

## **СОДЕРЖАНИЕ:**

- [1. Общие правила сжигания топлива в твердотопливных котлах](#)
- [2. Горение топлива в твердотопливных котлах](#)
- [3. Состав и свойства топлива для твердотопливных котлов](#)
- [4. Характеристика топлива для твердотопливных котлов](#)
- [5. Как обеспечить экономичную работу твердотопливного котла](#)
- [6. Топка твердотопливных котлов](#)
- [7. Особенности сжигания разных видов топлива в твердотопливных котлах](#)

## **Общие правила сжигания топлива в твердотопливных котлах**

Сжигание топлива следует вести так, чтобы было достигнуто более полное его сгорание, максимально сокращены всякого рода потери топлива и достигнута высокая температура в топке.

Для поддержания нормального процесса горения топлива необходимо:

иметь тягу, достаточную для отвода дымовых газов из топочного пространства и поступления воздуха в топку для обеспечения нормального процесса горения;

крупные куски угля и антрацита для сжигания на колосниковой решетке ручного обслуживания разбивать до размера 50...75 мм;

загрузочные дверцы открывать только во время забрасывания топлива, его шурования и при чистке топки; при заброске топлива регулировать тягу и дутье, своевременно подавать требуемый для горения топлива воздух;

топливо забрасывать одновременно малыми порциями;

поддерживать требуемую толщину слоя топлива равномерно по всей колосниковой решетке;

выравнивание слоя топлива производить забрасыванием угля; в крайних случаях применять скребок, срезая верхушки, не нарушая слоя шлака и кокса; подламывание шлакующегося топлива производить в исключительных случаях, когда нельзя выправить процесс горения в топке другими мерами;

при шлаковании топлива усиливать дутье;

по мере накопления золы и шлака увеличивать дутье;

при внезапном и резком уменьшении нагрузки котла выключить дутье и открыть поддувальную и топочную дверцы;

после заброски топлива увеличить дутье;

при синих факелах пламени в топке уменьшить толщину слоя топлива;

при образовании спекшейся «корки» прорезать ее шуровкой, не трогая нижних слоев кокса и шлака; своевременно удалять из топки золу и шлаки топлива.

При использовании топлива необходимо различать:

сжигание углей, антрацитов и других видов топлива в чистом виде, без примеси спекающихся углей;

сжигание смеси, составляемой из спекающегося угля и неспекающегося топлива (антрацита, тощего, бурого угля, торфа, горючего сланца и т. п.), когда один вид топлива по своему составу и свойствам не отвечает условиям рационального его использования в чистом виде;

сжигание одних спекающихся углей в случаях, когда нет возможности использовать их в смеси с другими видами топлива.

Смеси разных видов топлива должны обеспечивать:

достаточную спекаемость смеси для уменьшения уноса топлива и образования пористых и рыхлых шлаков, что способствует лучшему притоку воздуха в топку котла;

достаточный выход летучих веществ для горения топлива нормальным пламенем при равномерном распределении смеси по всему слою колосниковой решетки;

уменьшение зольности смеси путем смешения менее зольных углей с многозольными;

достижение меньшей плавкости золы путем смещения углей, имеющих тугоплавкую золу, с топливом легкоплавкой золы.

В большинстве случаев смесь готовится из углей двух марок. Одна из марок углей берется с большим выходом летучих веществ или с меньшим содержанием золы и другая — с меньшим выходом летучих веществ или с большим содержанием золы. Одна из этих марок углей должна иметь тугоплавкую золу.

Смесь топлива составляется по весу или объему (тачек или лопат угля), исходя из следующего процентного соотношения разных видов топлива:

70 % угля марки Г или Д с 30 % антрацита

60 % угля с 40 % бурого угля

40...50 % угля с 60...50 % угля марки Ж

10...20 % угля с 90...80 % угля марки ПС

10...15 % угля с 90...85 % антрацита АРШ

20...25 % угля марки ПЖ или ПС с 80...75 % антрацита АРШ

60...75 % бурого угля с 40...25 % угля марки ПЖ, ПС, СС

65 % бурого угля с 35 % антрацита

75 % любого каменного угля с 25 % горючего сланца

70...60 % угля марки ПЖ или ПС с 30...40 % горючего сланца

70 % торфа с 30 % антрацита или каменного угля

50 % каменноугольного шлама с 50 % антрацита АРШ

60 % торфа с 30 % опилок и 10 % любого угля

60 % любого угля с 40 % опилок.

Например, смесь из 60 % угля марки Г и 40 % бурого угля готовится таким образом:

задаются количеством смеси, допустим 200 кг, из которых уголь марки Г составит  $200 \times 0,6 = 120$  кг и бурый уголь  $200 \times 0,4 = 80$  кг;

насыпается квадратный слой на площадке перед фронтом котла или на площадке склада из 12 лопат угля марки Г (около 80 кг);

на слой угля марки Г насыпается второй слой из 8 лопат бурого угля (около 53 кг);

на слой бурого угля насыпается третий слой из 6 лопат угля марки Г (около 40 кг) и на него насыпается четвертый слой из 4 лопат бурого угля (около 27 кг).

Таким образом, на 18 лопат угля марки Г (или на 120 кг) приходится 12 лопат бурого угля (или 80 кг); составленная из нескольких слоев смесь угля несколько раз перелопачивается на конус следующим порядком:

уголь берется лопатой с основания смеси и насыпается на верхний ее слой; так, повторяя несколько раз, и создают конус угля и тем самым получают относительно однородную смесь угля;

в случае обнаружения в углях кусков размером больше 120 мм необходимо их раздробить до размера 50...75 мм.

Изготовленная таким образом смесь считается пригодной для сжигания в твердотопливных котлах.

### **Подготовка топки**

Перед пуском топки твердотопливного котла необходимо:

произвести тщательный внутренний и наружный осмотр топки и устранить обнаруженные неисправности;

обратить особое внимание на чистку зольника, состояние колосников;

проверить состояние приводов к поворотным колосникам и к дутьевым заслонкам;

проверить состояние дутьевых вентиляторов, дымососов и дымовых шиберов;

проверить плотность воздухопроводов и лючков, закрывающих поддувало, и все неплотности (пропуски) устранить.

Внутренний осмотр топки производится только после ее проветривания, для чего необходимо частично открыть шибер за котлом.

Для правильного обслуживания топок котлов специалистам рекомендуется иметь тягомеры для измерения давления воздуха за дутьевым вентилятором и под колосниковой решеткой, а также для измерения разрежения газов в топке и за шибером.

## Растопка

Растопка топки производится после полного прекращения ее работы в случаях:  
длительной остановки и ее охлаждения для ремонта или консервации твердотопливного котла;  
кратковременной остановки и ее охлаждения при временном отключении потребителей тепловой энергии.

После длительной остановки и охлаждения твердотопливного котла рекомендуется прогреть дымоходы (около основания трубы), после чего приступить к розжигу топки.

Растопку топки следует вести медленно, особенно при сырой кирпичной кладке и при холодной воде в системе и котле.

Розжиг топки производится мелко наколотыми дровами. По мере разгорания топлива необходимо забрасывать новые порции угля тонким ровным слоем по всей решетке (размер кусков должен быть не более 50...75 мм), закрыть зольниковую дверцу и дать слабое воздушное дутье. При наличии дымососа его пускают перед включением воздушного дутья. Тягу и дутье регулируют открытием вначале заслонки тяги, а затем заслонки дросселя-клапана, поддерживая минимальное разрежение в топке. По мере разгорания топлива на решетке необходимо усиливать воздушное дутье.

Чистка топки

Основными признаками, указывающими на необходимость чистки топки, являются следующие:  
в топке накапливается большое количество золы, которая затрудняет или почти прекращает доступ воздуха в топку;  
на поверхности горящего топлива появляются темные пятна, постепенно заволакивающие всю площадь колосниковой решетки;  
свежезаброшенное топливо остается черным и в лучшем случае краснеет;  
при увеличении дутья слой топлива остается темным, не приобретает яркости и над его поверхностью появляются только синеватые языки пламени.

Подготовка топки к чистке заключается в следующем:

предварительно дожигается слой топлива;  
на колосниковой решетке оставляется горящий уголь в количестве, достаточном для заправки топки после ее чистки.

При наличии двух загрузочных дверец подготовку к чистке и самую чистку топки следует производить поочередно через каждую дверцу.

На время чистки топки необходимо выключать дутье, сгрести не сгоревшее топливо на одну из сторон решетки и освободившуюся часть решетки очистить от шлака и золы, затем сгрести на нее раскаленный кокс и очистить вторую половину решетки. После этого разровнять раскаленный кокс по всей колосниковой решетке, забросить свежую порцию топлива и включить дутье.

При решетке с опрокидными колосниками зола проваливается в бункер. Для предохранения колосников и опорных балочек от перегорания шлаковый затвор при чистке топки необходимо держать открытым.

## Горение топлива в твердотопливных котлах

Горение топлива – есть процесс химического соединения его горючих элементов с кислородом воздуха с выделением тепла и образованием пламени. Топливо с большим выходом летучих веществ и низкой температурой воспламенения загорается быстрее, поэтому для розжига в топке каменных углей и антрацитов применяют дрова или другие виды топлива с низкой температурой воспламенения. Дрова под действием факела огня (источника тепла) быстро загораются и продолжают гореть с выделением все новых и новых порций летучих веществ, которые, загораясь, повышают температуру в слое топлива и вызывают в

свою, очередь выделения летучих веществ в заложенной порции угля или антрацита, продолжая процесс горения.

Процесс горения топлива в топке протекает следующим образом. Вначале топливо прогревается за счет тепла, получаемого непосредственно как от раскаленного нижнего слоя горящего топлива, так и от горячих дымовых газов, проходящих через слой свежего топлива; топливо, прогреваясь, подсушивается, т. е. из него испаряется влага. Затем начинается выделение летучих горючих веществ, которые воспламеняются и сгорают обычно над слоем. В слое остается нелетучий остаток, состоящий из кокса (углерода) и золы. Кокс сгорает в слое, а зола проваливается частично в зольник, откуда ее удаляют, частично же она плавится, превращаясь в шлак, который удаляется с решетки при частичной или полной чистке топки. Раскаленный, горящий слой топлива, а также его мелкие частицы в топке и летучие вещества, сгорая в топочной камере, отдают тепло поверхностям нагрева твердотопливного котла. По мере выгорания топлива остающаяся зола закрывает частицы топлива от окисления его воздухом и скорость горения топлива уменьшается. Кусочки топлива при шуровании освобождаются от золы, вновь подвергаются воздействию кислорода воздуха и горение улучшается. Чем больше золы в топливе, тем чаще приходится его шуровать и чистить топку.

Для максимального использования тепла при сгорании топлива необходимы следующие условия:

- размеры топки должны соответствовать производительности твердотопливного котла и свойствам топлива;
- ровный слой топлива на колосниковой решетке и одинаковый его состав по крупности, обеспечивающий равномерное поступление воздуха по всей площади колосниковой решетки;
- поступление в топку требуемого количества воздуха;
- наличие высокой температуры в топке для предварительного прогрева топлива до температуры воспламенения, а также для сгорания горючих летучих веществ и мелких частиц несгоревшего угля, вынесенных газами и воздухом из слоя топлива;
- объем топочного пространства должен обеспечивать полное сгорание летучих веществ топлива и частиц его углерода до того, как топочные газы придут в соприкосновение с поверхностями нагрева.

В зависимости от характера протекания процесса горения различают пламенное и беспламенное горение топлива.

При пламенном горении топлива (дров, горючих сланцев, торфа, бурых углей, длиннопламенных и газовых углей) выделяется большее количество летучих веществ, горение протекает обычно в топочном пространстве, температура слоя для большинства углей не достигает величины, при которой плавятся минеральные примеси, и на колосниках остаются только зола и мусор. Соппротивление слоя золы невелико, и не создается особенных препятствий для прохода воздуха.

При беспламенном горении топливо горит обычно в слое на колосниках, давая лишь небольшие языки светлого прозрачного пламени (тощие угли и антрациты). Температура в слое сильно повышается, нагревая колосники и минеральные примеси, которые могут плавиться и образовывать шлаки. Слой шлаков и слой неспекающегося кокса создают большое сопротивление проходу воздуха. При недостаточном количестве поступающего в топку воздуха температура нижней части слоя возрастает, нагревая еще более колосники.

Для достижения необходимой производительности твердотопливного котла приходится иногда увеличивать площадь колосниковой решетки до максимально возможной величины (при сжигании бурых углей и сланцев, имеющих рыхлый шлак и сыпучую золу). Удлинение решеток можно производить лишь в том случае, если удаление шлака из топки производится через опрокидную или выдвигную часть колосникового полотна. Если удаление шлака производится через фронтную загрузочную дверцу топки в помещение котельной, то удлинение решетки усложняет обслуживание и не приносит существенной пользы. Для облегчения обслуживания удлиненной решетки можно устанавливать дополнительные шуровочные дверцы на боковых стенках топки и удалять через них шлак с конца решетки при чистке топки. Увеличение площади колосниковой решетки можно также получить, увеличивая ее ширину.

Тяга в твердотопливных котлах создается дымовой трубой или дымососами. Тяга в дымовой трубе возникает потому, что нагретые топочные газы легче воздуха и поэтому давлением более тяжелого

наружного воздуха они вытесняются в дымовую трубу. Чем выше температура дымовых газов и выше дымовая труба, тем сильнее тяга и тем с большей скоростью поступает воздух в топку котла. При непрогретой дымовой трубе тяга ухудшается, по мере ее прогрева тяга увеличивается.

При проходе через колосники и слой топлива воздух должен преодолеть значительное сопротивление. При наличии невысокой дымовой трубы или при толстом слое мелкого топлива тяга может оказаться недостаточной и воздуха в топку будет поступать недостаточное количество, в результате чего в ней будет происходить неполное сгорание топлива.

Тяга регулируется заслонкой (шибером) на дымоходе за котлом, управление которой выносится для удобного обслуживания на фронт котла. Слишком большое открытие дымовой заслонки (шибера) создает увеличенное разрежение в топке и вызывает усиленный приток холодного воздуха через неплотности топки, люков и т. п., чем вызывается увеличение расхода топлива. Недостаточное открытие заслонки уменьшает разрежение в топке и приводит к неполному горению топлива, дымлению и выбрасыванию пламени через топочную дверцу в помещение котельной. Неплотности топочной дверцы, обмуровки твердотопливного котла, дымовой трубы и т. п. ухудшают тягу из-за присосов воздуха.

Для преодоления воздухом большого сопротивления слоя топлива в топке применяют искусственное дутье с подачей вентилятором воздуха под колосниковую решетку (рисунок 1) или увеличивают тягу установкой дымососа (рисунок 2), который засасывает отходящие газы из топки и газоходов твердотопливного котла, направляя их в дымовую трубу.

Нормальный процесс горения достигается регулированием подачи воздуха в топку при помощи заслонок на дымоходе (шибере) и на воздухопроводе (дроссель-клапаном), при этом горение должно происходить при возможно меньшем разрежении в топке над слоем топлива. О полноте горения топлива можно судить по цвету пламени в топке и по цвету дыма, выходящего из трубы.

Признаком полного горения топлива является светло-желтое пламя в топке.

Признаком неполного горения топлива в топке являются:

красноватое с темными полосами пламя, возникающее вследствие недостатка воздуха и слишком толстого слоя топлива или зашлакования колосников;

синие языки пламени или черный дым из дымовой трубы, возникающие вследствие недостатка воздуха, вызванного чрезмерным зашлакованием колосников, слишком толстым слоем топлива при сильной форсировке топки котла, низкой температурой в топке;

ярко-белое пламя, возникающее вследствие большого избытка воздуха при высокой форсировке топки твердотопливного котла;

светлые пятна (прогары топлива), через которые прорывается много воздуха, охлаждающего топку, при этом мелкие кусочки (фракции) топлива уносятся воздухом из слоя топлива.

Каждому цвету пламени соответствует определенная температура в топке твердотопливного котла:

Красный цвет.....	525°
Темно-красный цвет.....	700°
Вишневый цвет.....	900°
Светло-вишневый цвет.....	1000°
Светло-желтый (светло-соломенный) цвет .....	1200°
Белый цвет.....	1300°
Ярко-белый цвет.....	1400°

Для полного сгорания топлива необходимо правильно выбрать толщину его слоя, так как мелкие и крупные угли создают неодинаковые сопротивления проходу воздуха для нормального горения. Для мелкого топлива нужно держать слой на колосниковой решетке тоньше, чтобы воздух мог проходить в достаточном

количестве через слой топлива. Для крупного топлива слой его нужно держать толще, чтобы лишний воздух не проходил через него, так как это приведет к понижению температуры.

Количество воздуха, потребное, для полного сгорания 1 кг топлива, называется теоретически необходимым количеством воздуха. Однако полного сгорания топлива достичь при этом нельзя, так как практически трудно добиться полного перемешивания воздуха с топливом, поэтому приходится давать больше воздуха для того, чтобы произошло полное сгорание.

Отношение действительного количества воздуха, поступающего в топку, к теоретически необходимому, называется коэффициентом избытка воздуха. Коэффициент избытка воздуха для различных топок и топлив колеблется в пределах от 1,3 до 1,6, т.е. в топку подают воздуха на 30 — 60 % больше потребного ей количества.

В топку необходимо подавать минимальное количество избыточного воздуха, так как излишний воздух охлаждает топку и вызывает перерасход топлива. Подачу воздуха в топку регулируют изменением тяги и дутья.

## Состав и свойства топлива для твердотопливных котлов

Свойства топлива зависят прежде всего, от того, какие элементы или их соединения преобладают в нем. Углерод (С) является главной горючей частью топлива. При полном сгорании 1 кг чистого углерода выделяется 8140 ккал тепла. Очевидно, чем больше содержится в топливе углерода, тем топливо выше по своему качеству (антрациты, каменные угли).

Топливо с высоким содержанием углерода (антрацит, тощий уголь) горит без пламени или с коротким пламенем.

При неполном сгорании углерода образуется окись углерода (угарный газ) и на каждый килограмм углерода выделяется тепла только 2400 ккал, т. е. в 3,4 раза меньше тепла, чем при полном сгорании углерода. Поэтому нельзя допускать неполного сгорания топлива.

Водород (Н) является второй главной составной частью топлива. Водород, сгорая, образует воду с выделением при этом 34100 ккал тепла на каждый килограмм, т. е. в 4,2 раза больше тепла, чем при сгорании, углерода.

Значительное количество водорода (в горючих сланцах, бурых углях, каменных углях марок Д и Г) обуславливает выделение смолистых летучих веществ, дающих при горении коптящее пламя. Чем меньше в топливе водорода, тем короче пламя его горения.

Сера (S) относится к вредным примесям в топливе. Содержание общей серы в углях колеблется в очень широких пределах — от десятых долей процента до 7 %. Кузнецкие угли содержат десятые доли процента серы. Сернистость донецких углей колеблется от 0,5 до 4 % и выше. Большое количество серы (до 7%) содержат подмосковные и кизеловские угли.

Сера при сжигании топлива выделяет очень мало тепла. При этом выделяющийся сернистый газ в присутствии влаги образует сернистую кислоту. Сернистая кислота разрушает металлические части котла и топки. Сера понижает качество топлива и при несоблюдении условий хранения способствует его самонагреванию.

Кислород (О) относится к негорючей части (к балласту топлива), входя в его химический состав, он сам не горит, а только поддерживает горение и тепла не выделяет.

Азот (N) содержится в топливе в незначительных количествах. Он не горит и горения не поддерживает. И так же, как и кислород, тепла не выделяет.

Влага (W) является балластом топлива, ее наличие уменьшает горючую часть в единице веса. Кроме того, на испарение влаги затрачивается значительное количество тепла, выделяемого топливом при сжигании. Влажность топлива создает затруднения при его перевозке, хранении, особенно в зимнее время (смерзание), и увеличивает вес топлива.

Зола (A) является негорючим остатком минеральных примесей, получающимся после сгорания топлива. Наличие золы понижает качество топлива, ухудшает условия его сжигания, увеличивает расходы по транспортировке топлива и удалению золы из топок.

По температуре плавления золу топлива различают:  
легкоплавкую, с температурой плавления ниже 1200 °;  
средней плавкости, с температурой плавления 1200 ... 1350°;  
тугоплавкую, с температурой плавления свыше 1350°.

Топливо с температурой плавления золы свыше 1500° совершенно не дает шлака.

При высокой температуре в топке легкоплавкая зола плавится, заликает колосники и плотно пристает к ним. Это затрудняет доступ воздуха в топку, вызывает неполноту горения, а также затрудняет чистку топки, способствует перегоранию колосников. Для более правильного сжигания топлива подбирают смесь углей, у которой температура плавления золы должна быть выше 1200°.

Летучие вещества (V) являются показателем качества, характеризующим пригодность топлива для энергетических или технологических целей (коксования, полуккоксования, выработки газа и т. п.).

Летучие вещества твердого топлива образуются при нагревании его без доступа воздуха и представляют собой газообразные и парообразные продукты разложения топлива. В летучие вещества переходят водород и его соединения, кислород, азот в виде сложных соединений с другими элементами, летучая сера, некоторые углеродистые соединения.

После выделения из топлива летучих веществ остается твердая, масса (кокс), состоящая из нелетучей органической массы и минеральных веществ. После сгорания нелетучего остатка остается зола.

Так как летучие продукты не содержатся в топливе в чистом виде, а образуются при нагревании топлива, то говорят не о содержании летучих веществ в топливе, а о выходе их при нагревании.

Выход летучих веществ характеризует воспламеняемость топлива и быстроту его сгорания. Чем выше в топливе выход летучих веществ, тем оно имеет меньшую температуру воспламенения (торф — 225°, дрова — 295°, бурые угли — 250 ... 450° каменные угли с выходом летучих веществ более 20 % — 300...350°, каменные угли с выходом летучих веществ менее 20 % — 500°, антрациты и кокс — 650...800°).

При горении топлива с повышенным выходом летучих веществ образуется длинное пламя, которое будет тем длиннее, чем больше в нем летучих веществ.

Для нормального сжигания этих видов топлива требуются большие объемы топочных пространств и соответствующие им высоты топок (расстояние от колосников до потолка топки).

Для сжигания антрацитов, кокса и тощих углей, имеющих небольшой выход летучих веществ и дающих при горении короткое пламя, топочные пространства требуются меньше по объему и по высоте.

Спекаемость. В зависимости от вида коксового остатка различают топливо неспекающееся и спекающееся. Неспекающееся топливо при сжигании образует порошкообразный и слипшийся коксовый остаток (при

легком надавливании рассыпается в порошок). Спекшающееся топливо при сжигании образует слабоспекшийся или спекшийся коксовый остаток.

Спекшаемость имеет важное практическое значение. Она определяет возможность коксования углей и способы их сжигания на колосниковой решетке.

Неспекшающееся топливо состоит из отдельных, не связанных между собой частиц, которые в процессе сжигания при большой тяге частично уносятся в газоходы, а при большом живом сечении колосниковой решетки увеличивается их провал в зольник.

Спекшающееся топливо этих отрицательных сторон не имеет, поэтому условия сжигания его лучше, экономичнее. Хорошие условия для сжигания создают спекшающиеся угли в смеси с другими неспекшающимися углями, антрацитами, торфом и горючими сланцами.

Теплота сгорания (теплотворная способность). Одним из важнейших показателей, характеризующих качество топлива, является теплота сгорания. Необходимо различать высшую и низшую теплоту сгорания топлива.

Высшей теплотой сгорания называется количество тепла, выделяемое 1 кг топлива при полном его сгорании.

Низшей теплотой сгорания рабочего топлива называется количество тепла, выделенное 1 кг топлива при его сгорании, за вычетом тепла, идущего на испарение воды, содержащейся в продуктах сгорания.

Высшая теплота сгорания является постоянной величиной. Низшая теплота сгорания рабочего топлива является переменной величиной, зависящей от содержания в топливе влаги и золы.

Разные виды (марки и классы) топлива сравниваются между собой при помощи калорийного эквивалента, представляющего собой отношение низшей теплоты сгорания рабочего топлива ( $Q_{PH}$ ) к теплоте сгорания условного топлива (7000 ккал/кг) и выражающегося формулой

$$\mathcal{E} = Q_{PH} / 7000$$

Примечание. Под условным топливом принято понимать теплоту сгорания 1 кг топлива, равную 7000 большим калориям тепла (ккал).

Калорийный эквивалент показывает, во сколько раз теплота сгорания одного топлива больше или меньше теплоты сгорания другого топлива, а следовательно, сколько нужно взять по весу (дров — по объему) одного топлива, чтобы оно заменило по своей теплоте сгорания другое топливо.

Например, калорийный эквивалент донецкого антрацита класса АК, имеющего низшую теплоту сгорания рабочего топлива  $Q_{PH} = 7080$  ккал/кг, будет равен

$$\mathcal{E} = Q_{PH} / 7000 = 7080 / 7000 = 1,011$$

Натуральное топливо пересчитывается на условное топливо (при планировании и других расчетах) путем умножения его количества (веса — в тоннах, дров — в складочных м<sup>3</sup>) на калорийный эквивалент.

Например:

а) 100 т донецкого антрацита класса АК, калорийный эквивалент которого  $\mathcal{E} = 1,011$ , в переводе на условное топливо составляют

$$100 \times \mathcal{E} = 100 \times 1,011 = 101,1 \text{ т условного топлива;}$$

б) 100 складочных м3 дров (береза), калорийный эквивалент которых  $\mathcal{E} = 0,230$ , в переводе на условное топливо составляют  $100 \times 0,230 = 23$  т условного топлива.

Условное топливо пересчитывается на натуральное топливо путем деления его количества (угля — в тоннах, дрова — в складочных м3) на калорийный эквивалент данного топлива.

Например:

1. 300 т условного топлива в переводе на подмосковный уголь класса БР (бурый рядовой), калорийный эквивалент которого  $\mathcal{E} = 0,415$ , будут равны

$$300 / \mathcal{E} = 300 / 0,415 = 722,8 \text{ т}$$

Подмосковного угля БР, т. е. этого угля требуется почти в два с половиной раза больше, чем условного топлива.

2. 130 т условного топлива в переводе на дрова (сосна), калорийный эквивалент которых  $\mathcal{E} = 0,208$  равняется

$$130 / \mathcal{E} = 130 / 0,208 = 625$$

складочных м3 сосновых дров.

## Характеристика топлива для твердотопливных котлов

Угли принято разделять на следующие марки: бурый Б, газовый Г, газовый жирный ГЖ, длиннопламенный Д, жирный Ж, паровично-жирный ПЖ, паровично-спекающийся ПС, коксовый К, коксовый жирный КЖ, отощенный спекающийся ОС, слабоспекающийся СС, тощий Т, полуантрацит ПА, антрацит А.

Каждая из марок угля подразделяется на классы (сорта). Так, например, каменные угли марок Д, Г и антрациты в зависимости от размеров кусков, разделяются на следующие классы:

Наименование класса	Условное обозначение марок и классов			Размер кусков угля в мм
	Д	Г	А	
Плитный	-	-	АП	Более 100
Крупный	ДК	ГК	АК	50...100
Орех	ДО	ГО	АО	25...50
Мелкий	ДМ	ГМ	АМ	13...25
Семечко	ДС	ГС	АС	6...13
Штыб	ДШ	ГШ	АШ	Менее 6
Рядовой	ДР	ГР	АРШ	Не ограничен

Для улучшения качества угля его в необходимых случаях подвергают обогащению (механическому или промывкой водой) с целью удаления из него минеральных примесей (породы).

В результате обогащения получают:

чистый уголь, называемый концентратом, для получения которого из исходного угля удаляется значительная часть минеральных примесей и сконцентрирована основная, большая часть всего горючего вещества;

отходы обогащения: промпродукт, шлам, сухая мелочь и пр.

Промпродукт (промежуточный продукт) представляет собой сrostки угля с породой, содержащие по сравнению с исходным углем меньше горючих веществ и больше минеральных примесей; обычно зольность промпродукта составляет 30 ...35 %.

Шлам состоит из смеси тончайших углистых и глинистых частиц размером 0,1 ... 1,0 мм. По содержанию углистого вещества он приближается иногда к концентрату.

Сухая мелочь (отсев) получается в сухом виде при грохочении угля на обогатительной фабрике. Она по своему качеству приближается иногда к исходному углю.

#### Каменные угли

Каменные угли относятся к геологическим ископаемым и по внешнему виду представляют чаще всего блестящую однородную черную массу, имеющую при изломе раковистый вид. Встречаются также так называемые матовые угли серовато-черного цвета и рыхлые угли матово-черного цвета, сходные по виду с древесным углем.

Каменные угли в своей горючей части содержат 74...91 % углерода, 4,5...5,7 % водорода. Выход летучих веществ для различных углей колеблется в широких пределах и достигает 50 % и выше.

Каменные угли делятся на марки. В основу подразделения углей на марки положены выход летучих веществ и свойства кокса. По этим свойствам угли классифицированы:

Наименование марки	Выход летучих веществ в %	Характеристика нелетучего остатка
Длиннопламенный Д	37 и более	Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся
Газовый Г	35 и более	-
Жирный Ж	27—35	-
Коксовый жирный и коксовый КЖ, К	18—27	-
Отощенный спекающийся ОС	14—22	Спекшийся без порошка
Тощий Т	9—17	Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся

Длиннопламенные угли (Д) обычно бывают матового серо-черного цвета, средней плотности, довольно пористые. Они отличаются высоким выходом летучих веществ, поэтому загораются быстро, горят длинным коптящим пламенем, быстро прогорают, при горении не спекаются, зола тугоплавкая, не шлакуется.

Газовые (Г) и газовые жирные (ГЖ) угли по цвету имеют серовато-матовый оттенок. Куски их средних размеров, пластинчатого строения, большей плотности, чем угли марки Д. Они быстро загораются и горят коптящим пламенем, прогорают медленно, давая менее короткое пламя, чем угли марки Д. Отдельные сорта газовых углей дают при сгорании рыхлый, пористый шлак (кузнецкие, букачачинские, сахалинские и др.).

Газовые и длиннопламенные угли являются взаимозаменяемыми марками топлива.

Паровично-жирные (ПЖ) и жирные (Ж) угли черного или матового цвета. Они содержат много мелочи, почти без больших кусков, хорошо впитывают влагу. Эти угли загораются медленнее, чем угли марок Г и Д, при горении дают пламя ярко-белого цвета средней длины, хорошо спекаются, образуют плотные шлаки. Применяются они главным образом (как технологическое топливо) для получения кокса, газа, для кузнечных, литейных работ и т. п. При отоплении паровых и водяных котлов паровично-жирные и жирные угли рекомендуется сжигать в смеси с другими неспекающимися или слабоспекающимися углями.

Паровично-спекающиеся угли (ПС) обычно черного цвета с блестящими вкраплениями, загораются трудно, при горении дают короткое ослепительно-белое пламя. Зола часто бывает плавкая. При хранении уголь частично теряет свойства спекаемости и тогда должен быть отнесен к тощим углям.

Слабо спекающиеся угли (СС) по внешнему виду представляют мелкие угли черного цвета с блеском. По своим свойствам близко подходят к углям марки ПС, за исключением спекаемости. Они загораются медленнее, чем угли марки ПС. Обладают способностью давать при горении кокс различной плотности. Эти угли являются хорошим энергетическим топливом.

Коксовые (К), коксовые жирные (КЖ) угли, как показывает их наименование, идут преимущественно для коксования; употребляются также для газогенераторов и котельных. По своим свойствам отличаются от углей марок ПЖ и Ж тем, что имеют меньший выход летучих веществ, загораются труднее, горят менее длинным пламенем и обладают большой плотностью кокса.

Тощие угли (Т) отличаются от углей других марок большим содержанием мелочи, малой механической прочностью, блестящим черным цветом. Загораются они с трудом, горят коротким пламенем, совершенно не спекаются, при сжигании дают большой унос в трубу. Зола легкоплавкая, дает плотный шлак. Тощий уголь Куйбышевского месторождения Кузнецкого бассейна по своим свойствам стоит ближе к антрацитам, поэтому его называют полуантрацитом. Куски этого угля бывают блестящие и матовые. Блестящие куски содержат больше золы, чем матовые. Полуантрацит устойчив против измельчения, загорается очень медленно; при горении часть кусков дает пламя, а часть горит почти без пламени. При этом некоторые куски обволакиваются белой золой. С повышением форсировки и увеличением толщины слоя топлива на колосниковой решетке повышается его температура и куски угля начинают распадаться в мелочь.

Тощие угли, обладая высокой теплотой, сгорания, являются ценным компонентом для составления смесей разных видов топлива. При хранении устойчивы и самонагреваются очень редко .

### **Антрациты**

Антрациты имеют черный или черно-серый цвет, блестящую (зеркальную у больших кусков) поверхность, мелкозернистый излом. Они механически прочны, обладают большой плотностью и наибольшим удельным весом, чем каменные и бурые угли.

Антрациты дают очень малый выход летучих (2,5...8 %), поэтому они с трудом разгораются и горят коротким синеватым пламенем без дыма. Термически устойчивы и лишь некоторые антрациты при горении растрескиваются, образуя мелочь. Многие из антрацитов имеют легкоплавкую золу, образующую при высоких температурах плотные стекловидные шлаки. Антрациты имеют хорошую механическую прочность, не выветриваются и не разрушаются при перевозках, а также допускают длительное хранение.

### **Бурые угли**

Бурые угли имеют разнообразный цвет: от бурого до черного с блеском, обладают высокой гигроскопичностью (содержание влаги в отдельных углях доходит до 36...40 %, а в украинских до 56 %). Они имеют меньшую плотность и термическую устойчивость, чем каменные угли и антрациты.

Загораются быстро, горят коптящим пламенем, совершенно не спекаясь. В них содержится обычно много золы (до 40 %). Зола тугоплавкая, а поэтому при горении такого угля не образуются шлаки, что облегчает его сжигание.

При неправильном хранении бурые угли подвержены измельчению и самонагреванию. Эти угли по своему составу и качеству могут быть использованы: в котельных установках с большим объемом топочных пространств (выносные топки), отопительных печах, печах обжига извести, кирпича и т. д.

Подмосковный и кизилкийский бурые угли имеют высокое содержание серы (до 7 %), поэтому сжигать их в топках стальных водогрейных котлов не рекомендуется.

Вследствие высокой температуры плавления золы (выше 1450°), она имеет порошкообразный вид и легко проваливается через колосниковую решетку.

Бурый уголь является хорошим компонентом для смеси с другими видами топлива.

### **Горючие сланцы**

Горючие сланцы представляют собой твердую и плотную горную породу (смесь глины или мергеля с органическими веществами) слоистого строения. Горючие сланцы имеют содержание горючих летучих

веществ до 80 %, поэтому загораются они очень быстро, горят длинным коптящим пламенем и совершенно не спекаются. Зольность их колеблется от 40 до 61 %, а влажность от 11 до 23 %, что влияет на снижение их теплоты сгорания. Теплота сгорания рабочего топлива горючих сланцев колеблется от 1610 до 2330 ккал. Горючие сланцы сжигаются в чистом виде и в смеси с углем.

#### Торф

Торф образуется в болотах (торфяниках) вследствие длительных процессов разложения трав, мхов и деревьев без доступа воздуха и при большой влажности. Качество торфа, как топлива, с возрастом его образования улучшается. Состав горючих веществ торфа зависит от тех растений, которые пошли на его образование, и степени их разложения.

Торф имеет высокий выход летучих веществ (до 70 %). Зольность его колеблется от 5 до 35 % в зависимости от степени и характера засорения болот. Зола обычно средней плавкости. Температура плавления золы 1200...1400°.

Теплота сгорания кускового торфа составляет в среднем 2730 ккал/кг, фрезерного — 2450 ккал/кг.

Торф по природным свойствам и условиям добычи вначале содержит влаги до 90 %. Влагу различают: внешнюю и внутреннюю. Внешняя влага (капиллярная) находится в свободном состоянии в порах торфа, и количество ее зависит от условий добычи, сушки и хранения. Внутренняя влага (гигроскопическая) входит в состав торфа, связана с торфяной массой, и количество ее зависит от свойств самого торфа и внешних условий. Внешняя влага может быть отжата или удалена сушкой торфа. Если из торфа удалена только внешняя влага, то при повторном смачивании (во время дождя и других осадков) он вновь быстро увлажняется.

В случае удаления из торфа небольшой части внутренней влаги сушкой, повторное его увлажнение затруднено. Поэтому такой торф хорошо хранится. Торф, хорошо высушенный, не боится морозов. Недосушенный и замороженный торф трудно поддается досушиванию и впоследствии очень легко и быстро увлажняется. Влага удаляется из торфа естественной сушкой. В сухом торфе влага составляет от 15 до 35 %.

Торф в пять—шесть раз легче угля, загорается легко, горит длинным коптящим пламенем, дает сильное искрение и совершенно не спекается.

В зависимости от способа добычи торф различают:

кусовой или резной ручной добычи, при котором торфяные кирпичики нарезаются лопатой из предварительно осушенного торфяного массива;

кусовой машинно-формовочный, при котором торфяная масса подается из разрабатываемого карьера элеваторами или элеваторами-багерами непосредственно с места добычи на торфяной пресс, где перемешивается и формуется в виде ленты, разрезается на кирпичики, которые затем подвергаются сушке;

кусовой гидравлический, получаемый путем размыва торфяного слоя сильной струей воды при помощи специальных насосов с последующим всасыванием торфяной массы торфососами и подачи ее на поля сушки, после этого торфяная масса формуется в виде кирпичей;

фрезерный, добываемый особыми фрезерными плугами, разрыхляющими торфяной слой. Полученная торфяная крошка подсушивается на месте естественным путем, после чего транспортируется в места потребления. Размер крошки торфа зависит от характера торфяного болота, типа машин и способа получения торфа. В зимнее время во фрезерном торфе появляются смерзшиеся куски, количество которых зависит от влажности торфа и иногда превышает 40 %.

#### Дрова

Дрова по назначению различают: для отопления, для сухой перегонки и для углежжения.

Дрова для отопления разделяются по древесным породам на группы:

первая группа — дуб, вяз, бук, граб, клен, ясень, ильм, береза, лиственница;

вторая группа — ольха и сосна;  
третья группа — ель, осина, тополь, липа, пихта, ива, кедр.

По влажности дрова разделяются:

на воздушно-сухие с относительной влажностью до 20 %, т. е. дрова, пролежавшие в поленницах на сухом месте не менее одного года со времени их заготовки;

на полусухие с относительной влажностью от 21 до 33 %, т. е. дрова, пролежавшие в поленницах на сухом месте после их заготовки не менее шести месяцев, в том числе двух летних месяцев;

на сырые с относительной влажностью более 33 %, т. е. дрова, пролежавшие в поленницах на сухом месте менее шести месяцев со времени их заготовки.

Время года рубки деревьев оказывает значительное влияние на понижение содержания в них влаги. В деревьях зимней рубки влаги меньше, чем в деревьях летней рубки, так как летом содержится в них больше соков. Лучшим временем года для заготовки дров следует считать позднюю осень и первую половину зимы (до конца января).

Содержание влаги изменяется в зависимости от длительности сушки, примерно, следующим образом (в процентах):

Порода дров,	Длительность сушки		
	0,5 года	1 год	1,5 года
Дуб	29,63	23,75	20,74
Бук	23,20	19,10	17,40
Береза	25,28	18,10	15,98
Осина	31,00	21,25	15,87
Ольха	22,37	19,17	15,27
Ель	28,56	16,65	14,87
Сосна	29,31	18,54	15,81

Из данных приведенной выше таблицы видно, что сушка дров заканчивается обычно через 1,5 года.

Скорость сушки дров на воздухе в значительной степени зависит от разделки поленьев. Дрова перед укладкой в поленницы для ускорения сушки, сохранения качества и удобства при использовании разделывают на требуемые размеры (обычно по длине 0,75—1 м и толщине до 14 см).

В древесине, предназначенной для отопления, допускаются следующие пороки: гниль внутренняя, заболонная и мраморная, при условии если она занимает не более 65 % площади торца полена, причем количество дров с гнилью от 30 до 65 % площади торца не должно превышать 20 % сдаваемой партии дров.

Дрова с наружной трухлявой гнилью или пораженные домовыми грибами к поставке не допускаются.

При укладке дров на складах, в вагоны и суда с относительной влажностью более 20 % и абсолютной более 25 % делается надбавка на усушку и упадку по 3 см на каждый метр высоты поленницы.

Относительной влажностью дров называется процентное содержание влаги, определяемое как разность между весом влажной древесины и постоянным весом, после ее высушивания при температуре 100...105 °С, отнесенной к весу ее до высушивания.

Абсолютной влажностью дров называется количество влаги в дровах (в процентах), определяемое как разность между весом влажной древесины и постоянным ее весом, после высушивания, отнесенной к весу древесины, высушенной до постоянного веса.

Каменноугольные, бурогоугольные, торфяные и прочие брикеты

Брикеты изготавливаются:

каменноугольные из мелочи углей марок Д, Г, Т и других с добавлением связующих веществ;  
буроугольные — из мелочи бурых углей обычно без добавления связующих веществ;  
торфяные — из торфяной крошки без применения связующих веществ;  
прочие брикеты — из опилок, камыша, лузги, соломы и других горючих отходов без добавления связующих веществ (при изготовлении их промышленными установками); брикетирование таких отходов производится также со связующими веществами (глиной), изготовление их организуется потребителями хозяйственным способом на месте их образования.

Для брикетирования углей применяют в качестве связующих веществ каменноугольный пек, нефтяные битумы, торфяной пек, кислые гудроны. Связующие вещества придают брикетам механическую прочность, горючесть, влагоустойчивость, повышают их теплоту сгорания и создают условия для сжигания в обычных отопительных устройствах.

Особенно важное значение имеет брикетирование торфа вследствие трудности использования его в рядовом виде. Торфяные брикеты должны содержать не более 18 % влаги, 15 % золы, 6 % мелочи (куски размером менее 25 мм).

В настоящее время на отечественном рынке появились торфяные брикеты и пеллеты нового поколения производства ЗАО «ЭНБИМА-Групп».

Торфяные брикеты нового поколения содержат 2...4 % золы при теплотворной способности 5150 кКал/кг.

Прочие брикеты (из соломы, опилок и т. п.) изготавливаются произвольной формы и размеров в зависимости от технических возможностей потребителей.

## Как обеспечить экономичную работу твердотопливного котла

Твердотопливные котлы различных конструкций должны быть приспособлены к требованиям рационального использования топлива и тепла путем проведения соответствующих теплотехнических мероприятий (оборудование топок на определенный вид топлива, устройство дутья и усиление тяги, где это необходимо по условиям сжигания топлива, максимальный возврат конденсата из мест потребления, использование тепла уходящих газов, экономное расходование горячей воды, вторичное использование несгоревшего топлива, провалившегося через колосниковую решетку, выбранного или отсеянного от шлака, уноса топлива и т. п.).

Рациональная эксплуатация твердотопливных котлов, равно как и рациональное сжигание топлива, заключается в повышении КПД (коэффициента полезного действия) твердотопливных котлов. КПД твердотопливных котлов зависит от многих причин: соответствия топки виду сжигаемого топлива, технического состояния котлов, эксплуатации котлов, организации процесса сжигания топлива, состояния теплопроводов, качества топлива и т. п.

В вопросе экономии топлива следует исходить из баланса тепла системы в целом. Нельзя рассматривать отдельно работу топки, котла или системы, так как в работе они между собой тесно связаны.

Баланс тепла системы в целом складывается из следующих величин:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 100 \%,$$

$q_1$  – полезно используемое в отопительной системе тепло – КПД системы;

$q_2$  – потери тепла с отходящими из твердотопливных котлов газами;

$q_3$  – потери тепла от химической неполноты сгорания топлива в твердотопливных котлах;

$q_4$  – потери тепла от механической неполноты сгорания (потери от провала, уноса и в шлаке);

$q_5$  – потери тепла в окружающую среду (в котельной и через трубопроводы, проходящие в земле, по чердаку и по подвалам).

В этом уравнении все составляющие баланса даны в процентном отношении к теплоте сгорания топлива.

Повышение КПД системы достигается путем максимального снижения величин потерь  $q_2$ ,  $q_3$ ,  $q_4$ ,  $q_5$ .

При неправильном хранении топлива снижается его теплота сгорания, при этом снижается и КПД системы, так как расход топлива на отопительные нужды производится без учета указанного снижения его теплоты сгорания. КПД системы также снижается, если она не отрегулирована. Ниже описываются мероприятия, внедрение которых может повысить КПД отопительной системы.

Снижение потерь тепла с отходящими газами

Потери тепла с отходящими газами тем больше, чем выше их температура и чем больше через топку проходит избыточного воздуха (не принимающего участия в процессе горения топлива). Температура отходящих газов может быть чрезмерно высокой из-за загрязненности стенок твердотопливного котла снаружи слоем сажи и золы или с внутренней стороны слоем накали. О наличии этих загрязнений свидетельствует повышенная температура отходящих газов за котлами (определяется по показаниям термометра или жароупорного термометра, устанавливаемого за котлом).

Нормальная температура отходящих газов может быть принята равной:

для твердотопливного котла без дутья  $200^{\circ} \dots 220^{\circ}$

для твердотопливного котла с дутьем  $260^{\circ} \dots 300^{\circ}$

Примечание. Указанные температуры наблюдаются при форсированной работе котла с чистыми стенками и при нормальном избытке воздуха в топке.

Твердотопливные котлы очищаются от накали с помощью химической очистки. Количество и качество очистки поверхности нагрева котлов от сажи и золы зависит от вида сжигаемого топлива, его качества и количества летучих веществ.

При работе на антраците сорта АК газоходы чугунных котлов следует очищать от золы и сажи не реже одного раза в месяц, а газоходы жаротрубных котлов – раз в три месяца.

На повышение температуры отходящих газов влияет также наличие зазоров из-за плохой сборки котла.

При работе котлов с чрезмерной форсировкой прямая их теплоотдача уменьшается и в результате растет потеря тепла с отходящими газами, которые выходят из котла с более высокой температурой.

Уменьшение температуры отходящих газов может быть достигнуто путем установки за котлами экономайзеров, использующих тепло этих газов для предварительного подогрева воды, поступающей в котлы.

В небольших и средних котельных установка обычных экономайзеров нецелесообразна. Значительное количество тепла теряется при большом, избытке воздуха, проходящего через топку.

Причинами, вызывающими прохождение через топку большого количества избыточного воздуха, могут быть:

чрезмерно сильная тяга в дымовой трубе; наличие избыточной тяги определяется тягомером, присоединенным за котлом, а также по следующим признакам: гудению в дымовой трубе, ослепительно белому короткому пламени в топочном пространстве, бесцветному дыму; в таких случаях, помимо увеличения газового сопротивления установки прикрыванием шиберов, следует для той же цели установить дополнительный шибер – вблизи дымовой трубы;

чрезмерно большое поступление в топку воздуха из дутьевого воздуховода; при этом будет наблюдаться не только повышенная потеря тепла с отходящими газами, но также и частичное выбивание их в помещение котельной; такая неисправность происходит из-за чрезмерно большой производительности дутьевого вентилятора или из-за неисправности дросселя-клапана;

отсутствие или поломка топочных дверец, дверочных рамок, ручек и запоров к дверцам; все эти неисправности приводят к подосу большого количества лишнего воздуха в топку;

чрезмерно тонкий слой топлива или наличие прогаров в этом слое; при тонком слое топлива уменьшаются потери от химической неполноты сгорания, но в значительно большей степени увеличиваются потери тепла с уходящими газами; место прогара топлива обнаруживается по ослепительно белому пламени в

одном месте топки; необходимо немедленно устранить прогар, заполнив его место забрасыванием угля, так, чтобы толщина его слоя была равна средней толщине слоя на колосниковой решетке.

Снижение потерь тепла достигением химической полноты сгорания топлива.

При химической неполноте сгорания топлива КПД твердотопливного котла существенно снижается, так как уходящая из топки окись углерода (угарный газ) имеет значительную теплотворную способность.

Определить наличие химической неполноты сгорания возможно для всех топлив, кроме антрацита, по следующим признакам: пламя в топке длинное, сине-красное с темными прожилками, из трубы выходит черный дым. Признаком неполного сгорания антрацита служат голубые язычки горячей окиси углерода, появляющейся над слоем топлива. При полном сгорании топлива пламя в топке имеет золотисто-соломенный цвет и занимает весь объем топки, при этом дым, выходящий из трубы, имеет светло-серый цвет. Химическая неполнота сгорания топлива может наблюдаться при недостаточном количестве воздуха, поступающего в топку, несоответствие топки виду и сорту сжигаемого топлива и чрезмерной форсировке котла.

Недостаточное поступление воздуха в топку может быть из-за подсоса воздуха через неплотности в котле, через рамку шибера, через неплотности в дымовой трубе. Подсос воздуха снижает температуру отходящих газов, что влечет за собой ухудшение тяги и уменьшение количества воздуха, поступающего в топку котлов.

Места подсоса воздуха через неплотности обнаруживаются по движению пламени свечи, подносимой к швам и трещинам. Обнаруженные трещины и неплотности необходимо тщательно загерметизировать.

Подсосы воздуха через шиберы особенно велики, если они устанавливаются без рамок или при слишком больших зазорах этих рамок. Зазор между поверхностью шибера и рамкой должен составлять 3–5 мм. Подсос воздуха часто происходит в местах установки отверстий для чисток, поэтому отверстия для чистки часто закрываются двойными крышками.

Необходимый для полного сгорания топлива воздух поступает недостаточно в топку в случаях: засорения трубы, которое может произойти вследствие осаждения золы и уноса; засоренность часто наблюдается у начала дымовой трубы и в местах поворота, где газы резко меняют свое направление; вблизи указанных мест надо оставлять отверстия с двойными крышками для периодической очистки; недостаточного поперечного сечения или высоты дымовой трубы (при установке в котельной дополнительных котлов необходимо произвести расчет тяги при новых условиях ее работы); размещения дымовой трубы вблизи более высокого здания, способствующего при ветре опрокидыванию тяги – полному или частичному (для устранения этой неисправности надо нарастить трубу до отметки, превышающей на 1 м высоту конька соседнего здания); небрежности истопника или вследствие засорения или заклинивания открытого шибера позади выключенного из работы котла, через который подсасывается в общий трубопровод большое количество холодного воздуха, уменьшающего температуру газов и увеличивающего их объем; подсоса воздуха через щели между секциями или в изоляции чугунных котлов; недостаточного количества воздуха, поступающего в помещение котельной (выявить наличие этого недостатка можно по степени улучшения тяги при открывании входной двери в котельную; в этом случае необходимо обеспечить приток воздуха в объеме, достаточном для обеспечения сжигания расчетного количества топлива; приточный воздух следует забирать снаружи и подавать через приточные воздуховоды в верхнюю зону котельной сзади котлов; по мере продвижения к котлам этот холодный воздух смешивается с теплым воздухом котельной, что устраняет опасность заболевания истопников).

**Химическая неполнота сгорания от недостаточности количества поступающего воздуха в топку может быть от неисправности дутьевых устройств.**

Дутьевые устройства могут иметь следующие неисправности.

- - Неплотности дутьевых воздуховодов, образовавшиеся из-за неправильного их монтажа (соединение фланцев без прокладок, неровная поверхность фланцев, отсутствие во фланцах ряда болтов, плохое крепление воздуховода, недоброкачественное устройство швов, неплотности вследствие ударов по воздуховодам или проржавление их). Во избежание проржавления дутьевые воздуховоды следует окрашивать каждый год масляной краской. Для проверки плотности стальных воздуховодов необходимо во фланце дутьевой коробки установить временную заглушку, после

чего следует осмотреть все швы и соединения воздуховода, находящегося под давлением, создаваемым вентилятором.

- Неплотное прилегание дутьевой коробки или дверцы к фронту котла. При этой неисправности через неплотности бесполезно теряется большое количество подаваемого вентилятором воздуха. Неплотности в дутьевой коробке необходимо заделывать, а неплотности дверец устранять дополнительной слесарной их обработкой или устройством накладок на неплотные места. Неплотности дутьевых дросселей-клапанов необходимо устранять точной подгонкой их к воздухоуду.
- Недостаточная производительность дутьевого вентилятора может быть в следующих случаях:
  - в воздуховод через всасывающее отверстие вентилятора попали посторонние предметы (для предотвращения этого следует устроить на всасывающем отверстии сетку);
  - в результате увеличения сопротивления проходу воздуха через толстый слой топлива или шлака (толщина слоя топлива должна соответствовать величине, указанной во втором разделе, а слоя шлака не более 300 мм при пористых шлаках или не более 500 мм при решетках, имеющих опрокидные колосники);
  - из-за скольжений ремня;
  - второй, не работающий вентилятор не отключен от воздуховода шибером;
  - число оборотов вентилятора не соответствует расчетному;
  - при монтаже или в процессе эксплуатации системы в воздуховоде появился ряд дополнительных сопротивлений (например, смятие воздуховода; установка прокладки с отверстием меньшим, чем внутренний диаметр воздуховода и т. п.).

При большей толщине слоя топлива также имеет место химическая неполнота сгорания, т. е. появление в отходящих газах значительных количеств окиси углерода, причем процентное содержание ее в газах по мере возрастания толщины слоя топлива резко увеличивается.

Такое же явление наблюдается при наличии прогаров топлива и неравномерности слоя его по площади колосниковой решетки, при этом через меньшую толщину слоя топлива воздуха будет проходить в большом избытке, вызывая значительные потери тепла с отходящими газам». Через утолщенный слой топлива воздуха будет поступать недостаточно, вследствие чего будут потери тепла от химической неполноты сгорания. Выравнивание слоя в топке достигается загрузкой топлива в топку небольшими порциями, почаще, по прогарам и местам с ярко-белым пламенем.

Поддерживание равномерного слоя горения топлива на колосниковой решетке достигается своевременной и точной подброской свежих порций топлива. Пользоваться для выравнивания слоя топлива на колосниковой решетке резак и скребком не рекомендуется, так как это приводит к увеличению потерь от уноса и неполноты сгорания, а также к шлакованию некоторых сортов топлив, обладающих этим свойством. Эти явления особенно усиливаются при неумелом и излишне частом применении резака и скребка. Для улучшения горения топлива можно применять резак при осаживании выпучин и пробивании в них отверстий для прохода воздуха. Перемешивание угольного слоя со шлаком и золой допускать нельзя.

В жаротрубных котлах необходимо следить за наличием раскаленного кокса в задней части топки, для этого при расшуровке топлива его нужно постоянно накапливать. Этот кокс развивает при горении высокую температуру и способствует лучшему горению проходящих над ним газов.

Очередная заброска свежей порции топлива производится только после того, как все газы, выделившиеся от предыдущей заброски топлива, прогорят, а оставшийся при этом кокс хорошо разгорится. Несвоевременная загрузка топлива ведет к снижению температуры в топочном пространстве и ухудшает процесс горения.

Выделение значительных количеств окиси углерода и сажи (несгоревшего углерода) бывает также в тех случаях, когда в топке сжигается такое топливо, к сжиганию которого топка не приспособлена. При

чрезмерной форсировке котла горючие летучие вещества, выделяющиеся из топлива после его подсушки и нагрева, сгорают в топке неполностью.

Снижение потерь тепла за счет сокращения провала и уноса топлива

Потери тепла от механической неполноты сгорания образуются вследствие частичного провала топлива через зазоры колосниковой решетки, уноса мелкого топлива в газоходы котла и в дымовую трубу и обволакивания плавящимся шлаком несгоревших кусков топлива. Потери от провала обычно невелики (1–1,5 %) и легко могут быть устранены просеиванием удаляемых из котла золы и шлака с последующим забрасыванием отсеянного топлива в топку. Потери в шлаке тем больше, чем выше зольность топлива и чем меньший выход летучих веществ оно имеет. Последнее объясняется тем, что при сгорании топлива с малым выходом горючих веществ температура слоя топлива его высока и шлаки плавятся, обволакивая кусочки топлива со всех сторон и прекращая его горение.

Снижение потерь топлива в шлаке достигается путем тщательного отделения шлака от угля при чистке топки, а также раздроблением шлака после удаления его из топки с последующим извлечением из него охлажденных несгоревших кусочков топлива. Перед чисткой в топку забрасывают только мелкие кусочки угля. Промежутки между чистками следует удлинять.

Потери топлива могут достигнуть больших размеров (до 25 %) от уноса при сжигании неспекающегося угля в топках, работающих на значительных форсированных режимах, особенно при применении мелкого угля.

Для борьбы с уносом топлива необходимо понизить избыток воздуха, подаваемого в топку, прикрытием шиберов за котлом, снизить форсировку котла до нормальной величины и смачивать мелкое топливо водой, чтобы в топке оно спекалось и образовывало корку.

Наилучший результат в снижении уноса топлива дает увеличение объема топочного пространства путем соответствующей реконструкции топки. В жаротрубных комбинированных котлах можно снизить потери топлива от механической и химической неполноты сгорания, а также потери тепла с отходящими газами путем установки в их жаровых трубах ребристых перегородок – рассекателей.

Снижение тепловых потерь при наличии рассекателя достигается в результате того, что путь движения газов удлиняется. При прохождении газов через раскаленный рассекатель происходит сгорание мелких частиц топлива, имеющих в газах, и таким образом уменьшается потеря тепла от механической неполноты сгорания.

Установка рассекателя не только увеличивает КПД котла, но и увеличивает его производительность за счет увеличения коэффициента теплопередачи при завихрении газов в жаровой трубе .

### **Снижение потерь тепла в окружающую среду**

Тепло, выработанное в твердотопливных котлах, частично теряется в котельной и магистральных трубопроводах. Основная часть выработанного тепла выделяется внутри отапливаемых помещений и компенсирует теплотери этих помещений через наружные ограждения – стены, окна, чердачные перекрытия и т. п.

Уменьшение потерь тепла в котельной достигается следующими способами:

тщательной изоляцией всех металлических поверхностей котла и т. п.

изоляцией корпусов задвижек и другой арматуры и фланцевых соединений (эта изоляция устраивается, в виде разъемного металлического кожуха, заполненного внутри минеральной ватой; кожух снимается только на время ремонта арматуры и фланцевых соединений);

устранением мест парения в трубопроводах и арматуре;

устройством отражателей у топочных дверец;

тщательной изоляцией всех труб, по которым проходит нагретая вода; 1 пог. м неизолированной металлической трубы диаметром 63 мм при средней температуре воды в ней 70° и при температуре окружающего воздуха 20° теряет за год тепло, соответствующее расходу 90 кг условного топлива (для того чтобы можно было легко обнаружить, где на изолированной трубе расположен сгон (соединение,

позволяющее разбирать трубы без разрезки или разборки смежных соединений), его обертывают проволокой, концы которой выводят поверх изоляции).

Значительной величины достигают потери тепла в наружных теплопроводах, проходящих между котельной и отапливаемыми зданиями. Особенно велики эти потери, если в результате смачивания грунтовой водой изоляция подземных теплопроводов отсырела или отвалилась. О наличии такой неисправности свидетельствует пониженная температура воды в обратных трубопроводах, которая определяется по термометрам, установленным на каждом обратном теплопроводе. Для устранения такой неисправности следует вскрыть трассу теплопровода и произвести восстановление изоляции, а в отношении каналов следует принять меры по усилению гидроизоляции последних или устройству дренажей.

Для контроля за состоянием подземных теплопроводов необходимо также устройство на них контрольных колодцев с люками. Осмотр теплопроводов через колодцы должен производиться не менее трех раз в год – весной, осенью и зимой. Следует помнить, что находящийся в воде теплопровод теряет тепло в десять раз больше, чем сухой и покрытый качественной изоляцией. Поэтому недопустимо, чтобы отопительные трубы проходили по участкам, залитым водой.

Все отопительные теплопроводы, проходящие по чердаку, холодным подвалам и другим неотапливаемым помещениям, должны быть изолированы.

Следует также тщательно изолировать все находящиеся на чердаке сгоны, фланцевые соединения, расширительный бак и воздухоотборники.

**Снижение потерь тепла за счет утепления зданий**

Существенное снижение расхода топлива на отопление здания достигается путем устранения причин, вызывающих потери тепла через наружные ограждения отапливаемого здания.

Основными причинами потерь тепла являются: сырость стен отапливаемых зданий, плохое утепление чердачных перекрытий, оконных и дверных проемов.

Для устранения сырости стен необходимо отремонтировать гидроизоляционный слой в цоколе стены, устроить гидроизоляцию подземных и подвальных стен; отремонтировать отмостки у дома, водосточные трубы и лотки крыш. Необходимо своевременно устранить все трещины в наружной штукатурке зданий и другие причины, вызывающие потери тепла.

Для утепления чердачного перекрытия необходимо устранить все неплотности в кровле, так как проникновение влаги через эти неплотности приводит к сырости термоизоляционного слоя чердачного перекрытия и к резкому повышению теплопотерь через него. Следует периодически проверять равномерность и достаточность толщины термоизоляционного слоя перекрытия по сравнению с расчетной величиной и в случае необходимости довести его до расчетной толщины. Во избежание сырости этого слоя вследствие конденсации влаги на внутренних поверхностях стальной кровли следует не допускать поступления водяных паров на чердак. Для этого необходимо плотно пригонять чердачные двери к их коробкам и держать их всегда закрытыми. С той же целью нужно устранить все, даже незначительные неплотности в имеющихся на чердаке вентиляционных коробах и шахтах.

Одновременно следует принять меры к утеплению окон и дверей, устранить неплотности между отдельными их частями, а также между переплетами и коробками. Следует помнить, что наличие неплотностей в каком-либо переплете увеличивает коэффициент теплопередачи окна на 50–80 %.

## Топка твердотопливных котлов

### Общие правила

Перед началом эксплуатации твердотопливных котлов необходимо:

- осмотреть топливники котлов, газоходы, дымовые трубы и при необходимости отремонтировать их;
- пришедшие в негодность отопительные приборы (топочные и поддувальные дверцы, задвижки, вьюшки, прочистные дверцы, решетки и др.) отремонтировать или заменить новыми;
- устранить все неплотности, имеющиеся в местах заделки дверец, задвижек;
- дымоходы очистить от сажи и золы;
- изучить инструкцию по правилам ухода за твердотопливными котлами и их топками.

Перед растопкой твердотопливного котла необходимо прогреть трубу сжиганием сухих стружек или щепы и устранить дымление печи. Применение для растопки твердотопливных котлов керосина, бензина и других легковоспламеняющихся жидкостей строго воспрещается. Когда в котле сильная тяга, рекомендуется растопку зажигать при закрытой трубной задвижке и открывать ее после загорания растопки.

Не рекомендуется топить одновременно несколько твердотопливных котлов, расположенных в смежных комнатах и присоединенных к одному общему дымоходу. Это может привести к потере тяги в котлах, а также к их дымлению. Во время топки твердотопливного котла при слабой тяге в трубе все вытяжные отверстия в помещениях должны быть закрыты.

Для равномерного догорания топлива следует несгоревшие частицы топлива сгребать на колосниковую решетку. Запрещается топить твердотопливные котлы с открытой топочной дверцей, это ведет к большим потерям тепла и пережегу топлива. Во избежание угара людей вследствие преждевременного закрытия трубы в задвижке и во вьюшке обязательно должно быть сделано отверстие диаметром 15 мм

Труба твердотопливного котла закрывается тогда, когда угли сгорят полностью и над ними исчезнет синий огонек.

При чистке топки несгоревшее топливо (уголь, брикеты и др.) выбирается из шлака и вторично используется для топки котла.

В твердотопливных котлах можно сжигать различные виды топлива – дрова, торф, уголь каменный и бурый, брикеты и различные топливные отходы. Для этого обязательно требуется соответствие оборудования топкам видам фактически используемого топлива и полная их исправность.

### **Топка дровами**

Дрова можно сжигать практически во всех твердотопливных котлах. Дрова для топки котлов должны быть наколоты и по возможности сухими – это основное условие для того, чтобы получить от твердотопливного котла требуемый тепловой эффект. Для ускорения высыхания сырых дров их следует предварительно расколоть.

При закладке дров в топливник необходимо, чтобы над дровами, до свода топливника, оставалось свободное пространство высотой не менее 200 мм.

Рекомендуется: поленья в топливнике укладывать плотно одно к другому; сразу закладывать не менее половины порции дров, а остальное количество забрасывать по мере прогорания за один – два приема в зависимости от количества топлива и емкости топливника.

Для равномерного сгорания дров их надо расшуровывать два – три раза за топку, делая это быстро, не охлаждая котла.

### **Топка торфом**

Сжигание торфа возможно во всех твердотопливных котлах, в которых сжигаются дрова. Перед началом топки котла необходимо:

очистить топливник от золы;

закрыть поддувальную и открыть топочную дверцы;

уложить на колосниковую решетку слой торфа и сверху него растопку из мелко наколотых дров по весу 0,3–0,5 кг;

сверху растопки уложить торф толщиной до 200 мм;

открыть задвижку примерно на  $\frac{1}{2}$  сечения газохода.

После этого зажечь растопку. Как только начнет загораться торф, поддувальную дверцу открыть, а топочную закрыть. Остальные порции торфа следует забрасывать в топливник по мере надобности, производя это быстро, и перед заброской очередной порции торфа предыдущий слой его необходимо разравнивать, сбивая золу для того, чтобы горение торфа шло равномерно.

Перед окончанием топки (при герметических дверцах) плотно закрыть (завинтить) топочную и поддувальную дверцы; при обыкновенных же дверцах следует почти полностью прикрыть поддувальную дверцу, а трубу закрыть задвижкой на  $\frac{3}{4}$  сечения газохода.

Топка углем

Сжигание углей допускается в твердотопливных котлах, приспособленных для работы на этом виде топлива.

Для сгорания углей в твердотопливном котле лучшим топливником является шахточка с вертикальными стенками, оборудованная колосниковой решеткой. Желательно, чтобы топливник имел большую высоту. В частности, для сжигания антрацитов эта высота от свода (перекрытия) топливника до уровня решетки должна быть до 50 см. В отопительно-варочных печах типа «шведки», для кухонных плит с чугунным плитным настилом, надо уменьшить высоту топочного пространства до возможного минимума, так как при большой высоте топливника чугунный настил будет прогреваться плохо. Нормальным расстоянием между топочной и поддувальной дверцами для антрацита считается расстояние 21 см, и как минимум 14 см. При переоборудовании топок под уголь этих расстояний необходимо придерживаться.

Топочные и поддувальные дверцы должны быть чугунные, герметичные. Колосниковая решетка для антрацита должна быть обязательно чугунной с развитыми ребрами, благодаря которым она хорошо охлаждается и не перегорает. Рекомендуются иметь следующие размеры печных приборов:

топочные дверцы – 205 X 250 мм;

поддувальные дверцы – 140 X 250 и 140 X 130 мм;

решетки – 205 X 300 и 205 X 350 мм;

колосники – длиной 275, 300 и 350 мм.

Топка твердотопливного котла, оборудованного под уголь, пригодна для сжигания в ней других видов топлива. Перед началом топки твердотопливного котла необходимо:

очистить топливник от золы, шлаков и несгоревшего угля;

уложить растопку из щепы или мелко колотых дров по весу около 1,4–1,5 кг. Растопка раскладывается по колосниковой решетке и зажигается при слегка открытой трубной задвижке.

Когда растопка разгорится, трубная задвижка открывается полностью и забрасывается первая порция мелко наколотого угля ровным слоем 50–80 мм по всей решетке. После этого закрывают топочную дверцу и открывают поддувальную. Когда уголь разгорится, забрасывают первую порцию до толщины слоя 120–200 мм.

При последующих забрасываниях топлива надо выполнять следующие требования:

забрасывать новые порции угля тогда, когда предыдущая достаточно хорошо разгорится;

при каждом забрасывании угля, сопряженном с открыванием топочных дверей, следует предварительно прикрыть поддувальную дверцу;

следить, чтобы топливо не прогорало до колосников и горело во всей массе ровным слоем.

Если в каменных углях имеется мелочь или пыль, то ее перед забрасыванием в топку следует смачивать водой. Жирные, сильно спекающиеся угли марок ПЖ и Ж, состоящие из мелочи, обычно смачивают обильно настолько, чтобы слиплись частицы угля, не допуская при этом избытка воды.

Угли паровично-спекающиеся марки ПС и слабоспекающиеся марки СС большей частью мелкие и требуют умеренного смачивания.

Тощие угли марки Т, состоящие обычно из мелочи и подготовляемые для забрасывания в топку, смачивают до влажного состояния всей массы. Длиннопламенные угли смачивают лишь настолько, чтобы уменьшить образование пыли.

Антрацит смачивания не требует; иногда, при большом содержании мелких частиц, его смачивают для уменьшения выделения пыли.

Во время топки топочную дверцу следует держать закрытой, открывая ее только на время забрасывания свежей порции топлива.

Во время топки шуровать уголь следует по возможности реже во избежание излишнего охлаждения топливника, большого провала угля через колосниковую решетку и смешивания его со шлаком. При многозольных бурых углях (подмосковный, челябинский, среднеазиатский и др.), наоборот, шуровку надо производить чаще, иначе куски угля «озолятся» и потухнут. Заброска этих углей должна производиться чаще и малыми порциями.

При догорании топлива следует прикрыть поддувальную дверцу, а при герметических дверцах ее можно закрыть.

Когда слой топлива достигнет 30–40 мм, следует поддувальную дверцу закрыть совсем, а трубу закрыть задвижкой на  $\frac{3}{4}$  сечения газохода. Закрыть совсем дымовую трубу надо тогда, когда угли сгорят полностью.

Преждевременное закрытие трубы может привести к угару людей.

Для растопки антрацита рекомендуется применять мелко наколотые сухие дрова, а уголь должен быть наколот кусками величиной от 30 до 50 мм. Первая порция антрацита забрасывается на разгоревшуюся растопку ровным слоем толщиной 50–70 мм. Минут через 15–20, когда антрацит разгорится, забрасывают вторую порцию с таким расчетом, чтобы общая толщина слоя была доведена до 250 мм, а далее ведут топку так же, как и при каменном угле.

Топка брикетами

Угольные и торфяные брикеты являются хорошим топливом для твердотопливного котла.

Перед началом топки твердотопливного котла готовят ее топливник так же, как и для топки углем. Первая порция брикетов забрасывается в топку ровным слоем толщиной 100–120 мм. Когда брикеты разгорятся, забрасывают вторую порцию до толщины 150–180 мм.

При последующих забрасываниях брикетов в топку надо выполнять те же требования, что и при топке твердотопливного котла углями.

Во время топки шуровать каменноугольные брикеты не следует, а шуровку буроугольных и торфяных брикетов производить по возможности реже. При этом необходимо следить, чтобы брикетная пыль как при чистке топки, так и при заброске и шуровке ее не поступала в помещение.

Топку твердотопливного котла ведут до полного сжигания брикетов. При чистке топки несгоревшие брикеты выбирают из золы и вторично используются для топки печи.

## **Особенности сжигания разных видов топлива в твердотопливных котлах**

### **Сжигание бурых углей**

Основным условием правильного сжигания бурых углей является обеспечение горящего слоя топлива требуемым количеством воздуха и поддержание высокой равномерной температуры, в топочном пространстве.

Бурые угли содержат много золы, поэтому, чтобы реже чистить топку, колосниковую решетку углубляют на 300...350 мм ниже загрузочного окна (в топках, не имеющих зольного подвала). Для удобства удаления большого количества золы и шлаков применяются опрокидные колосники, через которые шлаки и зола легко удаляются в зольные бункеры или в зольный подвал; в этом случае колосниковую решетку заглубляют на 500 мм.

Толщину слоя топлива рекомендуется поддерживать:

Для бурых углей крупных сортов до 250 мм

рядовых 180...200 мм

мелких в топке без дутья 120 мм

мелких в топке с дутьем 150 мм

По мере накопления золы и шлаков на колосниковой решетке сопротивление слоя для доступа воздуха в топку повышается, поэтому для сохранения нормальной работы топки необходимо усиливать дутье.

### **Сжигание каменных углей**

Длиннопламенные угли марки Д загораются быстро, горение их на колосниковой решетке протекает равномерно, шлака обычно не дают. Эти свойства упрощают процесс ведения топки.

При сжигании длиннопламенных углей слой топлива должен быть ровный, не толще 150...180 мм. Для уменьшения пыли эти угли рекомендуется смачивать.

При сжигании углей марки Д, имеющих тугоплавкую золу, выравнивание слоя топлива можно производить с помощью скребка. При сжигании углей, имеющих легкоплавкую золу, применения скребка следует избегать.

Сжигание газовых углей марки Г, так же как и длинно-пламенных, не представляет особых затруднений.

Газовые угли Кузнецкого месторождения смачивают водой для улучшения процесса горения. Газовые угли других месторождений смачивать водой не требуется.

Загрузку угля в топку необходимо вести малыми порциями «в раструску» и по прогарам. Толщину слоя топлива рекомендуется поддерживать 120...160 мм.

Паровично-жирные и коксовые угли состоят главным образом из мелочи, поэтому для уменьшения уноса их необходимо смачивать. Эти угли при горении коксуются, образуют выпучины и пустоты. Они горят отдельными местами (свечами), поэтому заброску их в топку следует вести только по горящим местам, не заглушая очаги горения. Толщину слоя горящего топлива рекомендуется поддерживать до 140 мм.

Выпучины кокса слегка осаживаются резаком, при этом должны быть обязательно пробиты отверстия для прохода газов, это создает условия для возникновения новых очагов горения и более быстрого распространения огня по всей колосниковой решетке. Горящий уголь нельзя перемешивать со шлаком. Перемешивание ведет к зашлакованию топки. Угли Кемеровского месторождения (Кузнецкий бассейн) имеют легкоплавкую золу, поэтому подготовку топки следует вести порядком, указанным в разделе по сжиганию антрацитов; сжигание этих углей необходимо вести ровным и самым тонким слоем.

Угли марок паровично-спекающиеся (ПС) и слабо-спекающиеся (СС) состоят большей частью из мелочи, поэтому рекомендуется сжигать их на колосниковой решетке с малым живым сечением. Для уменьшения механических потерь перед забрасыванием в топку угли необходимо смачивать до влажного состояния.

Топливо в топку надо забрасывать небольшими порциями по прогарам, а когда топливо горит равномерно по всему слою, то «в раструску» по всей колосниковой решетке. Толщина слоя горящего топлива в топке не должна превышать 100...120 мм.

Для улучшения горения топлива необходимо образующуюся «корку» надламывать, при этом не допускать глубокой шуровки и выворачивания шлака на поверхность слоя. Тощие угли марки Т, как и антрациты, обладая незначительным выходом летучих веществ, сгорают главным образом в слое и по режиму сжигания близки к антрацитам. Тощие угли состоят в большей части из мелочи, а крупные куски при нагревании в топке распадаются также на мелкие куски, за исключением кузнецкого угля. Поэтому при больших форсировках топки и сильной тяге они уносятся в значительном количестве в газоходы, забивая их.

Для улучшения сжигания тощего угля к нему добавляют спекающийся уголь марки ПЖ или ПС в размере 15...20 %. Слой тощего угля, имеющего много мелочи, значительно уплотняется, поэтому толщину его (не включая шлаковую подушку) рекомендуется поддерживать 60...80 мм .

Сжигание шлама из каменных углей

Каменноугольный шлам загорается хорошо, при горении дает пламя светло-красного цвета средней длины; обладает хорошей спекаемостью, снижающей механические его потери; при сгорании образует плотные и рыхлые шлаки, а также в большом количестве золу.

Шламы из антрацитов этими свойствами не обладают, а поэтому сжигание их в обычных котлах, а также в печах непригодно.

Выделение летучих веществ из шлама происходит наиболее активно в период загрузки топлива и в момент шуровки слоя топлива.

Загрузка шлама в топку котла производится через каждые 15...20 мин. ровным слоем. Толщина слоя свежезаброшенного топлива не должна превышать 50...70 мм. В промежутках между загрузками необходимо расшуровывать один или два раза верхний слой шлама.

При длительном хранении шлам высыхает, поэтому для уменьшения уноса в трубу и провала через колосниковую решетку необходимо смачивать его перед заброской в топку до состояния комкования.

Шуровать слой шлама перед чисткой топки не следует, так как необходимо накопить достаточное количество раскаленного кокса и не допустить, чтобы топка погасла.

Сжигание антрацитов

Антрациты, обладая незначительным выходом летучих веществ, сгорают главным образом в слое. Это обстоятельство вызывает сильное повышение температуры слоя и колосниковой решетки, в результате чего может происходить: большой износ колосниковой решетки, плавление шлаков, заливающих колосники и ухудшающих процесс горения.

Для устранения указанных недостатков применяют решетку с малым живым сечением 8...15 %. Этому условию отвечают плитчатые колосники с круглыми отверстиями диаметром 10...12 мм или с продолговатыми отверстиями шириной 6...7 мм и длиной 35...50 мм.

В топке, оборудованной обычной колосниковой решеткой, сжигание антрацитов можно производить на шлаковой подушке, которая будет выполнять роль решетки с малым живым сечением. Шлаковую подушку также рекомендуется создавать на колосниках с малым живым сечением, но более тонким слоем, чем на обычных колосниках.

При сжигании антрацита толщина слоя топлива изменяется в зависимости от крупности кусков антрацита и количества мелочи. Толщину слоя топлива необходимо поддерживать:

Для антрацита класса АК, АО 150...180 мм

АМ, АС 120...150 мм

АРШ 100...150 мм

При сжигании мелких антрацитов, содержащих большое количество штыбов, а также антрацитов, куски которых не выдерживают высоких температур и рассыпаются в мелочь, толщина слоя топлива не должна превышать 100 мм.

Отопление антрацитом нужно вести исключительно равномерным пламенем и самым тонким слоем, какой только допустим при данном сорте топлива. Забрасывать топливо необходимо небольшими порциями. После каждой заброски нужно давать топливу хорошо разгореться и только тогда производить следующую заброску.

Выравнивания слоя антрацита скребком следует избегать и применять как можно реже, чтобы не нарушать связи между отдельными частицами антрацита и не смешивать антрацит со шлаком.

Сортовые антрациты АК, АО сжигаются без применения искусственного дутья; рядовые, а также сорта АМ, АС – с применением искусственного дутья.

При сжигании антрацита необходимо тщательно следить за состоянием колосниковой решетки. При заброске антрацита дутье не следует полностью выключать, а следует немного уменьшить его, так как при полной остановке дутья заливаются воздушные каналы в шлаковой подушке. Это потребует преждевременной чистки топки.

Антрацитовый штыб имеет малый выход летучих, поэтому он трудно загорается и для устойчивого горения требует наличия высокой температуры в топке. Полное отсутствие спекаемости и мелкая фракция штыба создают на решетке плотный слой без всяких промежутков между отдельными частицами угля, что затрудняет доступ воздуха к ним, а без доступа нужного количества воздуха невозможно поддерживать нормальное горение топлива. Поэтому для сжигания штыба необходимо наличие искусственного дутья и хорошей тяги. Для сжигания штыба применяются плитчатые колосники с живым сечением 8...10 %. Для создания более рыхлого слоя к штыбу прибавляют 20...25 % каменного угля, кроме тощего, смачивая смесь водой.

Чистка топки и создание шлаковой подушки производится так же, как и для антрацитов других сортов.

### **Сжигание торфа**

Для создания в слое горящего топлива надежного запаса тепла необходимо слой торфа в топке держать высотой 600...700 мм. При изменении нагрузки котла толщину слоя топлива менять не следует.

Сухой кусковой торф является хорошим топливом, легко загорается и хорошо горит. Влажный кусковой торф необходимо забрасывать в топку небольшими порциями и часто. При несоблюдении этого условия увеличивается расход тепла на испарение влаги топлива, топка переохлаждается и сгорание летучих веществ будет неполным.

Шуровку слоя торфа надо производить только в верхней части слоя, обеспечивая ровное горение торфа во всех частях топки. Работа топки достигается регулированием дутья и тяги. При увеличении нагрузки котла тягу и дутье надо увеличивать, при уменьшении нагрузки – уменьшать.

Загрузку торфа с влажностью 40 % и выше следует производить при доведении толщины слоя торфа на колосниковой решетке до 700 мм. Преждевременная подача сырого торфа на недостаточно толстый и недостаточно разгоревшийся слой топлива приводит к резкому снижению форсировки топки.

На горизонтальной колосниковой решетке с ручным обслуживанием можно сжигать торф в смеси с каменным углем или антрацитом. Топка обычным порядком заправляется углем или антрацитом, когда слой горящего антрацита или каменного угля на колосниковой решетке достигает толщины 100...120 мм и стенки топки при этом достаточно накаляются, в топку начинают забрасывать торф в смеси с углем или антрацитом.

Смеси можно использовать в пропорции 65 или 70 % торфа с 35 или 30 % угля (антрацита), т. е. на одну объемную единицу угля шесть объемных единиц торфа.

Создание подушки из угля или антрацита дает на колосниковой решетке хорошее распределение воздуха в слое.

При употреблении мелкого торфа (крошки) следует опасаться взрывов газов в топке, так как после заброски слишком большой порции торфяной мелочи топка притухает, топочное пространство заполняется газами, выходящими из свежей порции при ее нагревании. При шуровке торфа эти газы могут вспыхнуть и пламя выкинется в дверцу. Для предупреждения такого явления следует в топке создавать разрежение воздуха больше обычного за счет открытия шибера или уменьшения дутья.

#### **Сжигание каменноугольных и буроугольных брикетов**

Как указано выше, брикетирование каменного угля производится с добавлением связующих веществ, бурого угля – без связующих веществ. Это отличие одних брикетов от других вносит изменения в условия сжигания их.

Каменноугольные брикеты с содержанием связующих веществ можно сжигать во внутренних и внешних топках котлов, оборудованных колосниковыми решетками с нормальным живым сечением без применения искусственного дутья.

При сжигании буроугольных брикетов требуется применять искусственное дутье, тем более при ведении форсированной топки.

Толщину слоя на колосниковой решетке следует поддерживать в пределах 150...180 мм.