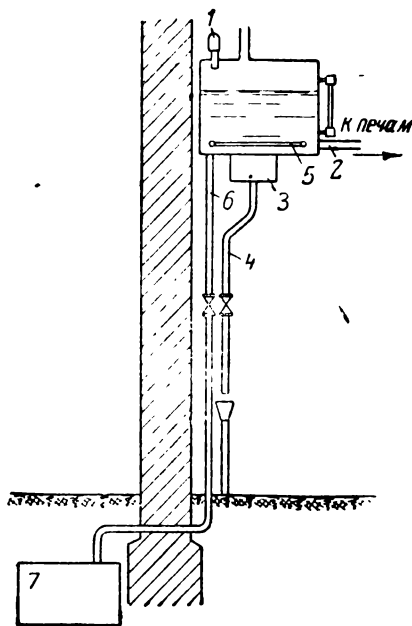
Фиг. 8. Форсунка низкого давления.

Первый способ заключается в следующем. В герметически закрытый бачок (фиг.9) подводится по трубе 1 сжатый воздух давлением от 0,5 атм и выше. Воздух в бачке давит на поверхность мазута и выталкивает его по трубе 3 к печам. Это простое устройство будет работать успешно лишь при условии постоянного давления воздуха, что можно достигнуть установкой редукционного клапана 2 на воздухопроводе 1.

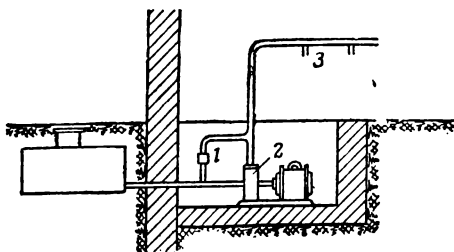
На фиг. 10 показан второй способ подачи мазута. Мазут подается в бачок по трубе 1 и из бачка самотеком поступает к печи по трубе 2; в нижней части бачка предусмотрен отстойник 3 для воды со спускной тру-



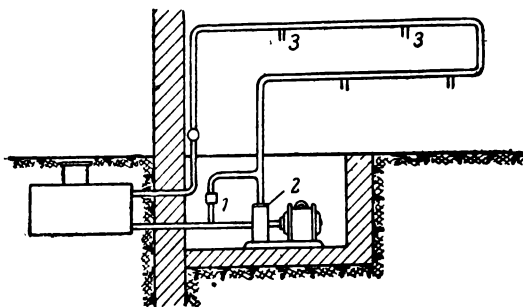
Фиг. 9. Подача мазута давлением воздуха.



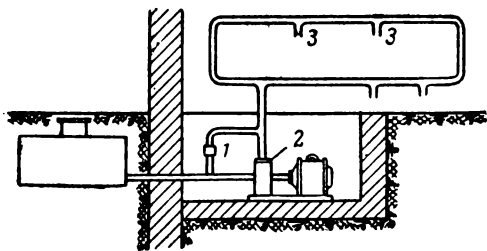
Фиг. 10. Подача мазута самотеком из напорного бака.



Фиг. 11. Подача мазута насосом.



Фиг. 12. Подача мазута насосом.



Фиг. 13. Подача мазута насосом.

бой 4 в канализацию. Мазут подогревают змеевиком 5. Бачок трубой 6 соединяется с резервуаром 7, расположенным вне цеха, что позволяет в случае пожара быстро спустить мазут из напорного бачка.

Первые два вида подачи мазута допустимы только при единичных установках. Более совершенной подачей мазута является подача насосом (фиг. 11, 12, 13).

На фиг. 11 показан способ подачи мазута к печам по разветвленной незамкнутой системе мазутопроводов. Постоянное давление поддерживается клапаном 1. К каждой печи имеется отросток трубопровода 3. Центробежный или колесный насос 2 из резервуара подает мазут под напором 3—5 атм.

На фиг. 12 показана подача мазута к печам по замкнутому мазутопроводу; на фиг. 13 — по кольцевому мазутопроводу.

НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПЕЧИ КУЗНЕЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Общее описание нагревательных печей

По роду сжигаемого топлива печи делятся на:

- 1) печи на твердом топливе (дрова, торф, уголь);
 - 2) печи на жидком топливе (мазут);
 - 3) печи на газообразном топливе (доменный, коксовальный, генераторный и др.);
 - 4) печи на пылевидном топливе;
 - 5) печи на смешанном топливе (газообразное и жидкое).
- В зависимости от распределения температур по длине печи они делятся на:

1) Методические печи, имеющие большую разность температур в начале и в конце печи; металл в них нагревают постепенно, передвигая его из области низких температур в область более высоких температур. Методические печи непрерывного действия имеют более крупные размеры.

2) Камерные печи имеют малую разницу температур в начале и в конце рабочего пространства и загружаются периодически.

Нагревательные печи имеют топку, рабочее пространство и боров.

Топкой называется та часть печи, где происходит горение топлива. Топка для твердого топлива состоит из колосниковой решетки, поддувала и топочных дверец. В печах для жидкого, газообразного или пылевидного топлива топочные камеры не обязательны, так как топливо в них сжигается при помощи форсунок или горелок.

Рабочим пространством называется та часть печи, где располагается нагреваемый материал. От топки рабочее пространство отделяется пламенным порогом, который способствует хорошему смешению горючих газов с воздухом и предохраняет болванки от попадания в топочное пространство.

Нижняя часть рабочего пространства называется подом печи, верхняя — сводом.

Рабочее пространство методических печей делится на две части: подогревательную или методическую часть и сварочную камеру, т. е. камеру высоких температур.

Для загрузки металла печь имеет посадочные окна; для выгрузки металла из печи — окна выдачи.

Для отвода газов из рабочего пространства в боров в поду сделаны отверстия — газовые каналы.

Боровом называется канал для отвода дымовых газов в трубу. Боров также называют дымоходом. В борове около печи устанавливают шибер (чугунную заслонку). Шибром регулируют выход газов из печи и закрывают печь на время остановок. Длина и ширина камерных печей определяются по внутренним размерам печи. Площадью пода называется произведение ширины пода на его длину.

Производительность нагревательной печи определяется количеством нагретого металла за 1 час. Если печь работает периодически, т. е. с единовременной посадкой и единовременной выгрузкой, то производительность можно выражать в тоннах в сутки. О производительной способности печи судят еще по так называемой напряженности пода. Напряженность пода печи определяется количеством килограммов нагретого металла в час на 1 м² площади пода. Следовательно, разделив производительность печи на площадь пода, получаем напряженность пода. Так, например, если при размере рабочего пода 4 м² производительность печи равна 1000 кг стали в час, то напряженность пода будет:

$$1000 : 4 = 250 \text{ кг/м}^2 \text{ час.}$$

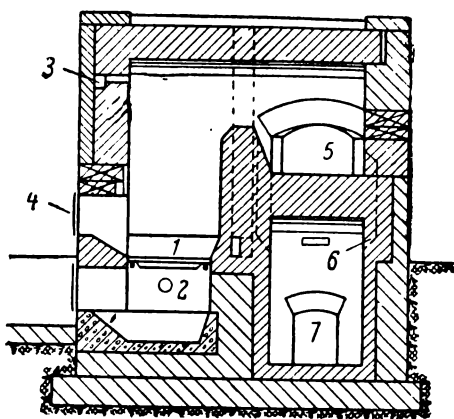
Напряженность пода кузнечных печей колеблется от 200 до 450 кг/м² час.

Конструкции печей

До появления современных кузнечных печей металл дляковки нагревали в горнах, и только за последние годы, с постройкой новых мощных кузнечных цехов, оснащенных новейшим оборудованием (молотами, прессами, ковочными машинами и др.), горны, как нагревательные устройства, не могут обеспечить производительность ковочных машин. Расход топлива на 1 т поковок при нагреве в горне больше чем при нагреве в печи. Однако горн применяют и сейчас для нагрева стальных заготовок, обрабатываемых вручную.

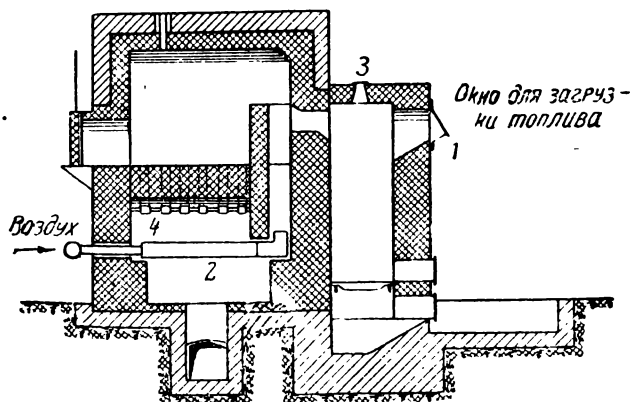
При ковке на молотах, а иногда и при ковке вручную: заготовки нагревают в пламенных печах. На фиг. 14 показана печь с полугазовой топкой для сжигания антрацита. Топка имеет горизонтальную колосниковую решетку 1. Первичный

воздух подается в зольник вентилятором через отверстие 2. В верхней части печи горючий газ смешивается со вторичным воздухом, поступающим в печь через ряд отверстий 3. Топливо загружается в топку через дверцу 4, посадка же заготовок в печь производится через рабочее окно 5. Дымовые газы из рабочего пространства через каналы 6 опускаются в дымовую камеру, находящуюся под подом, и оттуда удаляются в боров 7.



Фиг. 14. Камерная печь с полугазовой топкой для каменного угля.

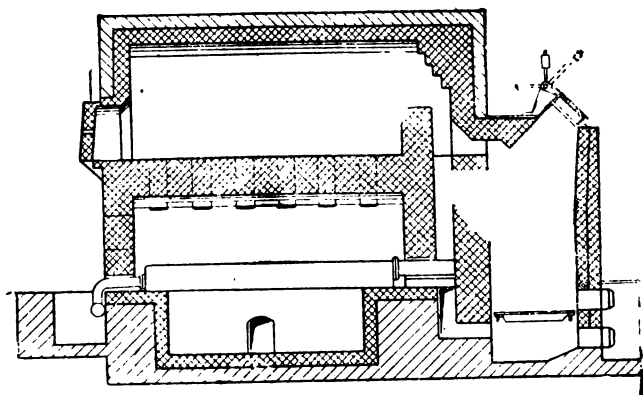
На фиг. 15 показана камерная печь с газогенераторной топкой для бурых углей. Эта топка в отличие от предыдущей имеет более глубокую шахту с загрузочным окном сверху и снабжена особым устройством, называемым рекуператором, состоящим из чугунных труб 2. Горячие газы из рабочего пространства через газовые каналы 4 омывают трубы ре-



Фиг. 15. Камерная печь с газогенераторной топкой системы инж. Герасимова.

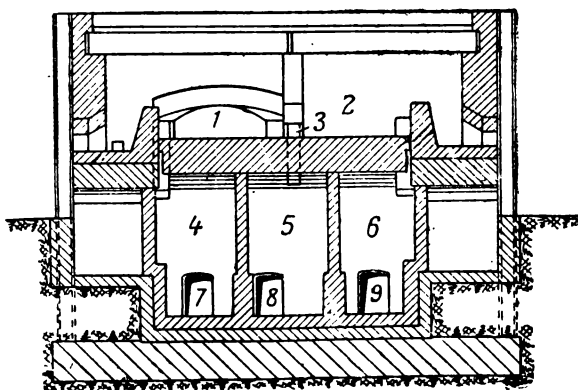
куператора и уходят в боров. Внутри труб рекуператора проходит вторичный воздух, где он нагревается горячими газами. Из рекуператора вторичный воздух под прямым углом к движению горючих газов поступает в рабочее пространство,

где и горючий газ и нагретый воздух хорошо перемешиваются и создают пламя. Для разрыхления горящего слоя топлива служит шуровочное отверстие 3.



Фиг. 16. Кузнечная и термическая печь с газогенераторной топкой на древесном топливе конструкции инж. Герасимова.

Печь большего размера для дров показана на фиг. 16. Высота шахты здесь еще больше, так как слой дров необходимо поддерживать в таких топках не ниже 1,1 м.



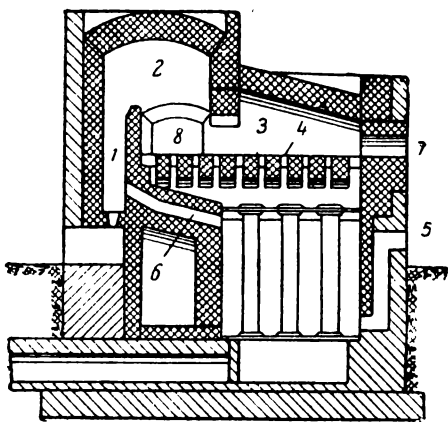
Фиг. 17. Двухкамерная печь на жидком топливе.

На фиг. 17 показана двухкамерная печь, предназначенная для работы на мазуте.

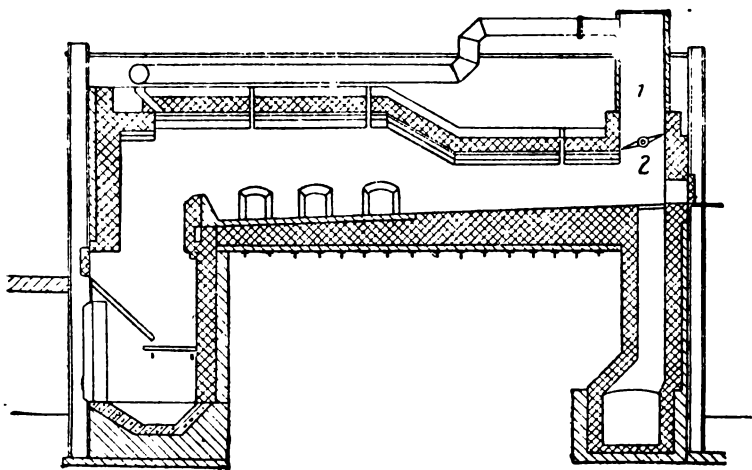
Рабочие камеры 1 и 2 сообщаются между собой через окно 3. Под рабочими камерами расположены три дымовы

камеры 4, 5 и 6, сообщающиеся с дымоходом шиберами 7, 8 и 9. Такое устройство печи позволяет работать одновременно двумя камерами или одной. В последнем случае другая камера используется как подогревательная.

На фиг. 18 показана полуметодическая печь, работающая на мазуте. Мазут подается в печь форсункой высокого давления, установленной вертикально снизу топки 1. Топливо сгорает в топке 1 и в верхней части рабочего пространства 2. Из рабочего пространства продукты горения поступают в подогревательную камеру 3, откуда через газовые каналы 4 спускаются в дымовую камеру в трубы рекуператора. Холодный воздух поступает в рекуператор по каналу 5, нагревается там и по каналу 6 проходит в топку. Заготовки загружают через рабочее окно 7,



Фиг. 18. Полуметодическая печь на жидком топливе.



Фиг. 19. Методическая печь на твердом топливе.

они движутся навстречу пламени, постепенно нагреваясь. Выгружают их через окно 8. Печь предназначена для нагрева средних заготовок под штамповку и ковку.

Методическая печь для работы на твердом топливе (фиг. 19) имеет наклонную решетку. Вторичный воздух подводится нагретым в рекуператоре 1, расположенном над сводом. Дроссельный клапан 2 перед рекуператором позволяет регулировать количество дымовых газов, проходящих через рекуператор, и предохраняет низ рекуператора от перегрева.

Вспомогательное оборудование и кладка печей

Воздухонагреватели

Нагревательные печи кузнечного производства имеют высокую температуру отходящих газов. В зависимости от конструкции печей эта температура бывает от 500 до 1100°. Таким образом газы уносят из печи большое количество тепла, в отдельных случаях превышающее 60% от общего количества тепла, отдаваемого топливом.

Тепло, уносимое с уходящими газами, используют для подогрева воздуха и газа для самой печи и для нужд цеха — на подогрев воды, получение пара и т. д.

Использование тепла отходящих газов для предварительного подогрева воздуха не только уменьшает расход топлива, но и повышает температуру горения топлива в печи. Это особенно важно при сжигании малоценного топлива, дающего невысокую температуру горения. Экономия топлива, получаемая от подогрева воздуха, показана в следующей таблице.

Температура подогрева воздуха, °C	200;	400;	600;	800
Экономия топлива, %	18—14;	17—26;	24—35;	30—43

Подогревают воздух в особых устройствах — рекуператорах и регенераторах.

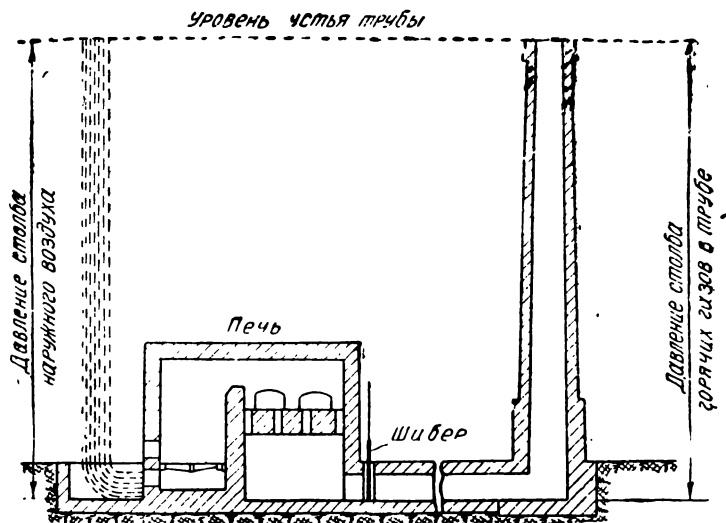
Устройства для создания тяги в печи

Топливо при сгорании выделяет горячие газы, содержащие много тепла. Это тепло используется в печах для нагрева металла, а отходящие ненужные газы уходят из печи в боров. Они очень вредны для человека, поэтому их отводят дальше от цеха. Газы удаляют из печи через дымовые трубы естественной тягой или же создавая искусственную тягу вентилятором-дымососом.

Естественная тяга создается дымовой трубой. В начале растопки печи тяга оказывается недостаточной, и печь дымит; например, если труба комнатной печи недостаточно открыта, то горение дров замедлено.

Дымовые газы, как и все тела, при нагревании расширяются. Газ, нагретый до 273° , будет иметь вдвое больший объем, чем при нуле градусов; нагретый до 546° — втрое больший и т. д. Соответствующим образом уменьшается и удельный вес газа.

На фиг. 20 изображен схематический разрез печи с дымовой трубой. Печь и труба при работе заполнены горячими



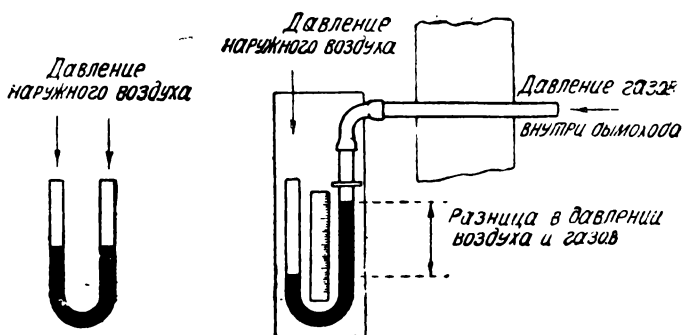
Фиг. 20. Схема возникновения тяги.

газами, которые легче окружающего воздуха. Ниже уровня дымовой трубы, слева давление холодного воздуха равно весу столба наружного воздуха, а справа — значительно меньше давления столба горячих газов в трубе, так как вес их будет меньше веса холодного воздуха. В силу этого холодный воздух, стремясь ворваться в печь, будет подпирать и выталкивать горячие более легкие газы.

Следовательно, сила тяги создается разницей давлений столба газов в дымовой трубе и такого же столба атмосферного воздуха. Таким образом внизу трубы — всегда меньшее давление, чем давление атмосферного воздуха, т. е. так называемое разрежение; которое будет тем больше, чем выше труба и температура газа и чем ниже температура наружного воздуха.

Величину разрежения, характеризующую силу тяги дымовой трубы, можно измерять посредством U-образной трубки

(фиг. 21), называемой тягомером. Если оба конца трубки открыты, то налитая в нее вода будет на одном уровне, и давление воздуха в обоих отверстиях будет равное. Если же один конец трубки присоединить к дымоходу, имеющему разрежение, то под влиянием давления воздуха в другом открытом конце вода переместится.



Фиг. 21. U-образный тягомер.

Полученная таким образом разница уровней в обоих концах трубки (в мм вод. ст.) показывает разницу в давлении наружного воздуха и дымового газа, т. е. силу тяги.

Для более точного измерения разрежений применяют тягомер Креля, у которого один конец трубки расположен под некоторым углом, поэтому даже небольшое изменение давления резко сказывается на продвижении воды в наклонной трубке.

Материал печей и их ремонт

В зависимости от производящихся в нагревательных печах операций температура в них может достигать от 800 до 1300°. Такую высокую температуру выдерживают только специальные огнеупорные материалы.

Самым распространенным материалом для кладки печей является шамотный кирпич. Из лучших сортов кирпича выкладывают своды и стены топки и своды рабочей камеры; другие сорта идут на стенки рабочей камеры, под и пр. На шамотном кирпиче образуется железная окалина, которая его разъедает. Поэтому нагревательщик должен своевременно не менее одного раза в смену удалять с пода окалину и шлак.

Кроме шамотного кирпича применяют для кладки внутренних частей печи и другие огнеупорные материалы: динасовый, магнезитовый и тальковый кирпичи. Наружные стенки печи выкладываются или целиком из огнеупорного кирпича,

или с обмуровкой из красного кирпича. Для прочности кладку печи скрепляют металлическим каркасом из железных балок и стяжными болтами.

Умело обслуживая печь, нагревательщик может увеличить срок ее службы и сэкономить топливо. Чем больше ремонтов, тем больше требуется растопок печи, связанных с непроизводительным расходом топлива.

Нормально кузнечная печь без большого ремонта работает четыре месяца; однако при этом необходимо два-три раза в месяц подправлять под, откосы рабочего окна, футеровку заслонки, прочищать газовые каналы в поду и пр., т. е. производить текущий ремонт.

Быстрее всего у печи разрушаются: под, порог, свод над топкой, стенки топки и откосы рабочего окна.

В дни, когда ремонтируется молот, необходимо производить предупредительный ремонт печи. Перед ремонтом печь надо остудить, открыв все окна и шиберы.

При ремонте пода печи обычно заделывают образовавшиеся ямы или сбивают бугры. Для того чтобы бугры не образовались, необходимо своевременно удалять окалину по мере ее появления на поде печи. Чаще всего бугры сбивают ломом.

РАБОТА ПЕЧИ И НАГРЕВ МЕТАЛЛА

Баланс тепла в печи

Известно, что при сжигании топлива в печи выделяется много тепла. Это тепло содержится в горячих газах, выделяемых в результате сгорания топлива. Чем больше в одну и то же время сгорит топлива и чем выше его температура, тем больше печь получит тепла.

Холодный металл, загруженный в работающую печь, через некоторое время нагреется. Следовательно, он отнимает часть тепла у горячих газов, понижая этим температуру их. Тепло, отнимаемое металлом у газов, невелико, оно составляет примерно 10—20% от всего тепла, выделяемого топливом. Это так называемое полезное тепло. Остальная часть — 90—80% — никакой пользы не приносит и составляет потери.

Самая большая потеря тепла с уходящими газами. Горячие газы, отдав часть тепла металлу и кирпичной кладке печи, поступают в боров с более низкой температурой, чем в рабочем пространстве. За печью около шибера температура газа достигает у кузнечных печей до 1100°. Отходящие газы, имеющие такую высокую температуру, уносят бесполезно много тепла с газами в дымовую трубу. Эта потеря тепла иногда превышает 60% от общего количества тепла, выделяемого топливом при горении. Эти потери зависят от конструкции печи и условий сжигания топлива.

Кроме этого, много тепла теряется в окружающую атмосферу выбивающимся пламенем через окна и щели, а также через кладку печи (стены, свод, дверцы и т. д.). Величина этих потерь зависит от качества тепловой изоляции печи, соответствующего ухода за печью, плотности перекрывания имеющихся отверстий, давления в печи и т. д. Это так называемые внешние потери тепла, которые могут достигать 25%.

Для уменьшения этих потерь нагревательщик должен:

- 1) следить за исправным состоянием заслонки рабочего окна и своевременно исправлять ее футеровку;
- 2) следить за исправным состоянием подъемного приспособления заслонки рабочего окна;

3) держать заслонки по возможности всегда плотно закрытыми и открывать при надобности на небольшую величину;

4) следить за исправным состоянием кладки и изоляции стенок и своевременно принимать меры к их исправлению.

Топки, работающие на твердом топливе, имеют еще и механические потери. Сюда включаются главным образом провалившиеся части несгоревшего топлива через колосниковую решетку и выгребаемые через поддувало. Для простых решеток такие потери могут достигать до 90%. Они зависят от конструкции колосниковой решетки, качества топлива и от внимательности кочегара при чистке топки.

Основным источником поступления тепла является сгорание топлива в печи. В печь поступает также тепло с подогретым воздухом (в случае установки рекуператора) и тепло от угара металла. Как известно, сталь, нагретая до высокой температуры, при большом избытке воздуха покрывается снаружи пленкой окалины — сгоревшим металлом. Образование окалины (угара металла) сопровождается некоторым выделением тепла, которое входит в общий тепловой баланс топки.

Для того чтобы дать лучшее представление о размере и характере тепловых потерь в печах, приводится примерный тепловой баланс (приход и расход тепла) камерной кузнечной печи с рекуператором, работающей на мазуте. Баланс тепла составлен для нагрева одного килограмма стали до 1200°, при расходе 0,116 кг мазута.

Приход тепла:

1) горение топлива	1160 кал (92,0%)
2) угар железа	25 . (2,0%)
3) тепло, вносимое подогретым воздухом . .	75 . (6,0%)
Всего	1260 кал (100.0%)

Расход тепла:

1) на нагрев металла (полезное тепло)	208 кал (16,5%)
2) потери тепла кладкой печи	233 . (18,5%)
3) потери тепла через рабочие окна	126 . (10,0%)
4) потери тепла с отходящими газами	693 . (55,0%)
Всего	1260 кал (100,0%)

Передача тепла металлу

Сгорающее топливо непрерывно выделяет горячие газы, которые на своем пути в боров соприкасаются с металлом и отдают ему незначительную часть своего тепла. Но тепло передается от газа не только металлу, а и стенкам и своду печи.

Раскаленные стенки и свод, а также горячие газы излу-

чают (отражают) тепло. Подобное излучение тепла мы чувствуем, находясь вблизи костра или печи с открытой дверкой, хотя газы нас и не касаются.

Установлено, что при высоких температурах в печи наибольшее количество тепла передается металлу излучением, которое тем эффективнее, чем выше температура в печи. Например, печные стенки, имеющие температуру 1200° , излучают в восемь раз больше тепла, чем в то же время стенки, имеющие температуру 600° . При низких температурах передача тепла излучением падает.

Все тела в природе обладают свойством проводить тепло, хотя и в разной степени. Способность вещества передавать тепло называется теплопроводностью. Для разных веществ теплопроводность различна.

Все металлы имеют высокую теплопроводность. Но есть материалы (кирпич, асбест и др.), которые имеют низкую теплопроводность. Такими материалами изолируют стенки и свод печи, чтобы сократить потери тепла.

Количество тепла, которое требуется для повышения температуры металла на один градус, называется теплоемкостью металла. Теплоемкость для разных металлов различна и зависит от температуры металла. С повышением температуры теплоемкость увеличивается.

Умножая теплоемкость металла на его температуру и вес, можно узнать теплосодержание металла.

Чтобы улучшить передачу тепла металлу и уменьшить потери, нагревательщик должен следить:

1) за исправным состоянием газовых каналов, рабочего окна, шиберов и пр.;

2) за правильной укладкой заготовки на поду и полной загрузкой печи;

3) за регулировкой шиберов.

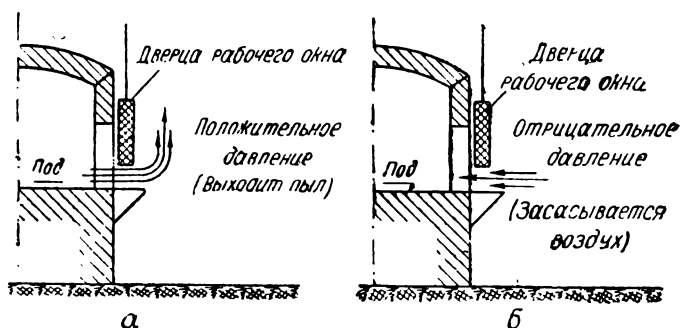
Если часть газовых каналов в поду засорена, то газы плохо будут заполнять рабочее пространство, стремясь пройти мимо заготовок в боров через незасоренные каналы. Этим самым передача тепла металлу уменьшается. Тепло будет передаваться главным образом верхней части заготовок. При таких условиях заготовки нагреваются медленно и неравномерно, а тепло пламени в рабочем пространстве используется плохо.

Заготовки следует размещать на поду не вплотную, а с прозорами и по возможности на подкладках, что обеспечит равномерный прогрев их.

Газовый шибер необходимо открывать настолько, чтобы при открытой заслонке рабочего окна через образовавшуюся щель (фиг. 22) выбивались язычки пламени.

Если при такой работе печи измерить на поду давление, то оно будет равно 0,25—0,5 мм вод. ст. (способ измерения разрежения или давления в печи см. на стр. 31—32).

При очень большом или полном открытии шиберга газы не будут задерживаться в печи; давление в камере понизится,



Фиг. 22. Давление в рабочем пространстве печи.

и может образоваться разрежение. При такой работе печи (фиг. 22,б) холодный воздух из помещения цеха засасывается в печь через неплотности в кладке и рабочее окно, охлаждая нагреваемый металл и увеличивая его угар. При этом печь греет плохо и расходует много топлива.

Небольшое открытие шиберга вызывает, наоборот, излишнее давление в печи и сильное выбивание пламени через неплотности, что уменьшает производительность печи и увеличивает потери тепла.

Из сказанного ясно, что шибер в руках знающего нагревальщика служит средством для регулирования печи и установления в ней нормального режима.

Нагрев металла

Тепло, переданное поверхности металла, распространяется внутрь металла с определенной скоростью, в зависимости от теплопроводности его. Поэтому часть заготовки, обращенная к пламени, будет нагреваться быстрее, чем противоположная.

Металл при нагреве расширяется. В случае неравномерного нагревания заготовки наиболее нагретая часть ее будет стремиться расшириться больше, чем менее нагретая часть. В результате этого в заготовке появятся как бы внутренние силы, разрывающие ее. Чем больше будет разница температур в различных частях заготовки, тем больше бу-

дут эти силы. При очень большой разнице температур заготовка может дать трещину. Так трескается холодный стеклянный стакан, когда в него начинают наливать горячую воду. В месте соприкосновения с кипятком температура стенки стакана резко повышается, в то время как температура остальной части стакана остается низкой. Вследствие неравномерного расширения отдельных мест стакан трескается.

Тепло необходимо передавать металлу равномерно, со всех сторон и с определенной скоростью. При быстром неосторожном нагреве толстых заготовок поверхность их может оплавляться, между тем как середина останется холодной. В таких случаях в металле неизбежны трещины.

Особенно опасно быстро нагревать углеродистые и специальные стали: нагрев их до $650-800^{\circ}$ должен протекать медленно, затем до $1000-1100^{\circ}$ — быстро и далее — опять медленно. Железо и малоуглеродистые стали можно сразу нагревать быстро до температуры $1100-1150^{\circ}$, затем медленно — до требуемой температуры. Металл необходимо прогревать равномерно.

Для уменьшения разницы температур между верхом и низом толстых заготовок прибегают к кантовке заготовок, периодически переворачивая их в печи так, чтобы нижняя часть заготовок оказалась сверху. Необходимо, чтобы пламя «лизало» под печи.

Мелкие заготовки толщиной до 8 см можно нагревать, не заботясь о скорости нагрева, т. е. так быстро, как может греть печь.

Установлено, что тепло проникает в сталь примерно со скоростью 0,6 мм в минуту. Однако скорость нагрева зависит и от характера нагреваемой заготовки. Например, для прогрева катаной заготовки (не толще 8 см) на 1 см толщины до температурыковки требуется 3—4 мин.

Для прогрева слитка мягкой стали круглого сечения на 1 см требуется 8 мин. Для прогрева слитка углеродистой и специальной сталей — 12—14 мин.

Продолжительность нагрева приведена в табл. 6.

В этой таблице даны только ориентировочные нормы времени для нагрева заготовок. Обычно эти нормы нагревательщик получает у технолога цеха.

Температура нагрева стали влияет на качество обработки стали. Ковка служит не только для придания известной формы предмету, но и для улучшения структуры металла и, следовательно, его механических свойств. Это достигается тем, что под ударами молота или давлением прессы в металле, находящемся в состоянии текучести, крупные кри-

сталлы раздробляются, изменяют свою форму, и материал приобретает мелкокристаллическое строение, а следовательно, и наилучшие механические свойства.

При нагреве металла происходит рост зерен (кристаллов). Их рост протекает тем быстрее, чем выше температура и чем продолжительнее нагрев. Особенно быстро растут зерна при температуре 1200—1300°. Передержанный в печи при высокой температуре металл дает крупнозернистый излом и делается хрупким. Такой металл является перегретым. Перегретый металл можно исправить, если его хорошо проковать или отжечь при температуре 850—900°.

Опаснее второй дефект, вызываемый продолжительным нагревом при температуре, близкой к началу расплавления металла, и называемый пережогом стали. Пережог происходит при избытке воздуха в печи. При пережоге углерод выгорает под действием кислорода пламени, отчего связь между отдельными зернами стали нарушается и появляются трещины; такая сталь при ковке разваливается на куски. Пережог непоправим и приводит к полной негодности стали.

Для каждого сорта стали имеются вполне определенные температуры начала и концаковки, в пределах которых и следует вести этот процесс. Чем больше в стали углерода, тем ниже температура началаковки.

При низкой температурековки сталь недостаточно пластична и оказывает большое сопротивлениековки, что вызывает излишний расход энергии. При холоднойковки удары молота будут деформировать только наружные слои заготовки, вследствие чего в этих слоях строение будет более мелкозернистым, чем во внутренних.

Большое значение имеет и температура концаковки. Как известно, при нагреве металла происходит рост его кристаллов. Поэтому при высокой температуре концаковки в металле могут образоваться крупные кристаллы, уже не раздробленные, а от этого ухудшитсяковка.

Низкая температура концаковки вызывает в стали трещины и явление наклепа, выражающееся в повышении хрупкости и твердости металла. Температуры начала и концаковки и штамповки для разных сортов стали приведены в табл. 7.

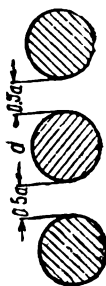
Температуру нагрева металла контролируют специальными приборами, называемыми пирометрами. В практике часто ограничиваются определением степени нагрева металла на глаз по цветам каления, которые приведены ниже в °С.

Нормы времени нагрева кузнечных заготовок в пламенных печах камерного типа

Г р у п п ы м а р о к с т а л и					
I	II	III	IV		
10, 25, 45	38ХА, 12ХГН4А, 13НГА, 30ХГСА, 12ХН3А	18ХНВА, 20ХНЗА, 25ХНВА, 40ХНМА, 40ХФА, 38ХМЮА	ЗИ-69		
Температура нагрева дляковки и штамповки, °С					
Начало ковки	Конец ковки (не ниже)	Начало ковки	Конец ковки (не ниже)	Начало ковки	Конец ковки (не ниже)
1250	750	1180	800	1160	850
				1100	880





Длина заготовок $l \geq 3d$

Способ укладки



Диаметр заготовок мм	Время нагрева мин.	Время выдерж- ки мин.	Время подог- рева до ~900° мин.	Время нагрева мин.	Время выдерж- ки мин.	Время подог- рева до ~900° мин.	Время нагрева мин.	Время выдерж- ки мин.	Время подог- рева до ~900° мин.	Время нагрева мин.	Время выдерж- ки мин.
200	70	10	50	35	15	70	40	15	150	60	30
175	55	8	45	30	10	60	35	10	115	50	30
150	45	8	35	25	10	50	30	10	100	35	30
125	40	5	—	50	10	40	25	10	75	30	25
115	35	5	—	45	10	—	55	5	70	25	25
100	30	5	—	40	5	—	50	5	60	25	20
90	25	—	—	35	5	—	40	5	55	20	20
80	20	—	—	30	—	—	35	—	35	15	10
70	17	—	—	25	—	—	30	—	30	10	5
60—50	15	—	—	20	—	—	25	—	25	10	5
40—30	12	—	—	15	—	—	20	—	—	30	—
20—15	8	—	—	12—10	—	—	15—12	—	—	25	—

Поправочный коэффициент для изменения времени нагрева в зависимости от отношения длины к сечению заготовок и способа укладки

$l \geq 3d$	$l < 3d$	Способ укладки заготовок	$l \geq 3d$	$l < 3d$	Способ укладки заготовок
1,0	0,9		1,5	1,3	
1,4	1,2		2,8	2,4	

Температуры начала и концаковки

Марка стали	Химический состав, %						температура, °С
	углерод C	хром Cr	никель Ni	вольфрам W	ванадий V	кремний Si	
Углеродистая	0,1	—	—	—	—	—	1300
"	0,2	—	—	—	—	—	1250
"	0,3	—	—	—	—	—	1200
"	0,4	—	—	—	—	—	1200
"	0,5	—	—	—	—	—	1100
"	0,6	—	—	—	—	—	1100
"	0,7	—	—	—	—	—	1100
"	0,8	—	—	—	—	—	1050
"	0,9	—	—	—	—	—	1050
"	1,0	—	—	—	—	—	1000
"	1,2	—	—	—	—	—	1000
"	1,5	—	—	—	—	—	1000
Самокал	0,7—0,8	3,5—4,5	—	6,5—8,5	—	—	900
Быстрорежущая	0,6—0,7	3,5—4,5	—	16—18	0,7—0,8	—	1150
"	0,6—0,7	3,5—4,5	—	13—15	—	—	950
"	0,3—0,4	0,8—1,2	—	—	—	—	1100
Хромистая	0,2	0,8—1,0	3,5—4,5	—	0,2—0,4	—	1100
Хромоникелевая	0,25	11—14	—	—	—	—	1100
Нержавеющая	0,4—0,5	8,0—11,0	—	—	—	2,0—3,5	1150
Сильхром	0,15	—	4,5	—	—	—	1150
Никелевая	0,9—1,0	0,5—0,7	—	—	—	—	1100
Марганцовистая	—	—	—	—	—	Mn 0,9	1000

Темнобурый цвет	600°
Темнокрасный	700°
Темновишневый цвет	800°
Вишневый	900°
Светловишневый	1000°
Оранжевый	1100°
Соломенно-желтый цвет	1200°
Белый	1300°

Температуру металла по цвету каления можно определять или непосредственно в печи, или вынимая заготовки из печи. Вынимать заготовку нужно быстро и переносить ее в приготовленное поблизости темное место, где и определять цвет каления. Затем нужно так же быстро заложить ее обратно, если нагрев еще недостаточен. При определении цвета каления заготовки непосредственно в печи надо иметь в виду, что в свете яркого пламени металл будет казаться менее нагретым, чем при наружном освещении. Это обстоятельство необходимо учитывать, так как иначе можно допустить перегрев металла. Определяя температуру нагрева по цвету каления, следует также учитывать степень освещенности цеха.

Процесс нагрева стали в термических печах ведется более сложно. При отжиге поковки нагревают до 700—900°, в зависимости от содержания углерода, выдерживают их некоторое время при этой же температуре, затем медленно охлаждают (обычно в печи). Нагрев при отжиге следует вести со скоростью 45 мин. на каждый дюйм (25 мм) наибольшей толщины поперечного сечения поковки. Время выдержки при этой температуре составляет 20% времени, потребного для нагрева. Скорость охлаждения поковки зависит от сорта стали. Так, например, легированные стали охлаждают со скоростью 50—70° в час; углеродистые и конструкционные — со скоростью 150—200° в час.

Скорость нагрева и выдержка стальных деталей во время нормализации такие же, как и при процессе отжига.

Нагрев стальных деталей при закалке требует дополнительных специальных знаний и производится под руководством опытного мастера.

Расход топлива

Чрезвычайно важным показателем использования тепла в печи является удельный расход топлива.

Если количество израсходованного топлива в килограммах за определенный период (например, за смену) разделить на

вес нагретого металла за тот же период, то получим удельный расход топлива. Для наглядного суждения об экономичности работы печей, работающих на разном топливе, необходимо удельный расход топлива вычислять по условному топливу.

Для пояснения сказанного сравним работу двух камерных кузнечных печей, работающих на разных топливах. Первая печь за смену нагрела 5 т заготовок, израсходовав 600 кг мазута. Для перевода натурального топлива в условное, как ранее было сказано, нужно количество расходуемого топлива помножить на топливный эквивалент его. Для мазута эквивалент равен 1,43. Следовательно, 600 кг мазута эквивалентны по теплосодержанию:

$$600 \times 1,43 = 860 \text{ кг условного топлива.}$$

Таким образом, в первой печи удельный расход топлива равен:

$$860 : 5 = 172 \text{ кг условного топлива на тонну продукции.}$$

Вторая печь при той же производительности за смену, работая на донецком угле марки Д, израсходовала за смену 1050 кг угля. По табл. 1 условный эквивалент для этого угля равен 0,81. Следовательно, второй печью за смену израсходовано:

$$1050 \times 0,81 = 850 \text{ кг условного топлива.}$$

Удельный расход условного топлива будет равен:

$$850 : 5 = 170 \text{ кг условного топлива на тонну продукции.}$$

Как видно, по удельному расходу топлива печи мало отличаются друг от друга, хотя количественные расходы в них топлив сильно разнятся.

Величина удельного расхода топлива зависит от:

1) конструкции печи; 2) рода сжигаемого топлива; 3) процесса в печи; 4) работы нагревательщика.

Первые три фактора, влияющие на удельный расход топлива, от нагревательщика не зависят.

Остановимся подробнее на четвертом факторе. Уменьшая потери тепла в печи, можно снизить удельный расход топлива, но значительно всего можно повысить экономичность печи и снизить удельный расход топлива, увеличивая загрузку печи. На многих заводах нагревательные печи часто бывают загружены неполностью и на таких заводах наблюдается большой перерасход топлива.

Проф. Л. К. Рамзин приводит следующий пример¹. Если полная нормальная нагрузка печи составляет 1000 кг/час

¹ Статья в журнале № 1 „За экономию топлива“, 1944 г.

стали, то при нагрузке 750 кг/час удельный расход топлива увеличивается на 18%, а при половинной нагрузке — на 55%, т. е. весьма сильно; при еще более низких нагрузках удельный расход топлива растет катастрофически быстро.

Сильно повышают удельный расход топлива частые холостые простои печи. Нагревательщик обязан постоянно заботиться о снижении удельного расхода топлива, так как этим достигается удешевление себестоимости изделия и экономия топлива.

В табл. 8 приводятся ориентировочные удельные расходы условного топлива для кузнечных и термических процессов.

Таблица 8

Средние практические расходы топлива в различных печах
(по данным Тринкса, Моугинней, Рафаловича и др.)

№№ по пор.	Тип печи	Назначение печи	Температура °С	Удельный расход условного топлива кг/т
1	Камерная без рекуперации для мелких поковок	Нагрев дляковки и штамповки	1250	0,19
2	То же, для средних поковок	То же	1250	0,14
3	Камерная с рекуператором	" "	1200	0,10
4	С периодической посадкой для крупных болванок	" "	1050	0,14
5	Сварочная без рекуператора	" "	1400	0,55
6	Муфельная для мелкого инструмента	Для закалки и нормализации	850	0,38
7	Камерная	То же	800	0,11
8	С вращающимся подом	" "	950	0,10
9	С толкателем	" "	950	0,11
10	С толкателем в ящиках	" "	950	0,17
11	С цепным конвейером	" "	950	0,13
12	Свинцовая ванна	" "	800	0,12
13	С выдвижным подом	Для отжига	900	0,08
14	Камерная для листов	То же	800--950	0,09
15	Роликовая для листов	" "	800	0,06
16	Камерная	Для цементации	900	0,28

В предыдущих разделах были описаны тепловые процессы, происходящие в работающей печи. В настоящем разделе приводятся практические указания по эксплуатации печей.

Разогрев печи

Печь следует разогревать осторожно, особенно после капитального ремонта. Сначала необходимо хорошо просушить печь и только после этого доводить ее до рабочей температуры.

Сушку печи после ремонта необходимо вести медленно, так как при быстрой сушке можно нарушить прочность швов в кладке. Сначала производят воздушную просушку в течение 24—48 час., в зависимости от размеров печи и времени года. Затем следует сушить печь, разжигая в рабочей камере на 12—24 часа костер. Температуру в печи нужно повышать постепенно, доводя ее к концу сушки до 500—600°. Все окна печи должны быть открыты для свободного доступа воздуха.

Если в цехе другие печи в это время не работают и в дымовой трубе тяга отсутствует, то одновременно с сушкой печи необходимо разогреть дымовую трубу, для чего в цоколе ее разводят костер. Трубу разогревают до тех пор, пока в ней не появится тяга продуктов горения. С этого момента разогрев трубы прекращают, закрывают все окна в печи (кроме одного в сварочной камере) и горячими газами просушивают остальную часть печи.

После горячих частичных ремонтов печи при еще горячей кладке воздушную сушку производить не следует, так как влага будет испаряться во время самой кладки. Обычно требуется только небольшой разогрев дровами, причем костер разводят только в той части печи, которая ремонтировалась.

После просушки печи приступают к ее разогреву до рабочей температуры. Печь разогревают топливом, на котором она обычно работает; разогрев продолжается в зависи-

мости от размеров ремонта от 8 до 24 час. После капитальных ремонтов разогрев должен длиться не менее 16 час. Когда под будет достаточно прогрет, примерно в середине разогрева следует производить в печь посадку заготовок. Загружать под нельзя до окончания сушки дровами. Однако с загрузкой пода нельзя ожидать полного разогрева печи, так как в этом случае подовые направляющие могут быть покороблены, чего не наблюдается, если печь загружена металлом.

При разогреве должно быть обеспечено непрерывное наблюдение за состоянием свода печи, так как кирпичная кладка при этом сильно расширяется. Для того чтобы кладка стен и свода в процессе сушки и при разогреве печи не разрушалась, необходимо тщательно наблюдать за поведением свода и натяжением стяжных болтов. У стяжных болтов по мере их натяжения (в связи с расширением свода) надо ослаблять гайки.

При разогреве печи не следует сразу расходовать много топлива, так как в непрогретой печи не происходит полного сгорания, и несгоревшие газы будут уходить в дымовую трубу. Увеличивать подачу топлива можно только по мере разогрева печи. Нужно учесть также, что горение ухудшится с посадкой холодных заготовок в печь, так как от этого сильно снизится температура в печи.

В печи с рекуператором необходимо при разогреве давать незначительное количество вторичного воздуха, для того чтобы не заполнить рекуператор несгоревшим газом, так как эти газы при выходе из рекуператора будут смешиваться с воздухом и образовывать взрывчатую смесь, которая может разрушить кладку печи. Подача небольшого количества воздуха через рекуператор препятствует проникновению в него несгоревших газов, которые проходят через каналы вторичного воздуха.

Печи после выходных дней можно разогревать смелее рабочим топливом, учитывая, что за короткое время кладка не успела остыть. Если при этом в печь посажен металл, то скорость разогрева необходимо согласовать с режимом нагрева для данного металла.

Печи, работающие на угольном топливе, разогревают с предварительным обогревом топочного пространства при помощи костра. Нельзя вскоре после загрузки топлива шуровать топку, так как этим только разрушается слой разгоревшегося угля и он проваливается под решетку. Шуровку можно начинать только после того, как образуется слой кокса толщиной 100—150 мм. При этом необходимо помнить,

что шуровка заключается в разрыхлении и разравнивании верхнего слоя топлива, а не в перемешивании его.

При шлаковании колосниковой решетки для того, чтобы обеспечить доступ воздуха, нужно прорезать колосники резаком. При сжигании тощих углей и антрацита необходимо накопить шлак на колосниковой решетке, так как хорошее горение достигается сжиганием угля на шлаковой подушке.

Печи, работающие на газе и мазуте, разогреваются тем же порядком. В топку перед форсункой или горелкой кладут сухие дрова (щепу, обломки досок и пр.) и поджигают их факелом. Полезно перед форсункой временно установить железный щиток или кирпич, в который будет ударяться горючая смесь. Затем открыть все нефтяные (газовые) и воздушные задвижки и вентили, расположенные до форсунок (горелок) и перед рекуператором.

По истечении 20—30 мин., когда дрова хорошо разгорятся и прогреют топку до температуры воспламенения газов (в среднем до 500—600°), вводят в одну из форсунок небольшое количество воздуха (пара), а затем мазута или газа с тем, чтобы получить небольшое, но устойчивое пламя. Затем поочередно включают следующие форсунки или горелки.

Особенно необходимо помнить, что при всяком пуске форсунок или горелок нельзя сначала пускать мазут или газ, так как в печи образуется много горючей смеси, взрывающейся при последующем пуске воздуха.

После непродолжительной остановки (при температуре в печи выше 700°) растопку печи производят без костра.

Нормальная работа печи в рабочую смену

В зависимости от рода сжигаемого топлива и конструкции различные печи требуют разного ухода. Особенного внимания требуют печи с газогенераторными топками, поэтому описанию их обслуживания отводится специальный раздел.

Твердое топливо следует забрасывать в топку небольшими порциями (не больше 6—8 лопат). Если уголь содержит большое количество летучих, то его надо загружать чаще и меньшими порциями. При редких загрузках, но большего количества топлива вначале образуется много летучих и воздуха окажется недостаточно, горение будет неполным, а к концу, наоборот, будет избыток воздуха.

Загрузка крупного угля не допускается, так как при этом нарушаются условия горения слоя топлива и прогорает решетка. Поэтому куски угля перед загрузкой следует дробить.

Во избежание выбрасывания пламени через загрузочное окно необходимо в момент загрузки убавить количество воздуха, подаваемого под колосники, и увеличить поступление пара, чтобы избежать ошлакования решетки. Одновременно для получения полного горения необходимо увеличить поступление вторичного воздуха. В момент бурного выделения летучих при загрузке могут образоваться хлопки (взрывы), поэтому при заброске топлива с обильным выделением летучих дымовой шибер следует открывать больше.

При шуровке так же, как и при загрузке, необходимо уменьшать подачу первичного воздуха под колосники, увеличивая подачу вторичного воздуха.

По окончании шуровки количество подаваемого воздуха следует увеличить, так как увеличивается выделение летучих. Дымовой шибер при шуровке, так же как и при загрузке, нужно открывать на большую величину.

При сгорании твердого топлива в топке накапливаются зола и сгарки, поэтому топку необходимо периодически чистить. Очередную чистку приурочивают к перерыву в работе, обычно же чистят после окончания работы, чтобы не нарушать установленного производственного порядка в цехе. Для обеспечения нормальной работы печи до перерыва следует только перед чисткой постепенно уменьшать забрасывание топлива и, наконец, совсем прекратить заброску. Топку надо чистить при открытой шуровочной дверце и открытом шибере.

Работа у топки на мазуте или газовом топливе значительно проще, чем у топки на твердом топливе. Направление факела пламени должно быть горизонтальным: пламя не должно бить в металл, в стенки и в свод печи. Давление в печи необходимо держать положительным, т. е. пламя должно слегка выбивать из окон. Все рабочие и смотровые окна плотно закрывать для того, чтобы холодный воздух не засасывался. Тягу регулировать шибером, для увеличения тяги шибер поднимать, а для уменьшения — опускать.

Если прекратится подача мазута (газа) или воздуха, немедленно закрыть нефтяной (газовый) вентиль, а затем — воздушный. При остановке печи кладка должна остывать медленнее, так как это увеличивает срок ее службы. Следовательно, после прекращения горения необходимо дымовой шибер и заслонки печи закрыть.

Очень часто при мелких авариях и производственных неполадках бывают простои печи. В это время печь не гасится, а поддерживается в рабочем состоянии, чтобы иметь возможность начать нормальную работу, как только задержка бу-

дет ликвидирована. Такой режим работы называется холостым ходом печи. Ясно, что при этом поступление топлива необходимо уменьшить, но ни в коем случае не прекращать совершенно. Соответственно уменьшается и подача воздуха. Так как количество газов при холостом ходе будет меньше, то для того, чтобы поддерживать давление на поду печи положительным, необходимо дымовой шибер немного прикрыть.

Особенности работы у печей с газогенераторными топками

Главной заботой нагревальщика, обслуживающего газогенераторные печи, является своевременное предупреждение шлакования золы. Причины шлакования заключаются в том, что зола, попадая в горячую зону генератора, размягчается и приобретает пластичное или жидкое состояние. Затем, соприкасаясь с холодным дутьем, превращается в шлак в виде комьев или коры. Иногда зола приваривается к кирпичной стенке генератора, образуя так называемые «настыли».

Твердый шлак может образовать сводик и пустоты внутри слоя топлива, что влечет за собою уменьшение активной поверхности и падение интенсивности газификации. Шлаковый сводик легко разбивается шуровкой.

Излишняя шуровка и сбивание огня в горячей зоне генератора могут вызвать еще больше неприятностей с образованием шлаков.

В каких случаях следует производить шуровку в генераторной топке, сказано в рабочей инструкции по обслуживанию печи.

Для уменьшения шлакования золы в генераторной топке необходимы следующие мероприятия:

- 1) регулировка количества пара, добавляемого к первичному воздуху;
- 2) понижение форсировки генератора.

Температуру паровоздушного дутья следует держать в пределах 45—60° С. В среднем расход пара на увлажнение дутья составляет 35—40% от веса углерода в топливе.

Напряженность колосниковой решетки у генераторных печей, как правило, принимается весьма умеренной — максимум до 150 кг/м² час.

Высота слоя угля в генераторной топке должна поддерживаться 500—600 мм при размере кусков угля 10—70 мм.

Наличие мелочи в угле вызывает прогары решетки, ухудшает качество газа и требует более частой шуровки, поэтому мелочь необходимо отсеивать через грохот с ячейками 5×5 мм.

Более подробно эксплуатация печей с газогенераторными топками описана в рабочей инструкции по уходу за ними.

Инструкция по обслуживанию печи с газогенераторной топкой

Розжиг печи с холодным газогенератором

1. Окрыть шибер.
2. На поду печи сложить клетку сухих измельченных дров.
3. Осмотреть шахту газогенератора; если имеются на стенках шахты настыли, — сбить их.
4. Выгрести золу из зольниковой чаши. Тщательно очистить колосниковую решетку генератора от мусора и золы (плохо очищенные прозоры в колосниках приводят к образованию прогаров) и сложить на нее клеткой сухие измельченные дрова.
5. Сначала разжечь дрова в самой печи, когда они разгорятся, разжечь дрова в генераторе при открытой поддувальной дверке и открытой крышке загрузочной горловины.
6. Когда дрова в генераторе разгорятся и обуглятся, закрыть топочную и поддувальную дверки и завинтить их прижимы.
7. Загрузить полную шахту дровами; закрыть крышку загрузочной горловины, направив таким образом газ в печь (предварительно убедиться, горят ли в ней дрова), открыть задвижку для подачи воздуха под колосники и пустить дутье.

Если генератор работает на угле, то после того как дрова разгорятся, загрузить часть угля (из расчета 60 кг на 1 м² колосниковой решетки), не закрывая крышки загрузочной горловины генератора (продукты горения отводятся под зонт), и дать ему хорошо разгореться; получив добела раскаленный слой угля, разравнять его через шуровочное отверстие или через топочную дверку, затем загружать уголь (из расчета 200 кг на 1 м² колосниковой решетки), закрыть крышку загрузочной горловины, предварительно убедившись, горят ли в печи дрова, и пустить газ в печь. После этого постепенно увеличивать давление дутья.

8. Пустить вторичный воздух и отрегулировать его подачу на-глаз — по виду пламени.

9. Для того чтобы создать в печи положительное давление, необходимо прикрыть шибер.

Если генератор работает на угле, то пар в генератор пускается после того, как установится подача газа в печь.

Через шуровочное отверстие в генераторе периодически наблюдать за поверхностью слоя топлива и не допускать образования прогаров. Периодически опускать пику до ко-

лесниковой решетки, которая должна проходить свободно и издавать характерный хрустящий звук. Если пика проходит с трудом и вязнет, это указывает на то, что топка шлакуется и необходимо увеличить подачу пара.

Очередную загрузку газогенератора топливом производить тогда, когда слой топлива в генераторе примет по всей поверхности вишневый цвет.

10. Очередную загрузку дровяного генератора производить по мере оседания слоя, не допуская понижения его больше, чем на 0,9—1,0 м.

11. Холодную печь и генератор разжигать за 1 час. 30 мин. до начала работы.

Разжиг печи с горячим газогенератором

1. Открыть шибер.

2. На поду печи сложить клетку из сухих измельченных дров и зажечь их факелом на длинном железном пруте (во избежание возможного ожога от вспышки скопившегося газа в неостывшем газогенераторе). Если печь останавливалась только на обеденный перерыв и кладка печи еще раскалена, закладывать дрова для розжига печи не нужно.

3. Пустить дутье под колосниковую решетку генератора.

4. Открыть крышку загрузочной горловины генератора и загрузить шахту топливом.

5. Пустить газ в печь. Пустить вторичный воздух.

6. Если потребуется, увеличить давление дутья под колосники.

При работе на угле проверить шахту пикой, не зашлаковалась ли решетка. При шлаковании разбить шлак пикой. После того как подача газа в печь установится, сткрыть пар в генератор и отрегулировать температуру паровоздушной смеси.

7. Для того чтобы создать в печи положительное давление, следует немного прикрыть шибер.

8. Розжиг печи с горячим генератором необходимо начинать при остановке печи на обеденный перерыв за 20 мин. до начала работы; при более длительной остановке (1—2 смены) — за 50 мин.

Остановка газогенератора

1. Закрыть задвижку на стояке первичного воздуха.

2. Закрыть задвижку на стояке вторичного воздуха.

3. Остановить вентилятор.

4. При остановке газогенератора для полной его очистки следует все топливо сжечь, не добавляя свежего. Если имеется паровое дутье, не закрывать его в течение 20—30 мин.

5. Закрывать дверку у печи и прикрывать шибер неполностью.

6. Если по условиям производства до полной чистки газогенератора потребуется понизить высоту шлаковой подушки (т. е. несколько очистить колосниковую решетку от золы и шлака), необходимо прекратить подачу воздушного дутья, а паровое дутье ни в коем случае не прекращать, а увеличить его и чистить решетку под паром.

Проверка распределения зон в газогенераторе (при отоплении углем)

В течение смены два-три раза следует проверить распределение зон в газогенераторе, для чего в шуровочное отверстие генератора вставить пику. Нижний конец пики обязательно опустить до колосниковой решетки, в чем убедиться по металлическому стуку. В таком состоянии пику держать в течение 5 мин., после чего ее вынуть. О состоянии зон в газогенераторе судят по каналу пики.

Нормальное распределение зон следующее:

а) нижняя темная часть пики указывает высоту шлаковой зоны над колосниковой решеткой (50—100 мм);

б) яркобелый накал пики — зона горения, зона наиболее высоких температур в газогенераторе (110—180 мм);

в) вишнево-красный накал — зона восстановления (160—200 мм).

При уклонении от нормального распределения зон в генераторе необходимо исправить положение следующим способом:

1. При полном отсутствии черного конца пики и при получении высокого яркобелого накала пики от самой колосниковой решетки немедленно сбавить воздушное дутье и увеличить подачу пара. Через 10—15 мин. снова проверить распределение зон в газогенераторе.

2. При чрезмерно высоком черном слое на конце пики и высоком поднятии зоны горения над колосниковой решеткой (что указывает на остывание генератора) убавить пар и увеличить воздушное дутье под колосники.

3. При получении слоистого распределения зон, когда между раскаленными частями пики имеется черный разрыв, сбавить воздушное дутье и прошуровать генератор.

4. При появлении светящихся мест посреди сравнительно темной поверхности топлива, что можно видеть через шуровочное отверстие генератора, производить шуровку генератора.

Техника безопасности

У каждой печи должна быть вывешена инструкция по обслуживанию и правила техники безопасности по эксплуатации печи.

В случае внезапного прекращения дутья воздуха для предотвращения взрывов горючих газов при пуске воздуха необходимо: прекратить подачу топлива, открыть полностью дымовой шибер для вытягивания газов из печи. В угольных топках, во избежание зашлаковывания решетки, открыть пар в поддувало.

В печах, отапливаемых мазутом, при внезапном прекращении подачи пара или воздуха для разбрызгивания мазута, немедленно прекратить подачу мазута и воздуха и закрыть дымовой шибер для того, чтобы печь не охладилась. В случае проливания некоторого количества мазута в топку, вследствие несвоевременного прекращения подачи мазута, шибер закрывать нельзя, а следует выждать 15—20 мин. с тем, чтобы газы, образующиеся при испарении пролитого мазута, улетучились. В противном случае при последующем пуске мазута и воздуха может произойти взрыв (хлопок).

При чистке топки для быстрого удаления газов из поддувала необходимо все дверки топки, а также дымовой шибер открыть, хотя это и охлаждает печь.

Для того чтобы пламя сильно не выбрасывалось через загрузочные отверстия при топках с дутьем, первичный воздух в момент загрузки следует прикрывать.

Не выбрасывать нагретой заготовки из печи, так как при ударе ее о пол (обычно о металлическую плитку) от заготовки отскакивает и летит в разные стороны горячая окалина, причиняя ожоги и ранения. Заготовки следует вынимать специальными приспособлениями.

Ни в коем случае не заливать шлак водой, так как соприкосновение шлака с водой вызывает взрыв с очень серьезными последствиями.

Не следует кантовать заготовки мокрым ломом, так как соприкосновение мокрого лома со шлаком вызывает хлопок, сопровождающийся выбиванием пламени из печи.

При осмотрах или ремонтах горячей печи, когда рабочий должен находиться на своде, необходимо на связи печи укладывать настил для того, чтобы рабочий не мог провалиться через свод в горячую печь.

При разжигании печи не стоять близко у отверстия и не заглядывать в него. Факел для разжигания должен иметь рукоятку длиной не менее 1,5 м.

Не следует исправлять форсунку во время загрузки печи.

Пускать газ или мазут в печь разрешается только после тщательного прогрева топки и камеры и после того, как установится хорошая тяга. Если газ, загоревшись, потухнет, необходимо закрыть поступление его, прогреть печь и только после этого снова разжигать ее обычным порядком.

Если обрушится свод, немедленно погасить огонь в топках песком. Не следует заливать огонь водой. Около печи всегда должен стоять ящик с песком.

Местную вентиляцию от шуровочных отверстий генератора необходимо пускать сразу же после его розжига.

Необходимо разжигать дрова сначала в печи, а затем в генераторе.

Во время открытия крышки загрузочной горловины следует становиться сбоку, чтобы не обжечь лицо.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
От издательства	3
Топливо и его сжигание	5
Общие сведения	5
Состав топлива	7
Различные виды и сорта (марки) топлива	8
Сжигание топлива	10
Нагревательные печи кузнечного производства . .	25
Общее описание нагревательных печей	25
Конструкции печей	26
Вспомогательное оборудование и кладка печей	30
Материал печей и их ремонт	32
Работа печи и нагрев металла	34
Баланс тепла в печи	34
Передача тепла металлу	35
Нагрев металла	37
Расход топлива	43
Обслуживание печей	46
Разогрев печи	46
Нормальная работа печи в рабочую смену	48
Особенности работы у печей с газогенераторными топками	50
Инструкция по обслуживанию печи с газогенератор- ной топкой	51
Техника безопасности	54

Цена 4 руб.

А. И. ДЕГТЯРЕВ

НАГРЕВАЛЬЩИК

НКАП
ОБОРОНГИЗ
1945