

Виды топлива и его состав

Топливо- это горючее вещество, используемое для получения тепла.

Под топливом понимают углеродистые и углеводородистые соединения, которые при нагревании до определенной температуры, активно вступают в реакцию с кислородом воздуха и выделяют при этом значительные количества тепла.

Происхождение топлива.

Все виды твердого топлива нашей планеты своим происхождением обязаны солнечной энергии и хлорофиллу- особому веществу, содержащемуся в листьях и др. зеленых частях растений, которые создают сложные органические вещества, а в дальнейшем превращаются в топливо.

В своих превращениях вещество топлива последовательно проходит стадии образования торфа, бурого угля, каменного угля, антрацита.

Твердое топливо в основном образуется из высокоорганизованных растений – древесины, листьев, хвои и т.п. Сначала образуется торф - рыхлая, расплывчатая масса перегноя. Скопление торфа переходит в бурую массу, а затем в бурый уголь.

В дальнейшем под воздействием высокого давления и повышенной температуры бурые угли подвергаются последующим превращениям, переходя в каменные угли, а затем в антрацит.

По происхождению топливо бывает:

1. -естественное (используется в том виде, в каком оно имеется в природе); это- дрова, торф, горючие сланцы, бурые и каменные угли, антрацит.
2. -искусственное (путем переработки естественного), а также топливные отходы. Это- кокс, антрацитная пыль, торф.брикеты, древесные отходы, продукты переработки нефти.

По своему физическому состоянию топливо делится на:

1. -твердое топливо (дрова, торф, бурый и каменный уголь, сланцы, антрацит);
2. -жидкое топливо (нефть, мазут, керосин, бензин, печное топливо и т.д.)
3. -газообразное (природный газ, коксовый газ, нефтяной и т.д.)

Состав твердого топлива.

Состоит из горючей и негорючей (балласт) частей.

В горючую часть топлива входят:

1. **углерод** - основная часть всех видов топлива. При сгорании 1 кг. чистого углерода выделяется **8100ккал/кг**. Содержание углерода в топливе возрастает с 50% у древесины до 92 -94% у антрацита.
2. **водород** – бесцветный газ, нет ни вкуса, ни запаха. Содержание в топливе в среднем 4-6%. При полном сгорании 1 кг водорода выделяется **33770ккал/кг**.
3. **сера** - в топливе содержится в трех видах: органическая, колчеданная и сульфатная. Сумма органической и колчеданной серы образуют горючую летучую серу, которая при сгорании 1 кг выделяют около **2500 ккал/кг**.
наличие серы в топливе нежелательно, т.к. при его сгорании образуется сернистый ангидрид (SO_2). Вредно действует на флору и фауну. Сернистые газы SO_2 и SO_3 (соединяясь с H_2O , образуют H_2SO_4) разрушают металл котельного оборудования. Сернистые газы, проникая в рабочие помещения, могут вызвать отравление персонала.

Негорючая часть (балласт):

1. **кислород** – в воде находится до 89%, не горит, а только поддерживает горение, входит в реакцию окисления (FeO)-ржавчина;
2. **азот** - в топливе содержится от 0,8 до 2,5% он является инертным элементом и при сгорании выделяется в газообразном состоянии.
3. **зола** - относится к минеральным примесям. Она является нежелательным элементом, т.к., оседая на поверхности нагрева котла, ухудшает теплопередачу от газов к воде и снижает к.п.д. котла, затрудняет процесс горения, вызывает преждевременный износ колосников, газоходов, а также затрудняет и удорожает эксплуатацию котельной установки.

Зола при температуре:

- менее $1200^{\circ}C$ - легкоплавкая;

- от 1200 до 1425⁰С – среднеплавкая;
- выше 1425⁰С – тугоплавкая.

В дровах – 0,6% золы; торфе – 5-7%; в бурых и каменных углях от 4 – 25%, в мазуте 0,3%.

4. влага -

- внешняя - удаляется из топлива путем естественной сушки;
 - внутренняя (гигроскопическая)- удаляется при сушке от 105 до 110⁰С
- наибольшее кол-во влаги (40-50%) – дрова, торф;
наименьшее -----«----- (3-5%) - антрацит.

В итоге: негорючая часть топлива уменьшает долю горючих веществ в топливе, удорожает хранение, транспортировку и эксплуатацию котла, снижает к.п.д. котла.

Теплота сгорания топлива.

Основная характеристика топлива – теплота сгорания или калорийность топлива.

Это количество теплоты в «ккал», которое может выделить 1 кг твердого, жидкого или 1м³ газообразного топлива при полном его сгорании.

Теплота сгорания зависит от химического состава топлива, от влажности и зольности.

Классификация твердого топлива.

Древесина - это топливо, используемое преимущественно в мелких котельных. Широкое применение имеют отходы: горбыль, щепа, опилки и т.д.

Теплота сгорания – **2840 ккал/кг.**

Преимущество: легкая воспламеняемость, отсутствие серы и малая зольность (не более 1%)

Недостаток: малая теплота сгорания и неудобство хранения.

Торф – плотная горючая масса бурого или черного цвета, содержащая много золы (7-15%) и влаги. Теплота сгорания **3500 – 4500 ккал/кг.**

По способу добычи подразделяют на три основных вида:

- **машинно-формовочный** – торфяная масса забирается из карьера и подается на спец.прессы. Разрезается на кирпичики, высушиваются и складываются в штабеля.
- **Гидравлический** – размывается торфяной массив струей, эта жижа подается насосами на площадку, где и высушивается, а затем нарезается на кирпичи.
- **фрезерный** – торфяное болото разрабатывается, т.е. вспахивается на глубину от 5 до 35 мм. Полученная торфяная крошка подсушивается, а затем складывается в штабеля.

Ископаемые угли – разделяют на бурые, каменные и антрациты.

Угли различают по маркам, классам и группам, а также по составу, крупности, зольности.

Бурый уголь содержит много влаги (17-55%), при длительном хранении на воздухе сильно выветривается и рассыпается в порошок. Обладает большой склонностью к самовозгоранию.

Зольность – 10% - 35%; высокое содержание серы – до 6%.

Теплота сгорания – **4200 ккал/кг. – 5700 ккал/кг.**

Каменный уголь черная блестящая однородная масса. Теплота сгорания – **5100-6700ккал/кг.**

Содержание влаги на много меньше, чем в бурых углях (7 – 13%); зола – 8-15%; темп. воспламенения – 450-500⁰С; обладают повышенной механической плотностью, гораздо менее подвержены самовозгоранию.

Антрацит - старейший из ископаемых углей. Цвет черный с сильным блеском. Горит без коротким пламенем и почти без дыма. Трудно загорается, хорошо выдерживает перевозки, не самовозгорается. Теплота сгорания – **5800 – 7500 ккал/кг.**

Жидкое топливо: нефть – темно-бурого цвета со специфическим запахом.

Сырую нефть как топливо не используют, используют продукты ее переработки – бензин, керосин, диз.топливо и т.д.

В качестве топлива для сжигания в топках котлов применяется мазут – это остаточный продукт переработки нефти. Теплота сгорания его – **9200 – 9800 ккал/кг.** Содержание углерода до 87%, водорода до 11%, кислорода и азота до 1%.

По содержанию серы нефть и мазут делят на три класса:

- малосернистый, где серы до 0,5%;
- сернистый до 2%;
- высокосернистый, где серы до 3,5%. и доходит до 4,3%.

Мазут бывает маловязкий и высоковязкий с большим содержанием смолистых веществ и парафина. Вязкость мазута определяет способность транспортировки, слива, перекачки и его сжигания. С повышением температуры вязкость мазута уменьшается (подогрев до 85 – 110⁰С)

Температура вспышки мазута – это температура, при которой пары его образуют с окружающим воздухом смесь, воспламеняющуюся при поднесении к ней огня.

В стационарных котельных установках сжигают мазут трех марок:

Показатель	Марка мазута				
	малосернистый		высокосернистый		
	М-40	М-100	М-40	М-100	М-200
Условная вязкость, град: При 80 ⁰ С	8	15,5	8	15.5	-
При 100 ⁰ С	-	-	-	-	6,5-9,5
Температура вспышки ⁰ С	90	110	90	110	140
Температура застывания ⁰ С	10	25	10	25	35

Печное топливо продукт переработки нефти. Цвет – светло-коричневый до черного.

Температура вспышки – 42⁰С; темп. застывания – 15⁰С.

Вредно действует на организм человека. Пары токсичны и взрывоопасны. Емкости, где хранится это топливо д.б. герметичны. Содержание паров в помещении д.б. не более 300 мг/м³.

Газообразное топливо это механическая смесь из горючих газов:

водорода (H₂), окиси углерода (CO), метана (CH₄), других углеводородных соединений (C_mH_n) и сероводорода (H₂S) и негорючих газов:

углекислый газ (CO₂), кислород (O₂), азот (N₂) и незначительное количество водяных паров.

Основой природных газов является метан, содержание которого в газе 76,7 – 98%.

Теплота сгорания 1м³ газа от 8000 до 8500 ккал/кг.

ХРАНИЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Для обеспечения правильного хранения топливо должно быть уложено в штабеля в течение двух дней после его поступления. Размеры штабелей определяются сортом топлива, наличием механизмов, территорий склада и т.д.

В зависимости от подверженности к окислению и самовозгоранию угли можно разделить на две группы.

1 группа – антрациты всех сортов и каменные угли марки Т, которые устойчивы к самовозгоранию.

2 группа – бурые и каменные угли (за исключением марки Т) – неустойчивые угли.

Подвержены самовозгоранию также некоторые сорта торфа.

Высота штабеля для углей 1 группы на механизированных складах не ограничивается, а на складах с ручным обслуживанием – 3-4 м

Высота штабеля для углей 2 группы на механизированных складах – не выше 8 м, на складах с ручным обслуживанием – не выше 3 м.

Для уменьшения проникновения воздуха в штабель и предохранения от окисления и самовозгорания угли 2 группы при хранении их более 60 суток – укладываются в штабеля послойно с уплотнением каждого слоя.

При хранении углей менее 15 дней уплотнение в штабелях не требуется.

Большие потери топлива наблюдаются тогда, когда оно разгружается и хранится на неподготовленных и неблагоустроенных складах, захлапленных мусором и др. посторонними предметами.

Большие потери топлива бывают от самовозгорания на складе (до 5-15%). Топливо, содержащее серу, способно к более интенсивному окислению, саморазогреванию и самовозгоранию.

Условиями, способствующими повышению температуры и его самовозгоранию, является относительно большое проникновение в него воздуха, а также повышенная влажность при закладке в штабеля. Наличие посторонних примесей (щепы, тряпок и т.п.) в топливе также способствуют более быстрому началу процесса самовозгорания.

Самовозгорание обычно возникает в виде отдельных очагов, которые образуются на глубине 0,5 – 1,25 м для угля и 1 – 1,5 м для торфа.

При обнаружении самовозгорания топлива надо тщательно и многократно трамбовать его в местах очагов горения, пока в этих участках температура не снизится до 60⁰С.

Если не удалось ликвидировать очаг, то топливо изъять из штабеля и разбросать слоем не выше 0,5 м для охлаждения на запасной площадке.

Для предупреждения самовозгорания угля запрещается:

- смешивать угли разных марок;
- формировать штабеля во время дождя, при высоких температурах наружного воздуха или при наличии повышенной температуры внутри отвала угля;

- устраивать в штабелях вентиляционные каналы или пустоты при укладке штабеля;
- засорять штабеля угля мусором, опилками, торфом и др. легковоспламеняющимися материалами;
- заваливать углем деревянные столбы ВЛ и телефонных линий и другие древесные конструкции.

ГОРЕНИЕ ТОПЛИВА.

Горение представляет собой процесс быстрого и полного окисления горючего вещества, происходящий при высокой температуре и сопровождающийся выделением тепла. (химическое соединение горючих веществ с кислородом).

В горении участвуют окисляемое (горящее) вещество – топливо и окислитель – атмосферный воздух.

Для обеспечения процесса горения необходимо:

1. непрерывный подвод к топливу достаточного количества воздуха;
2. интенсивное перемешивание топлива с воздухом;
3. высокая температура в топке (не ниже 1000⁰С);
4. Достаточный объем топочного пространства;
5. непрерывный отвод продуктов сгорания (дымовых газов).

Горение твердого топлива происходит за три основные стадии. На первой стадии топливо под влиянием внешнего источника тепла проходит процесс нагрева и коксования, в результате чего оно разделяется на летучую часть и коксовый остаток.

На второй стадии происходит горение летучих горючих веществ.

На третьей стадии происходит процесс горения кокса.

Жидкое топливо сгорает в две стадии. Топливо, распыленное на мельчайшие капельки, сначала нагревается до температуры испарения, а затем происходит сгорание топливных паров.

Горение бывает полное и неполное.

Полное горение – это горение, при котором топливо, сгорая, выделяет все тепло, содержащееся в нем. При этом углерод (С) топлива, соединяясь с кислородом, образует углекислый газ (СО₂), а водород – водяные пары (Н₂О).

Полное горение характеризуется: цвет пламени в топке – соломенно-желтого цвета. Из трубы идет светло-серый дым.

Неполное горение – получается при недостатке (избытке) воздуха в топке или при низкой температуре топочного пространства, а также при неправильном распределении воздуха.

В этом случае при сгорании углерода образуется окись углерода (СО) угарный газ, при этом тепла выделяется намного меньше, чем при полном горении. При чрезмерном избытке воздуха создаются условия для удаления из топки несгоревших летучих горючих веществ и уноса частичек твердого топлива.

Характеризуется: цвет пламени в топке красный с дымными полосами (ослепительно белого цвета), из трубы идет черный дым.

Для обеспечения полного сгорания топлива, необходимо подвести к нему несколько большее количества воздуха, чем это требуется теоретически.

Теоретически необходимое количество воздуха - это наименьшее кол-во воздуха, необходимое для полного сгорания 1 кг топлива: каменный уголь – 3м³; антрацит – 7м³; мазут –10м³; газ – 9м³.

Отношение действительного кол-ва воздуха к теоретическому кол-ву, необходимому для горения, называется **коэффициентом избытка воздуха**.

Коэффициент избытка воздуха зависит от вида сжигаемого топлива, способа его сжигания, конструкции топки и принимается на основании опытных данных.

СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛА

1. Излучением (радиационный) – теплообмен между телами, находящимися на расстоянии друг от друга, посредством лучистой энергии. (Чем ярче факел, тем больше доля переданного тепла)
2. Конвективный теплообмен – происходит за счет соприкосновения более нагретых тел с менее нагретыми (горячие газы и трубы, по которым прокачивается вода или пар)
3. Теплопроводность – перенос теплоты внутри тела от более нагретых частиц к менее нагретым

ТЕПЛОВЫЙ БАЛАНС КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

Это распределение тепла, выделившегося при сжигании топлива, на полезное и на потери.

Уравнение теплового баланса котельного агрегата при сжигании 1кг твердого, жидкого или 1м³ газообразного топлива можно представить следующим образом:

$$Q_H = Q_1 + \underline{Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6} \quad \text{где,}$$

Потери

- Q_H – тепло, введенное в котел;
- Q_1 - тепло, полезно использованное в котле на получение пара или горячей воды;
- Q_2 - потери тепла с уходящими дымовыми газами из котла;
- Q_3 - потери тепла от химической неполноты сгорания топлива;
- Q_4 - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива;
- Q_5 - потери тепла в окружающую среду;
- Q_6 - потери тепла с физическим теплом удаляемого шлака из топки.

Количество теплоты (кДж), содержащееся в воздухе или продуктах сгорания, называется теплосодержанием (энтальпией) воздуха или продуктов сгорания. кДж/кг; кДж/м³.

Теплота, теряемая с уходящими газами, пропорциональна их энтальпии.

Q_2 – являются наибольшими потерями (6 – 15%) и они увеличиваются, если:

- имеются наружные и внутренние загрязнения поверхности нагрева (сажа, зола, накипь); (ухудшается теплообмен м/у дымовыми газами и рабочим телом /пар или вода/
- чрезмерный избыток воздуха (чем ближе коэффициент избытка воздуха в топке к единице и чем меньше присосы воздуха в газоходах котла, тем меньше потери);
- топки с ручным обслуживанием (из-за периодичности загрузки топлива, неравномерного выделения тепла и расхода топлива).

Для понижения температуры уходящих газов и уменьшения потерь тепла с уходящими газами за котлом устанавливается водяной экономайзер.

Снижение температуры уходящих газов на 15 – 20⁰ С КПД котла увеличивается примерно на 1%

При проектировании котлов температура уходящих газов составляет 120 – 150⁰С.

В небольших котлах при отсутствии экономайзеров она составляет 300 – 400⁰С.

Q_3 – потери тепла от химической неполноты сгорания топлива обычно обусловлена появлением в уходящих дымовых газах окиси углерода (СО).

Зная содержание окиси углерода в отходящих дымовых газах, определяют потери от неполноты горения. Обычно потери **составляют 3 – 7%** в зависимости от рода топлива, а при большом недостатке воздуха **может быть до 25% и более**. Например, 1% окиси углерода в отходящих газах соответствует примерно 6 – 7% потери тепла топлива.

Теплота, потерянная в результате недогорания газообразных горючих веществ, составляет химическую неполноту сгорания топлива.

Потери тепла из-за химической неполноты сгорания топлива происходят:

- из-за недостаточного поступления воздуха в топку;
- из-за неправильного его распределения; (распыление мазута в форсунке было как можно тоньше и все форсунки имели одинаковую производительность)
- недостаточного объема топочного пространства;
- низкой температуры в топке (не менее 1000⁰С);
- плохое перемешивание воздуха с топливом.

Для снижения этих потерь необходимо:

- забрасывать топливо чаще и мелкими порциями, ровным слоем на колосниковой решетке, не допуская образования прогаров и шлакования колосников;
- не держать долго открытой топочную дверцу.

Для жидкого топлива:

- достаточный подогрев мазута (85 – 110⁰С);
- достаточная очистка мазута;
- достаточное давление подачи мазута на форсунку;
- исправное состояние форсунки;
- добиваться максимально тонкого распыления топлива.

Q_4 - потеря тепла от механической неполноты сгорания топлива наблюдаются только при сжигании твердого топлива и обусловлена наличием в очаговых остатках твердых горючих частиц. Очаговые остатки в основном состоят из золы и твердых горючих частиц, не вступивших в процесс горения.

Потери тепла происходят в случаях:

- провалов мелких частиц несгоревшего топлива сквозь зазоры колосников;
- удаление несгоревшего топлива со шлаком;
- уноса мелких частиц топлива с дымовыми газами.

Эти потери зависят от **конструкции колосниковой решетки, силы тяги, размеров кусков топлива и его спекаемости.**

Нежелательно смесь крупного топлива с мелочью - мелочь быстро выгорает и потоком воздуха выдувается из слоя, образуя кратеры, через которые в топку поступает лишний воздух, охлаждая её. Крупные куски покрываются шлаковой коркой и полностью не выгорают.

В среднем потери для слоевых топков составляют от 5 до 7,5%.

Для снижения потерь следует:

- не выгребать несгоревшее топливо со шлаком;
- соблюдать установленный режим работы топки (тщательно перемешивать мелочь с кусками; правильно выбирать подачу воздуха и т.д.).

Q₅ - потери тепла в окружающую среду происходят через обмуровку, теплоизоляцию котла, арматуру и garnитуру. Необходимо следить за исправным состоянием теплоизоляции котла (температура наружной поверхности теплоизоляции не должна превышать 55°C).

Эти потери обычно не превышают 0,2 – 1%

Потери тепла зависят от типа и паропроизводительности котла, его конструкции, качества обмуровки и нагрузки котла, а также от частого открывания топочной дверцы и наличия сквозняков в котельном помещении.

Для снижения потерь необходимо:

- своевременно восстанавливать поврежденные участки обмуровки котла и тепловой изоляции труб, коллекторов и газоходов;
- производить побелку или покраску в светлые тона обмуровки, теплоизоляции, обшивки

Q₆ - потери тепла со шлаком – это неизбежные потери. Они учитываются только при сжигании твердых топлив как в кусковом, так и в пылевидном состоянии.

Величина потерь зависит **от зольности топлива, системы шлакозолоудаления и опыта кочегара.**

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ КОТЛА

Это отношение величины полезно использованного тепла (без потерь) в котле к величине затраченного тепла топлива (тепло, введенное в котел).

$$\text{К.П.Д.} = Q_1 / Q_n$$

Для котлов небольшой производительности, где твердое топливо сжигается в слоевых топках к.п.д. в пределах 75 до 80%

Для котлов с камерным сжиганием топлива – к.п.д. до 91 – 95%.

ТОПОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Топочное устройство или топка – устройство вблизи поверхности нагрева парового или водогрейного котла и предназначена для сжигания топлива с целью получения тепла. Тепло, выделяемое при сгорании топлива, используется для получения пара или горячей воды.

В каждом топочном устройстве происходят одновременно три процесса:

- горение топлива;
- теплоотдача излучением;
- улавливание некоторой части золы (при сжигании твердого топлива).

Топочное устройство должно обеспечивать:

- высокую производительность котла;
- экономичность;
- хорошее смешивание топлива с воздухом;
- достаточную степень механизации и автоматизации топочного процесса;
- устойчивую работу котла.

В зависимости от вида сжигаемого топлива различают топки:

-для твердого;

-для жидкого;

-для газообразного топлива.

По способу сжигания топлива все топочные устройства можно разделить на две основные группы:

- топки со слоевым сжиганием топлива;
- топки с камерным сжиганием топлива.

Слоевые топки - применяются только для сжигания твердого топлива (топливо сгорает на колосниках). По характеру организации слоя топлива на колосниках разделяются:

- с неподвижной колосниковой решеткой и неподвижно лежащим на ней слоем топлива;
- с неподвижной колосниковой решеткой и перемещающимся по ней слоем топлива;
- с движущейся колосниковой решеткой, перемещающей лежащий на ней слой топлива (перемещение слоя топлива вместе с колосниковой решеткой).

В зависимости от степени механизации подачи топлива и удаления шлака слоевые топки разделяются:

- ручные, где подача топлива, его шуровка и удаление шлака производится кочегаром вручную;
- полумеханические – в которых механизированы одна или две операции;
- механические – где все операции выполняются механизмами.

Камерные топки – применяются для сжигания всех видов топлива. Топливо сжигается во взвешенном состоянии (на лету). Твердое топливо должно быть предварительно размолото до пылевидного состояния, а жидкое топливо д.б. во взвешенном мелкораспыленном состоянии подано в мазутные форсунки. Они бывают с механическим или паровым распылением.

В механических форсунках распыление осуществляется за счет высокого давления топлива, создаваемого насосом, а в паровых распыляется паром (топливо поступает по центру, а пар по окружности).

Факельный способ позволяет сжигать с высокой надежностью и экономичностью самые различные и низкосортные виды топлива.

ТЯГОДУТЬЕВЫЕ УСТРОЙСТВА.

Для организации процесса горения в топку котла необходимо подавать воздух и удалять образующиеся продукты сгорания в атмосферу. Для этого применяются тягодутьевые установки:

- дымовая труба; (газы остывают в кирпичных и бетонных на 1°C, в стальной на 1,5-2°C на каждый метр высоты трубы).
- дымосос;
- дутьевой вентилятор.

Котлы, работающие с разрежением в газовом тракте, могут иметь тягу и подачу воздуха – естественную и искусственную.

Естественная тяга применяется только для котлов малой мощности с общим сопротивлением газового тракта не более 25 мм вод. ст.

Под естественной тягой понимают такую, при которой разрежение в топке (**2-3мм.вод.ст.**) и газоходах создается **дымовой трубой** (бетонной, кирпичной или железной) и вследствие этого под воздействием разности давлений (окружающего воздуха и продуктов сгорания) и в топку поступает воздух, необходимый для горения.

Естественная тяга - в сечении основания трубы со стороны входа продуктов сгорания создается давление окружающего воздуха, имеющего плотность ρ_a . Внутри дымовой трубы находятся продукты сгорания, которые, имея плотность ρ , также оказывают давление на сечение основания трубы.

Давление столба воздуха на это сечение, соответствующее высоте трубы будет – $Hg\rho$, где g - ускорение свободного падения. Однако плотность продуктов сгорания ρ меньше плотности окружающего воздуха. В результате этого на сечение будет действовать разность давлений, которая и создает **тягу** (Π_a). $h = Hg(\rho_a - \rho)$ из уравнения видно, что тяга, создаваемая дымовой трубой, тем больше, чем больше высота трубы и разность плотностей воздуха и продуктов сгорания. Эта разность будет возрастать с увеличением температуры продуктов сгорания в дымовой трубе и с уменьшением температуры окружающего воздуха.

Сила тяги расходуется на преодоление сопротивления слоя топлива в топке и сопротивления, возникающего в газоходах.

Сопротивление слоя топлива колеблется от 4 до 20 мм.вод.ст. , а газоходов – от 4 до 12 мм.вод. ст. **1 мм.вод.ст. = 10 Па.**

При искусственной тяге разрежение в топке и газоходах создается за счет работы дымососа, а подача воздуха производится дутьевым вентилятором. Применяется в котлах с разными хвостовыми поверхностями (экономайзер), производительность более 2 т/час, при значительном сопротивлении газового тракта. Сила искусственной тяги зависит от мощности дымососа. Дымовая труба в этом случае служит не для создания разрежения, а для выброса продуктов сгорания в более высокие слои атмосферы.

Плохая тяга бывает в случаях:

- забита зольница или сильно зашлакованы колосники;
- завалены газоходы котла золой или кирпичом;
- неплотно закрыты лазы в газоходах или в борове котла (плохая герметичность);

- открыты шиберы у соседних неработающих котлов;
- попала вода в боров.

Сила тяги измеряется в мм. водяного столба приборами – тягомерами (U-образные, жидкостные, мембранные).

Дутьевой вентилятор – вентилятор, обеспечивающий подачу воздуха в топку, необходимого для процесса горения топлива.

Дымосос – вентилятор, предназначенный для удаления продуктов сгорания и преодоления сопротивлений газового тракта котельной установки. Мака ДН; ВДН. Рассчитаны на температуру продуктов сгорания от 200 до 250°С.

АРМАТУРА

Для возможности правильной эксплуатации и безопасной работы каждый паровой или водогрейный котел снабжается соответствующей арматурой, которая разделяется на запорную, регулирующую и предохранительную.

К ним относятся: водозапорные и парозапорные вентили (задвижки), обратный клапан, пробковые краны, манометр, предохранительный клапан, обратный клапан, водоуказательный прибор, водопробный кран.

ГАРНИТУРА

Устройства, предназначенные для обслуживания котла и защиты топки и обмуровки котла от разрушения при взрыве, называется гарнитурой.

К ней относятся: топочные и поддувальные дверцы; затворы; колосники; лазы для осмотра топки и газоходов; лючки; гляделки; шиберы; взрывной предохранительный клапан.

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН

Предохранительные клапана служат для автоматического выпуска избытка пара или воды из котла и таким образом предохраняют его от возможных аварий и взрывов при превышении разрешенного рабочего давления. $P_{сраб.} = 1,1P_{пред. доп. разр.}$

В качестве предохранительных устройств применяются:

- рычажно-грузовые предохранительные клапаны. (котлы с Р до 4МПа);
- пружинные предохранительные клапаны;
- импульсные (котлы с Р выше 4МПа).

На каждом паровом или водогрейном котле должно быть установлено не менее двух предохранительных клапанов, действующих независимо друг от друга.

Запрещается класть на рычаг клапана посторонние предметы или увеличивать нагрузку, передвигая груз. Диаметр прохода (условный) рычажно-грузовых и пружинных клапанов должен быть не менее 20 мм.

Суммарная пропускная способность предохранительных устройств на паровом котле должна быть не менее номинальной паропроизводительности котла.

Шум вырывающегося из ПК пара или воды сигнализирует об опасном повышении давления в котле и о необходимости принятия срочных мер для снижения давления пара или воды.

В этих целях необходимо:

- усилить питание котла водой;
- прекратить подачу топлива в топку;
- сократить или даже прекратить подачу воздуха в топку;
- уменьшить тягу котла, прикрыв шибер.

Проверка ПК проводится машинистом котельной один раз в смену путем его подрыва с записью в сменный журнал.

При любых неполадках в работе ПК персоналу необходимо принять меры к их устранению, т.к. котел с неисправным ПК не может быть допущен к работе. (аварийная остановка). О всех неполадках и неисправностях в работе ПК делается запись в сменный журнал и ставится в известность лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов.

Обратный клапан - предназначен для пропуска потока воды только в одном направлении. Обратный клапан устанавливается на питательной линии перед поступлением воды в котел для предотвращения обратного тока воды в питательную линию при снижении в ней давления, остановке насоса, при разрыве питательного трубопровода.

МАНОМЕТР

Для наблюдения за давлением в котле, паропроводах, питательных трубопроводах и т.д. служат манометры, класс точности которых не ниже:

- 2,5 – при рабочем давлении до 2,5 МПа;
- 1,5 – при рабочем давлении более 2,5 и до 14 МПа;
- 1,0 – при рабочем давлении более 14 МПа.

- Шкала установленного манометра должна быть такой, чтобы при разрешенном рабочем давлении стрелка манометра находилась во второй трети шкалы.

- На шкале манометра должна быть нанесена красная черта по делению, которая соответствует предельно допустимому разрешенному рабочему давлению в котле. Взамен красной черты может быть прикреплена к корпусу манометра путем пайки металлическая пластина красного цвета и плотно прилегающая к стеклу манометра.

Наносить красную черту непосредственно на стекло манометра не разрешается.

- Манометр должен быть установлен так, чтобы его показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу, при этом шкала его должна быть расположена вертикально или с наклоном вперед до 30° для улучшения видимости показаний.

- Номинальный диаметр манометров, устанавливаемых на высоте:

- до 2 м от уровня площадки наблюдения – не менее 100мм;
- от 2м до 3м - не менее 160мм;
- от 3м до 5м - не менее 250 мм;
- при установке более 5м устанавливается сниженный манометр в качестве дублирующего.

- Манометры должны быть хорошо освещены и защищены от воздействия лучистой теплоты кладки котла.

- Перед каждым манометром должен быть установлен трехходовой кран или другое аналогичное устройство для продувки, проверки и отключения манометра.

- Между манометром и паровым пространством котла, кроме трехходового крана, устанавливается соединительная сифонная трубка диаметром не менее 10 мм, предназначенная в основном для накопления воды(конденсата). Водяной затвор предохраняет пружину манометра от воздействия высоких температур пара, от резких колебаний и гидравлических ударов при подключении манометра к барабану котла.

- Исправность действия манометров для котлов с рабочим давлением до 1,4 МПа – не реже одного раза в смену. Проверку необходимо проводить и в тех случаях, когда стрелка манометра долго находится в одном и том же положении или когда она не дошла ещё до красной черты, а ПК уже сработал.

- Проверку исправности действия манометра «проверка на ноль» выполняют следующим образом:

- замечают и запоминают показание манометра в рабочем положении;
- медленным поворотом пробки трехходового крана манометр отключается от котла и соединяется с атмосферой; при этом стрелка должна быстро, но плавно вернуться к нулю;
- поворотом пробки трехходового крана манометр снова соединяется с котлом; при этом стрелка должна быстро и плавно вернуться в прежнее положение.

Браковка манометра:

- при проверке манометра-стрелка на ноль не становится;
- запотевают шкала и стекло манометра (пропускает трубчатая пружина);
- течь в соединениях трехходового крана с сифонной трубкой или с манометром;
- отсутствует клеймо госповерки манометра или сроки просрочены;
- отсутствует красная черта на шкале манометра;
- если разбито стекло, имеются другие повреждения манометра.

Манометр должен проверяться:

- один раз в год органами госповерки;
- один раз в полгода с помощью трехходового крана и контрольного манометра лицом, ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов;
- один раз в смену машинистом котельной.
-

1 атм = 10 м.вод.ст. = 760 мм рт.ст. = 1 кгс/см² = 0,1 МПа

1 МПа = 10 кгс/см²; 1 мм вод. ст. = 10 Па; 1 мм рт. ст. = 13,6 мм вод. ст. = 133,3 Па.

На каждом котле должна быть прикреплена паспортная табличка 300*200мм с указанием:

- регистрационный номер (номер);
- разрешенное рабочее давление;
- дата (год, месяц) следующего внутреннего осмотра и гидравлического испытания.

Температура – характеризует тепловое состояние тела, степень его нагретости.

Термометры – Устанавливаются на трубопроводах горячей и обратной воды. На горячей линии термометр монтируют между котлом и запорным устройством. На выходе из котла температура воды не должна превышать 90 – 95°C.

Давление – это отношение силы F к площади, на которую он действует (кгс/см^2)

P абсолют. = P атмосфер. + P избыточ.

СЖИГАНИЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

В слоевых топках имеются опорные поверхности - колосниковые решетки, на которые ручным или механическим способом подают топливо для сжигания. Воздух для горения поступает через зазоры колосников.

Характеристикой ручных колосниковых решеток является **живое сечение**, которое выражается отношением имеющихся на решетке отверстий ко всей площади решетки. Величина этого сечения, определяя пропуск воздуха, необходимого для горения, должна соответствовать конструкции топки и виду топлива, сжигание которого предусмотрено. Размеры колосников и зазоры между ними также имеют значение для правильного режима работы топки.

Чтобы воздух беспрепятственно поступал к факелу, преодолевая сопротивление толщины слоя топлива и шлаковой подушки в нижней его части, необходимо поддерживать в топке соответствующее **разрежение**, создаваемое естественной тягой газов через дымовую трубу или принудительным отсасыванием дымососом.

Воздух также может поступать в топку под давлением, создаваемым дутьевым вентилятором.

Во избежание повреждения котла топку надо разжигать постепенно, на медленном огне. Загружать топливо следует небольшими, желательными равномерными порциями и в равные отрезки времени, по мере прогорания топлива. Толщина слоя топлива должна соответствовать его марке.

Для предотвращения попадания в топку лишнего воздуха загрузочные топочные дверцы должны быть всегда закрыты, а при забрасывании топлива следует как можно меньше держать их открытыми.

Регулировать работу топки следует с помощью тяги или дутья, но не частым забрасыванием топлива или увеличением его порций.

Присутствие золы в топливе, из которой впоследствии образуется шлак, значительно нарушает процесс горения. Чтобы его восстановить, необходимо через определенные промежутки времени чистить топку.

При наличии дутьевых устройств периоды между чистками удлиняются, т.к. принудительное дутье способствует замедлению нарастания шлакового слоя. Перед чисткой следует закрыть поддувальные дверцы или отключить дутье. После этого горячий слой топлива сгребают на одну из сторон колосниковой решетки, а оголившуюся часть очищают от шлака и удаляют его.

Затем на чистую поверхность решетки сгребают горящее топливо с другой половины и повторяют чистку. Затем слой горящего топлива равномерно разравнивают по всей колосниковой решетке, открывают поддувало или включают тягу, забрасывают свежее топливо и восстанавливают рабочий режим.

Однако после чистки в течение 20 – 40 мин не следует форсировать горение. Это время необходимо для накопления шлака и образования шлаковой подушки (в разумных пределах), которая нужна для предотвращения перегрева и коробления колосников от действия высокой температуры.

Создание шлаковой подушки особенно важно при сжигании антрацита, выделяющего при горении много тепла.

Колосники могут также перегорать от недостаточного поступления воздуха через них, т.к. в этом случае они не будут в достаточной мере охлаждаться даже при невысокой температуре горения топлива.

О правильном ведении режима горения судят по цвету пламени. Оно должно быть светло-соломенного цвета, равномерное по высоте и без слепающе-белых или потемневших (заваленных) мест.

Последние характеризуются появлением на них голубых огоньков, указывающих на химический недожог, что является следствием поступлением недостаточного количества воздуха.

Более тонкие слои топлива подвержены так называемым **прогарам**, т.к. в эти места из-за меньшего сопротивления поступает большее количества воздуха. Поэтому надо стремиться чтобы толщина слоя топлива по всему полотну колосниковой решетки была одинаковой.

Устранять прогары рекомендуется заполнением их небольшими порциями свежего топлива, но ни в коем случае нельзя их заваливать.

При этом не следует допускать подрезки нижних слоев топлива, т.к. шуровка путем вскрытия нижних слоев ведет к недожогам и механическим потерям топлива.

Топливо расходуется намного больше, если поверхность нагрева котла загрязнена накипью, золой или шламом. Все эти отложения необходимо постоянно удалять в процессе работы котлов и при их ремонте.

КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК.

Котельными установками называются – комплекс оборудования, предназначенного для превращения химической энергии топлива в тепловую с целью получения горячей воды или пара заданных параметров.

По роду производимого теплоносителя различают котельные с паровыми или водогрейными котлами.

В зависимости от назначения различают следующие котельные установки:

- **отопительные**, вырабатывающие тепло для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий, а также для промышленных и коммунальных предприятий;
- **отопительно-производственные**, вырабатывающие тепло для отопления и горячего водоснабжения, а также для технологических целей;
- **производственные**, вырабатывающие тепло только для технологических целей.

При определении расчетной теплопроизводительности учитываются потери тепла тепловыми сетями и расходы тепла на собственные нужды котельной.

Под теплопроизводительностью котла понимают количество теплоты, вырабатываемое им в единицу времени. (Гкал/час). $1\text{МВт} = 0,86\text{ Гкал}$.

Мощность котла обычно выражают паропроизводительностью, т.е кол-во тонн пара в час

В зависимости от размещения промышленные и отопительные котельные разделяются на отдельно стоящие, пристроенные к зданиям другого назначения и встроенные в такие здания.

В отопительных и отопительно-производственных котельных применяются как паровые, так и водогрейные котлы.

Котельная установка состоит из котельного агрегата, вспомогательных механизмов и устройств.

Котельный агрегат включает:

- топочное устройство;
- трубную систему с барабанами;
- пароперегреватель;
- водяной экономайзер;
- воздухоподогреватель;
- каркас с лестницами и помостами;
- обмуровка, газоходы и арматура.

К вспомогательным механизмам и устройствам относят:

- дымососы и дутьевые вентиляторы;
- питательные установки;
- водоподготовительная установка;
- пылеприготовительные установки;
- система топливоподачи;
- система золоулавливания (при сжигании твердого топлива);
- мазутное хозяйство (при сжигании жидкого топлива);
- контрольно-измерительные приборы и автоматы.

В процессе получения горячей воды или пара для отопления, производственно-технических и технологических целей служат:

- вода (как рабочее тело);
- топливо;
- воздух.

Паровой котел – устройство, имеющее топку, обогреваемое продуктами сжигаемого в ней топлива и предназначенное для получения пара с давлением выше атмосферного, используемого вне самого устройства.

Водогрейный котел – устройство, имеющее топку, обогреваемое продуктами сжигаемого в ней топлива и предназначенное для нагревания воды, находящейся под давлением выше атмосферного и используемой в качестве теплоносителя вне самого устройства.

Паровые котлы по принципу движения потоков теплоносителя подразделяются:

- котлы с естественной циркуляцией (барабанные);

- котлы с принудительной циркуляцией.

Паровые котлы с естественной циркуляцией можно разделить на три основные группы:

- **вертикально - водотрубные** - где вертикальное расположение кипяtilьных труб, вода движется внутри трубы, а дымовые газы - снаружи;
- **вертикально – цилиндрические** - представляет сочетание конструкции жаротрубных котлов с водотрубными;
- **газотрубные – с дымогарными и жаровыми трубами** - где дымовые газы движутся внутри труб, омываемых снаружи водой. Эти котлы обладают большим водяным объемом (для бань, прачечных). В настоящее время не применяются.

Водогрейные котлы характеризуются по их теплопроизводительности (МВт, Гкал/час), температуре, давлению горячей воды, а также по роду металла, из которого он изготовлен.

Поверхность нагрева – часть стенок котла, которая с одной стороны омывается водой, а с другой обогревается пламенем или продуктами сгорания топлива. (м²)

ВОДА И ВОДОПОДГОТОВКА

Общие требования.

Все паровые котлы с естественной и принудительной циркуляцией паропроизводительностью 0,7 т/час и более, все паровые прямоточные котлы независимо от паропроизводительности, а также все водогрейные котлы должны быть оборудованы установками для докотловой обработки воды.

Требования к качеству питательной воды.

Надежная и экономичная работа котельной установки в значительной степени зависит от качества воды, применяемой для питания котлов.

Источниками водоснабжения для питания котлов могут служить пруды, реки, озера, а также грунтовые или артезианские воды, городской водопровод.

Вода в природе не бывает химически чистой, а имеет примеси, состоящие из глины, песка, мелких водорослей, ила и других частиц во взвешенном состоянии. Эти примеси в воде не растворяются и оседают в котле в виде ила или шлама.

Кроме того, вода содержит растворенные газы и соли. Соли при кипении и испарении воды осаждаются на стенки котла, образуя плотный осадок, называемый **накипью**.

Наличие указанных примесей в питательной воде неблагоприятно сказывается на работе и состоянии котлов. Чтобы обеспечить чистоту поверхности нагрева, необходимо вести эксплуатацию котла по водному режиму под контролем химической лаборатории предприятия.

Основным показателем, характеризующим качество питательной воды, является **жесткость**.

Она бывает временная, постоянная и общая.

Временная, или карбонатная, жесткость характеризуется содержанием в воде двууглекислых солей кальция и магния (бикарбонатов), которые выделяют при нагревании осадки в виде углекислых солей.

Постоянная, или некарбонатная, жесткость обуславливается всеми остальными солями кальция, магния и солями кремниевой кислоты, хлоридами и сульфатами, которые не выделяются в осадок при кипячении воды, а остаются в ней в растворенном виде. По мере непрерывного увеличения этих примесей, вода полностью насыщается ими, и они, выделяясь из воды, также отлагаются на стенках труб котла в виде накипи.

Особо прочной и малотеплопроводной является силикатная накипь, образованная из солей кремниевой кислоты.

Общая жесткость воды характеризуется наличием всех растворенных в воде солей временной и постоянной жесткости.

Жесткость воды измеряют в миллиграмм – эквивалентах или микрограмм – эквивалентах на 1 литр воды (мг-экв/л или мкг-экв/л). 1 мг-экв/л = 1000 мкг-экв/л.

Природные воды делятся на две группы: **щелочные и нещелочные**.

Вода, содержащая растворенные соли кальция и магния, является нещелочной («жесткой»).

Если вода не содержит таких солей, то она щелочная («мягкая»).

Накипь обладает большой твердостью и плотностью. Она плохой проводник тепла. В зависимости от характера отложений значительно хуже проводит теплоту, чем сталь (примерно в 50 раз), а сажа еще хуже, чем накипь – в несколько сотен раз. Отложение накипи на поверхности нагрева котлов может привести к перегреву металла и снижению его прочности (прогар), а также пережогу топлива: чем больше толщина слоя накипи, тем больше перерасход топлива (1мм – 2%; 3мм – 5%; 5мм – 8%).

Растворенный в воде кислород (газы) – главный источник коррозии, вызывающий неполадки в работе котлов, тепловых сетей. Для обеспечения нормальной работы котлов содержание растворенного кислорода в питательной воде должно быть не более 0,03 – 0,1 мг/л.

Подготовка воды для питания котлов.

Водоподготовка должна обеспечить осветление воды и удаление из неё взвешенных веществ, умягчение её (снижение щелочности и соленосодержания), а также удаление растворенных газов, в том числе кислорода и двуокиси углерода.

Существуют следующие способы обработки воды до её поступления в котел:

1. Удаление взвешенных веществ при фильтрации воды в фильтрах (грубая очистка).

Фильтрующим материалом служит дробленый гравий, кварцевый песок, мраморная крошка.

Фильтр представляет собой металлический бак, в котором слой гравия чередуется со слоями кварцевого песка и снабжен дренажным устройством. После прогонки воды через кварцевый фильтр она поступает в катионитовый фильтр.

2. Катионитовый способ умягчения воды (катионитовый фильтр).

Сущность работы установки с такими фильтрами основана на ионном обмене солей кальция и магния на соли натрия, не отлагающие накипь в котле.

В фильтры для осуществления реакции обмена закладывают синтетические смолы, глауконит и сульфоуголь. Способность фильтра к обмену сохраняется около 16 часов, после чего жесткость воды возрастает. Чтобы этого не происходило, проводят регенерацию – восстановление обменной способности сульфоугля путем взрыхления обратным током воды и пропусканием через него 6 – 8%-ного раствора поваренной соли, который приготавливается в солерастворителе.

При этом процессе катиониты натрия поваренной соли замещают в сульфоугле соли кальция и магния, раствор которых отводится в канализацию.

3. Применяется безреагентный способ докотловой обработки воды – **электромагнитный**.

Находящиеся в воде соли магния и кальция, пересекая электромагнитные силовые линии фильтра, теряют способность растворяться, поэтому накипь на стенках труб котла не откладывается, а выпадает в осадок в виде шлама.

4. Известно, что в питательной воде содержится растворенный из воздуха кислород, углекислота и некоторые другие газы, вызывающие коррозию металла.

Для уменьшения их содержания до допустимых пределов организуют **деаэрацию воды**.

Для котлов малой производительности широко применяют атмосферные деаэраторы смешивающего типа. Через кольцевое распределительное устройство (9) деаэратора, расположенное в верхней части колонки (10), вода поступает в дырчатые тарелки (4,5), расположенные под этим устройством, и стекает струйками, образуя дождевую завесу.

Греющий пар поступает через распределитель (11) навстречу падающему потоку воды. В процессе подогрева до температуры кипения (104 – 106°C) из воды выделяются газы, а также происходит конденсация пара.

Образовавшаяся парогазовая смесь (выпар) отводится в охладитель выпара (8), откуда газы удаляются в атмосферу, конденсат – обратно в колонку деаэратора или в дренаж.

Освобожденная от кислорода и подогретая вода накапливается в сборном баке (1), расположенном под колонкой деаэратора, откуда расходуется для питания котлов.

Существует внутрикотловая обработка воды. Для ее организации необходимо знать качество воды и в зависимости от содержания солей и примесей добавлять щелочные осадительные реагенты (антинакипины): каустическую соду, кальцинированную соду и тринатрий-фосфат.

Хим.лаборатория устанавливает дозировку в граммах на тонну воды. Шлам, образовавшийся в результате применения реагентов, удаляют регулярными продувками котла.

ПОДГОТОВКА КОТЛА К РАСТОПКЕ

Подготовка к растопке и растопка производится только по распоряжению начальника котельной с записью в вахтенном журнале с указанием продолжительности заполнения котла водой, ее температуры и продолжительности растопки котла.

В процессе подготовки машинист котельной (оператор) обязан:

- заготовить слесарный инструмент, необходимые материалы. Убедиться в том, что топливо и питательная вода имеются в достаточном количестве.
- произвести осмотр котла и убедиться в отсутствии опасных повреждений, а также в хорошей очистке и отсутствии в котле людей и посторонних предметов. После осмотра закрыть лазы и люки.

- осмотреть состояние обмуровки и футеровки, убедиться в исправности гарнитуры котла, а также хорошей очистке поверхности нагрева и газоходов. Проверить правильность открытия и закрытия заслонок и шиберов в газоходах.
- убедиться, что сняты заглушки перед и после предохранительных клапанов и заглушки, отсоединяющие котел от общих трубопроводов (паропроводы, мазутопроводы, питательные, спускные и продувочные линии).
- проверить исправность форсунок, запорных и регулирующих устройств у котлов.
- заполнить котел питательной водой до **отметки низшего уровня**, при этом необходимо убедиться в исправности и правильном положении арматуры, открыть воздушный кран (воздушник), если он имеется или один из предохранительных клапанов для выпуска воздуха.
- проверить исправность КИПиА и устройств автоматического регулирования, питательных устройств, дымососов и вентиляторов, а также наличие естественной тяги.
- проверить набивку сальников, наличие смазки насосов и тягодутьевых устройств.

- Перед растопкой котла, работающего на жидком топливе, температура топлива должна быть доведена до величины, установленной в инструкции по монтажу и эксплуатации котла. Паровая линия к форсункам должна быть прогрета (освобождена от конденсата).

Нельзя заполнять котел водой при температуре обмуровки ниже 0°C. Заполнять котел водой следует постепенно.

- После заполнения котла водой необходимо закрыть питательный вентиль и наблюдать за уровнем воды в стекле: не падает ли он. Если падает, то найти место утечки и устранить.

- Перед растопкой котла должна быть произведена вентиляция топки и газоходов в течение 10 – 15 мин.(в зависимости от конструкции котла) путем открытия дверец топки, поддувала, шиберов для регулирования подачи воздуха, заслонок естественной тяги, а при наличии дымососа и дутьевого вентилятора – путем их включения.

- Непосредственно перед растопкой котла ещё раз следует проверить правильность открытия и закрытия вентилялей, задвижек, шиберов.

Должны быть открыты: вентили и задвижки перед питательным насосом, вентиль между котлом и обратным клапаном. Один из ПК котла должен быть приподнят и подклинен для выпуска воздуха из котла во время заполнения его водой.

Должны быть закрыты: задвижка на выходном (напорном) патрубке питательного насоса, спускные и дренажные вентили (задвижки, краны) котла, главный парозапорный орган котла.

РАСТОПКА КОТЛА

1. Растопка котла должна производиться в течение времени, установленного администрацией предприятия (производственной инструкцией) при:

- слабом огне;
- уменьшенной тяге;
- закрытом паровом вентиле;
- открытом (подклиненном) предохранительном клапане или воздушнике для выпуска воздуха.

2. Прежде, чем растопить котел, работающий на твердом топливе, его надо подготовить к растопке:

- обязательно проверить наличие воды в котле по водоуказательным стеклам, а там, где имеются водопробные краны, и по водопробным кранам. Вода в котле должна быть **не ниже низшего уровня**.
- Провентилировать топку и газоходы в течение 10 – 15 мин при естественной тяге и 3 – 5 мин – при искусственной.

3. Выполнив все мероприятия по подготовке котла к растопке со слоевой топкой, забросить слой крупного угля размером кусков 60-90 мм и при малом открытии поддувала разжечь уголь горящим углем, взятым из топки работающего котла, или сухими дровами.

По мере разгорания угля усилить тягу путем увеличения открытия шиберов и поддувал, а в топку забрасывать уже не крупный, а рядовой уголь. После того как уголь хорошо разгорится, закрыть дверцы поддувал и включить дутье.

4. Пока давление пара в котле не превысило 0,1 МПа, следует проверить исправность действия ПК, манометра и водоуказательных приборов. Проверить, не пропускают ли обратные клапана, а также продувочные и спускные вентили.

Подняв давление пара до 0,3 МПа, еще раз проверить исправность арматуры котла, плотность люков и лазов. Убедившись, что арматура исправна, люки и лазы не парят и плотно подтянуты, можно постепенно повышать давление пара в котле до рабочего путем увеличения интенсивности горения в топке.

5. Применение при растопке котла, работающего на твердом топливе, легковоспламеняющихся материалов (бензин, керосин и др.) не допускается.

6. В начале парообразования в котле, что будет видно по выходу пара из открытого ПК или воздушника, необходимо привести в нормальное рабочее состояние ПК, закрыть воздушник. Затем увеличить тягу, усилить горение в топке, проверить исправное действие арматуры, продуть водоуказательные приборы и следить за уровнем воды в котле, проверить исправность действия манометра и следить за показаниями его стрелки.

7. Продувка водоуказательных приборов и проверка исправности действия манометра должны быть произведены при давлении в котле 0,5-1,0 кгс/см², а также перед включением котла в паровую магистраль.

8. Растопку котла ведут до момента достижения в котле предельно-допустимого разрешенного рабочего давления, т.е. достижения стрелкой манометра **красной черты**.

- Затем котел подготавливают для включения в общую паровую магистраль.

Время начала и окончания растопки котла записывается в сменный (вахтенный) журнал.

При мазутном топливе перед зажиганием форсунок необходимо:

- проверить наличие мазута в расходном баке и достаточность подогрева его до температуры 75 – 80°С;
- спустить из бака отстоявшуюся воду;
- удалить из топки случайно попавший туда мазут;
- проверить чистоту паровых форсунок и фильтров, в случае необходимости их прочистить, проверить правильность сборки форсунок (центровка, паровая щель: 0,5 – 1 мм и т.д.). Избыточное давление распыливающего пара перед форсункой должно составлять 2 – 3,5 кгс/см²;
- проверить правильность сборки механических мазутных форсунок; прочистить форсунки и фильтры;
- провентилировать топку и газоходы котла, для чего открыть на 10 – 15 мин шибер за котлом, поддувало.

При паровом распылении мазута следует продуть и прогреть форсунки, для чего открыть паровой вентиль и спустить весь конденсат, скопившийся в ней.

Для зажигания форсунки в топку вводят горящий растопочный факел, предварительно немного открыв паровой вентиль форсунки, причем зажженный факел должен быть подведен под струю пара.

Постепенно и осторожно открывают регулирующий мазутный вентиль и подают мазут в топку. После воспламенения мазута следует, изменяя подачу мазута, пара и воздуха, отрегулировать горение, не допуская темной окраски выходящего из трубы дыма. При наличии нескольких форсунок зажигают их последовательно (одну за другой).

- При механическом распылении мазута, необходимо после внесения в топку горящего растопочного факела или включения автоматики розжига, приоткрыть воздушный шибер и, медленно открывая вентиль, подать мазут в топку. После того как мазут загорится, отрегулировать горение.

- Растопочный факел следует удалять из топки лишь тогда, когда горение станет устойчивым. Если мазут не загорелся, нужно:

- немедленно прекратить подачу его в форсунку;
- убрать из топки растопочный факел;
- провентилировать топку, газоходы и воздухопроводы в течение 10 – 15 мин;
- установить причину незагорания топлива и устранить её.

Только после этого можно снова приступить к зажиганию форсунки.

Если при растопке погаснут все работающие форсунки, следует:

- немедленно прекратить подачу в них топлива;
- убрать из топки ручные растопочные факелы;
- провентилировать топку, дымоходы и воздухопроводы в течение 10 – 15 мин при работающем дымососе и вентиляторе.

Только после этого можно снова зажигать форсунки.

Если погаснет часть работающих форсунок, то следует немедленно прекратить подачу мазута в эти форсунки и затем снова зажечь их при помощи ручного горящего факела.

- Разжигая форсунки, не следует стоять против отверстия гляделок (растопочных люков), чтобы не пострадать от случайного выброса пламени.

- Запрещается:

- разжигать погасшую форсунку без предварительной вентиляции топки, газоходов;
- зажигать факел форсунки от соседней раскаленной кладки (без растопочного горящего факела);
- эксплуатация жаротрубных котлов при выключенной форсунке одной из жаровых труб.

- При растопке котла следует обеспечить равномерный прогрев его частей и заблаговременно включить устройство для подогрева воды в нижнем барабане котла.

Для равномерного нагрева футеровки и обмуровки котла и предупреждения их от преждевременного разрушения рекомендуется работать на малой нагрузке топки в течение 30 – 40 мин.

- При растопке необходимо вести контроль за перемещением элементов котла при тепловом расширении по установленным индикаторам (реперам).

ВКЛЮЧЕНИЕ КОТЛА В РАБОТУ

Включение котлов в работу подразделяется на :

- включение в работу котлов, содержащихся в горячем резерве (работа в одну или в две смены);
- включение в работу котлов после установки их на новом месте после монтажных работ;
- включение в работу котла после ремонта с применением сварки;
- включение котла в работу после консервации.

1. Перед включением котла в работу должны быть произведены:

- продувка котла;
- проверка исправности ПК, манометра, водоуказательных приборов и питательных устройств;
- проверка и включение автоматики безопасности, сигнализаторов уровней воды;

если хотя бы один из выше перечисленных приборов не исправен, то пуск в работу котлов запрещен.

2. При включении котла в находящийся в работе паропровод – давление в котле должно быть **равно или несколько ниже – не более 0,5 кгс/см² – давления в паропроводе**, при этом горение в топке следует уменьшить.

Если при этом в паропроводе будут возникать толчки или гидравлические удары, необходимо немедленно приостановить включение котла (закрыть главный парозапорный орган) и увеличить продувку паропровода.

3. После включения котла в действующий паропровод ещё раз проверяется исправность арматуры и уровень воды в котле.

4. Включение котла в паропровод, находящийся в нерабочем состоянии (после монтажа, ремонта, консервации и т.п.), должно производиться медленно, после тщательного прогрева и продувки паропровода.

Прогрев паропровода производят для того, чтобы произошло отпаривание от внутренних стенок труб прилипших загрязнений, а также для прогрева стенок паропровода во избежание чрезмерной конденсации пара.

5. При пуске пара в холодный участок паропровода открывают дренажную арматуру, включают приборы для спуска воды (конденсатоотводчики) и прогревают указанный участок паропровода. Для этого при ослабленном горении в топке медленно и осторожно открывают парозапорный вентиль котла на 1/8 оборота (должен быть слышен шум пара), по прекращении шума вентиль открывают ещё на 1/8 оборота и т.д. до полного открытия.

6. При прогреве необходимо следить за исправностью паропровода, компенсаторов, опор и подвесок, а также за равномерным расширением (удлинением) паропровода. При возникновении вибрации или гидроударов необходимо приостановить прогрев до устранения дефектов.

7. В процессе прогрева производится продувка всех дренажных точек для спуска накопившегося в паропроводе конденсата.

8. Начинать продувку следует только после окончания прогрева паропроводов, когда давление в них доведено до величины, равной рабочему давлению в котле.

Продувка паропроводов паром производится в течение 15 – 20 мин, начиная с момента открытия главного парозапорного органа на котле до его полного закрытия.

9. Во время продувки следует тщательно вести наблюдение за поведением паропроводов, арматуры, за состоянием сварных швов, фланцевых соединений и всех опорных конструкций. Все обнаруженные дефекты должны быть устранены после окончания продувки.

10. Время включения котла и паропроводов в работу должно записываться в сменном (вахтенном) журнале.

РАБОТА КОТЛА

1. Во время дежурства персонал котельной должен следить за исправностью котла и всего оборудования котельной и строго соблюдать установленный режим работы.

2. Выявленные в процессе работы оборудования неисправности нужно записывать в сменный журнал. Персонал должен принимать немедленные меры к устранению неисправностей, угрожающих безопасной и безаварийной работе оборудования.

3. Особое внимание во время работы следует обращать на:

- режим работы топек;
- поддержание нормального уровня воды в котле и равномерное питание его водой;

- при этом нельзя допускать, чтобы уровень воды опускался ниже допустимого уровня или поднимался выше допустимого высшего уровня;
- поддержание нормального давления пара и питательной воды;
- предохранительные клапаны и их обслуживание;
- тягодутьевые установки;
- продувку котла;
- нормальную работу форсунок.

Обслуживание топок со слоевым сжиганием твердого топлива:

Твердое топливо сжигается слоем на колосниковой решетке топки – слоевой способ сжигания.

1. Ручные топки применяются лишь в малых и средних котельных установках. Недостатком этих топок является:

- неравномерность процесса горения топлива;
- необходимость умелой и напряженной работы кочегара при заброске топлива, ведении процесса горения и при чистке колосников.

2. Забрасывание твердого топлива на колосниковую решетку следует производить небольшими порциями, как можно быстрее, не оставляя долго открытыми топочные дверцы во избежание сильного охлаждения топки и увеличения потерь тепла от химической неполноты сгорания и с уходящими газами.

3. С этой же целью при заброске топлива следует уменьшить тягу, прикрывая дымовую заслонку (шибер).

4. Частота забросок и количество забрасываемого топлива зависит от нагрузки котла, рода топлива и размеров его кусков.

5. Высота слоя топлива на колосниках поддерживается в зависимости от сорта и качества топлива. При увеличении нагрузки котла необходимо сначала увеличить тягу, затем прибавить дутье.

6. При снижении нагрузки котла – сначала уменьшить дутье, а затем тягу.

7. Дверцы топок в период между забрасыванием топлива и шуровкой - заперты на щеколды.

8. Наиболее распространенный способ заброски топлива в топку – заброска топлива «врассев» равномерно по всей колосниковой решетке. Пригоден для любых углей, в т.ч. и для тощих. Этот способ дает наиболее благоприятные результаты при вертикальном отводе газов.

9. Правильное и экономичное горение угля (полное горение) видно по соломенно-желтому цвету пламени и по серому дымку, выходящему из трубы. Если горение неполное, то дым черный, а в пламени появляются темные языки.

Во время работы нельзя допускать прогаров, заметных по более яркому цвету слоя, и зашлакований, вызывающих потемнение слоя. При чрезмерном избытке воздуха дым пропадает, пламя делается ослепительно ярким.

Подачу воздуха следует регулировать дутьем и тягой, руководствуясь при этом указанными выше признаками, или по показаниям приборов – газоанализатора и тягомеров.

Наивыгоднейшее содержание CO₂ в отходящих газах устанавливается по результатам пусконаладочных работ.

ОСТАНОВКА КОТЛА

1. Остановка котла во всех случаях, за исключением аварийной остановки, должна производиться только **по письменному распоряжению** администрации.

Ответственное лицо за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котла перед его остановкой должен:

- сделать в сменном журнале запись об остановке котла с указанием даты и времени (часы, минуты) и расписаться;
- в случае необходимости провести инструктаж по безопасному ведению работ с персоналом, которому предстоит провести остановку котла, так и с персоналом, обслуживающим рядом работающие котлы.

2. Остановка котла бывает:

- кратковременная (работа котла в одну-две смены);
- продолжительная (вывод котла на очистку, ремонт или консервацию).

3. При кратковременной остановке работы котла следует принять меры к тому, чтобы за время перерыва давление пара не поднялось выше разрешенного рабочего. Для этого:

- заранее прекращают подачу топлива в топку;
- прикрывают шибер и дверцы зольника (или останавливают дутье);
- подкачивают воду в котел до наивысшего уровня;
- закрывают парозапорный вентиль;
- продолжают следить за уровнем воды, давлением пара, за общим состоянием котла и топки;

Запрещается оставлять котел без постоянного наблюдения со стороны обслуживающего персонала после его остановки до снижения давления в нем до атмосферного.

4. Перед проведением продолжительной остановки котла следует очистить (произвести обдувку) поверхности нагрева котла, газоходов от золы и сажи, т.к. они замедляют остывание котла.

5. При продолжительной остановке работы котла должна быть выполнена следующая работа:

- понижается интенсивность горения топлива в топке котла вплоть до прекращения подачи топлива;
- при сниженной циркуляции воды производится продувка котла с целью наибольшего удаления из него шлама;
- ведется непрерывное наблюдение по приборам за уровнем воды в котле, за снижением давления пара, за температурой воды на выходе из котла;
- прекращается подача топлива в топку котла;
- производится отключение котла от паропроводов, питательных, продувочных, дренажных и спускных трубопроводов с установкой заглушек на них, а также отсоединение котла от бора котельной;
- расхолаживание котла и спуск воды из него.

6. **При остановке котла, работающего на твердом топливе**, следует:

- заранее прекратить подачу топлива в топку и дожечь при уменьшенных дутье и тяге остатки топлива, находящегося в топке. Запрещается тушить горящее топливо, засыпая его свежим топливом или заливая водой, за исключением аварийных случаев;
- прекратить дутье и уменьшить тягу;
- очистить топку, зольники от шлака и золы;
- прекратить тягу, закрыв дымовую заслонку (шибер), топочные и поддувальные дверцы.

7. **При остановке котла, работающего на жидком топливе**, следует:

- закрыть подачу топлива в мазутную форсунку;
- прекратить подачу пара или воздуха;
- последовательно выключать форсунки (если их несколько), уменьшая дутье и тягу;
- вывести форсунки из топки и установить их в нерабочее положение;
- провентилировать топку и газоходы котла, после чего закрыть дутье и тягу (остановить дутьевой вентилятор и дымосос, закрыть шиберы и заслонки).

8. После прекращения горения топлива и прекращения отбора пара следят по водоуказательным приборам за уровнем воды в котле, а по манометру – за давлением пара, затем отключают котел от отводящего паропровода путем закрытия главного парозапорного вентиля.

Если после отключения котла от паропровода давления пара в котле повышается – разрешается произвести небольшую продувку котла и пополнения его водой до уровня выше среднего (3/4 водоуказательного стекла).

9. **Расхолаживание котла** и спуск воды из него производятся в порядке, установленном производственной инструкцией. Спуск воды из котла следует производить тогда, когда температура воды в котле понизится до 40 – 60°C, т.к. опорожнение неостывшего котла вызывает большие внутренние напряжения в металле и может привести к нарушению герметичности вальцовочных и других соединений. Спуск воды производится медленно при открытом (подклиненном) ПК или открытом воздушнике для впуска воздуха в котел.

10. При необходимости выполнения каких-либо работ внутри котла, газоходах и т.д. котел должен быть отделен от всех действующих трубопроводов заглушками или отсоединен; отсоединенные трубопроводы также должны быть заглушены.

Толщина применяемых для отключения котла заглушек должна быть определена расчетом на прочность и иметь **выступающую часть (хвостовик)**, по которой и определяется наличие поставленной заглушки.

КОНСЕРВАЦИЯ КОТЛОВ:

В целях предохранения остановленного на длительное время котла от разъеданий, производят его консервацию в соответствии с указаниями инструкции по монтажу и эксплуатации котла.

При отсутствии таких указаний котел консервируют одним из следующих способов:

- «мокрый» - после очистки котел заполняют химически очищенной водой до самой верхней точки и подогревают её до кипения для удаления воздуха; после этого плотно закрывают котел. Этот способ применяют в тех случаях, когда вода в котле не может замерзнуть;
- «сухой» - после очистки ставят в котел противни с негашеной известью, хлористым кальцием, едким натрием, силикагелем и тому подобными веществами, поглощающими влагу, и плотно закрывают котел.

АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА КОТЛА

1. Обслуживающий персонал обязан в аварийных случаях немедленно остановить котел и сообщить о случившемся руководителю котельной (ответственному за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котла в следующих случаях:

- перестало действовать более 50% ПК;
- давление поднялось выше предельно-допустимого разрешенного более чем на 10% и продолжает расти, несмотря на принятые меры (прекращение подачи топлива, уменьшение тяги и дутья, усиленное питание котла водой);
- произошел **упуск воды** из котла (ниже нижней кромки водоуказательного стекла); подпитка котла водой при этом категорически запрещается во избежание возможного взрыва котла и последующих разрушений;
- уровень воды быстро снижается, несмотря на усиленное питание котла водой;
- уровень воды поднялся выше верхней точки водоуказательного стекла (или выше верхнего водопробного крана), а продувкой котла не удается быстро его снизить;
- перестали действовать все водоуказательные приборы;
- перестали действовать все питательные устройства;
- если в основных элементах котла (барабан, коллектор, трубы поверхности нагрева котла и т.п.) обнаружены трещины, выпучины, разрывы труб, пропуски в сварных швах;
- расплавлена контрольная пробка котла;
- прекращена подача эл.энергии;
- если повреждены футеровка и обмуровка котла с угрозой обвала их при накаливании докрасна элементов котла, его каркаса или обшивки;
- произошло возгорание сажи и частиц топлива, осевших в газоходах и хвостовой части котлоагрегата;
- появились существенные ненормальности в работе котла или неисправности, опасные для котла и обслуживающего персонала (вибрация, стук, шум, взрывы в газоходах, повреждения арматуры и т.п.).
- при возникновении пожара в котельной, угрожающего обслуживающему персоналу или котлу.

2. При аварийной остановке котла необходимо:

- прекратить подачу топлива и воздуха, резко ослабить тягу;
- как можно быстрее удалить горящее топливо из топки; в исключительных случаях, при невозможности сделать это, горящее топливо залить водой, наблюдая за тем, чтобы струя воды не попадала на стенки котла и обмуровки и находиться в стороне от топочной дверцы;
- после прекращения горения в топке открыть на некоторое время дымовую заслонку, а в ручных топках – топочные дверцы;
- отключить котел от главного паропровода;
- выпускать пар через приподнятые ПК.

3. Порядок аварийной остановки котла должен быть указан в производственной инструкции

Причины и время аварийной остановки котла должны быть записаны в сменном журнале.

ОХРАНА ТРУДА

при эксплуатации котельных установок.

1. Инструктажи по безопасности труда.

Инструктажи подразделяются:

1.1. Вводный инструктаж -

проводят со всеми вновь принимаемыми на работу, временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на практику.

- проводит инженер по охране труда по программе с учетом требований ССБТ, норм, правил и инструкций по ОТ и т.д.

- проводится в кабинете ОТ с использованием технических средств обучения и наглядных пособий и т.д.

- после проведения инструктажа делается запись в журнале вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

1.2. Первичный инструктаж на рабочем месте.

- проводится по программе, разработанной и утвержденной руководителем предприятия с учетом требований ССБТ, норм, правил и инструкций по ОТ, производственных инструкций и др.

- проводится строго индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда.

1.3. Повторный инструктаж.

- проходят все работающие не реже одного раза в 6 мес.
- в целях повышения качества инструктажа допускается сокращение периодичности до одного месяца с проведением его по отдельным темам полной программы при условии, что каждая тема и полный объем инструктажа будут повторяться не реже одного раза в 6 мес.
- проводится индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование, и в пределах общего рабочего места.

1.4. Внеплановый инструктаж проводится:

- при введении новых или переработанных норм и правил, инструкций по ОТ, а также изменений к ним;
 - при изменении технологического оборудования, замена и модернизация оборудования, приспособлений и инструмента и др. факторов, влияющих на безопасность труда;
 - при нарушении работником требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, пожару и т.д.
 - при перерывах в работе более 30 дней;
 - по требованию органов гос.надзора.
- Проводится индивидуально или с группой работников одной профессии.
- Объем и содержание определяется в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших его проведение.
- первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый проводит непосредственный руководитель работника (мастер и т.д.)
- делается запись в журнале инструктажа на рабочем месте с подписью обеих сторон. Указывается причина, вызвавшая его проведение.

1.5. Целевой инструктаж проводят:

- при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности;
 - при ликвидации последствий аварий, катастроф и т.д;
 - при производстве работ по наряду-допуску, распоряжению;
 - при проведении экскурсии в организации.
- Целевой инструктаж проводит:
- лицо, выдающее задание на производство работ;
 - допускающий и производитель работ членам бригады на рабочем месте.

Противоаварийные и противопожарные тренировки

- 1.Проводятся с целью повышения уровня знаний, способности персонала самостоятельно, быстро и технически грамотно ориентироваться в аварийных ситуациях на оборудовании, четко применять указания эксплуатационных инструкций, инструкций по ОТ и т.д.
2. Проводятся в котельных – общекотельные и индивидуальные (по данному рабочему месту).
3. Проводятся один раз в 3 мес.
4. Допускается совмещение противоаварийных тренировок с противопожарными.
5. Тематический график тренировок составляется на год и утверждается гл. инженером.
6. Темы тренировок персоналу заранее не сообщаются.
7. По окончании тренировки ее руководителем должен быть проведен разбор действий с оценкой общих результатов тренировки. Результаты отражаются в журнале с общей оценкой тренировки, замечаниями.
- 8.Противопожарные тренировки проводятся с целью:
 - проверки способности персонала самостоятельно, быстро и правильно ориентироваться и действовать при возникновении пожара на объекте;
 - выработки четких приемов ликвидации пожарных ситуаций на объекте;
 - проверки взаимодействия персонала и его умения координировать свои действия;
 - обучения персонала способам и приемам предупреждения пожаров.

Допуск к самостоятельной работе

1. Требования к вновь принятым работникам:

- не моложе 18 лет;
- пройти мед.комиссию (допущены к работам, связанным с опасными, вредными факторами; не иметь противопоказаний для выполнения этих работ);
- пройти необходимые инструктажи по ОТ и пожарной безопасности;

- пройти обучение в учебном заведении, имеющую лицензию (теория и стажировка от 2 до 14 рабочих смен);
- быть аттестованным в присутствии экз.комиссии, получить удостоверение;
- Пройти дублирование на рабочем месте от 2 до 12 рабочих смен;
- Издаётся приказ по предприятию на допуск к самостоятельной работе;
- Выдается на руки под роспись производственная инструкция.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

1. Свойства металлов и сплавов.

Металлы и сплавы являются основными материалами современного машиностроения.

Чтобы правильно выбрать материал для изготовления различных деталей, необходимо знать свойства металлов.

Все свойства металлов делятся:

- **Физические свойства металлов и сплавов** – это цвет, удельный вес, плотность, температура плавления, тепловое расширение, теплота и эл.проводность, а также магнитные свойства.

В зависимости от температуры плавления различают:

- тугоплавкие (темп. плавления выше 1539°C), вольфрам – 3380°C ; молибден – 2610°C и т.д.;
- легкоплавкие (олово, свинец, цинк, медь) – находят большое применение в технике. Темп. плавления меди – 1083°C .

Теплопроводность – способность металлов передавать теплоту от более нагретых частей тела к менее нагретым.

Лучшей теплопроводностью обладают – серебро, медь, алюминий.

Электропроводность – способность металла проводить эл.ток.

Магнитная проницаемость – это способность металлов намагничиваться под действием магнитного поля .

- **Химические свойства** – это способность металлов сопротивляться химическому или эл.химическому воздействию различных сред (коррозия) или при нормальных и высоких температурах.

- **Механические свойства металлов** – совокупность свойств, характеризующих способность металлических материалов сопротивляться воздействию внешних усилий (нагрузок).

Это прочность, твердость (противодействие, оказываемое более мягким телом проникновению в него более твердого тела), пластичность и вязкость (способность не разрушаться под действием нагрузки, а лишь изменять свою форму), упругость, хрупкость, усталость, ползучесть, износостойкость.

- **Технологические свойства металлов и сплавов** характеризуют их способность поддаваться методам горячей и холодной обработки. Это литейные свойства, ковкость, свариваемость, обрабатываемость режущими инструментами, прокаливаемость.

СТАЛИ: в технике применяют не чистые металлы, а сплавы – они более прочнее чистых металлов.

Сталь – это железоуглеродистый сплав с содержанием углерода менее 2% и примесями марганца, кремния, фосфора, серы и др. элементов. Прочность стали возрастает с увеличением содержания в ней углерода.

По химическому составу различают стали:

- конструкционные;
- лигированные;
- инструментальные (высококачественные стали)

Лигированные стали отличаются от обыкновенных тем, что в их состав входят хром, молибден, никель, вольфрам и др. Они приобретают особую прочность, вязкость, жаростойкость, антикоррозионные свойства.

СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Цветные металлы и их сплавы широко применяются в котельных агрегатах. Благодаря ценным качествам, которыми они обладают: устойчивость против коррозии, пластичность, высокая эл.проводность и т.д. Особенно широко используются сплавы меди и сплавы алюминия.

Основными сплавами на медной основе являются – латунь и бронза.

ЛАТУНЬ – сплав меди с цинком. Свойства латуни и область ее применения определяется процентным содержанием цинка и других легирующих элементов.

Латунь хорошо поддается ковке, штамповке, прессу, сопротивляется коррозии, имеет более высокие показатели прочности, чем медь.

БРОНЗА – сплав меди с оловом.

Оловянистая бронза – сплав меди с оловом и добавки свинца, фосфора, цинка.

Специальная бронза – сплав меди на основе меди с добавками алюминия, марганца, кремния и др. Характеризуется высокой прочностью, стойкостью коррозии и др.

Чистый алюминий, обладающий незначительной прочностью, имеет ограниченное применение. Значительно шире используются **сплавы алюминия**, обладающие повышенными механическими свойствами.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. Администрация организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, в состав которого входят паровые и водогрейные котлы, обязана:

- обеспечивать соблюдение требований Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ, других федеральных законов РФ, а также нормативных документов в области промышленной безопасности;
- обеспечивать укомплектованность штата работников, связанных с эксплуатацией котлов, в соответствии с установленными требованиями;
- допускать к работе на паровых и водогрейных котлах лиц, удовлетворяющих требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;
- назначить ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов из числа специалистов, прошедших проверку знаний;
- разработать и утвердить на это лицо инструкцию;
- разработать и утвердить производственную инструкцию для персонала, обслуживающего котлы, на основе инструкции по монтажу и эксплуатации котлов с учетом компоновки и местных условий эксплуатации. Инструкция должна находиться на рабочих местах и выдаваться под расписку персоналу;
- обеспечивать подготовку и аттестацию работников в области промышленной безопасности;
- иметь нормативные правовые акты и нормативные технические документы, устанавливающие правила ведения работ на паровых и водогрейных котлах;
- обеспечивать наличие и функционирование приборов и систем контроля за эксплуатацией котлов;
- проводить освидетельствование и диагностику котлов в определенные сроки и по предписанию РТН РФ;
- выполнять распоряжения и предписания РТН РФ;
- предотвращать проникновение посторонних лиц в помещения, где размещены котлы. Посторонние лица допускаются в котельную только с разрешения администрации и в сопровождении её представителя.

2. В котельной должны быть часы и телефон для связи с местами потребления пара, а также с техническими службами и администрацией.

ПОРЯДОК ПРИЕМА СМЕНЫ

1. Вступление персонала котельной на дежурство и уход с дежурства должны производиться с соблюдением требований правил внутреннего распорядка котельной.

2. При вступлении на дежурство персонал котельной обязан ознакомиться с записями в сменном журнале и проверить исправность обслуживаемых котлов и относящегося к ним оборудования, а также исправность аварийного освещения и сигнализации.

3. Прием и сдача дежурства должны оформляться старшим по смене записью в сменном журнале с указанием результатов проверки котлов и вспомогательного оборудования, водоуказательных приборов, сигнализаторов предельных уровней воды (СПУ), манометров, предохранительных клапанов (ПК), питательных приборов и средств автоматики.

4. Не разрешается принимать и сдавать дежурство во время ликвидации аварий в котельной.

ОБСЛУЖИВАНИЕ

1. К обслуживанию котлов могут быть допущены лица обученные, аттестованные и имеющие удостоверение на право обслуживания котлов.

2. Обучение и аттестация машинистов (кочегаров), операторов котельной должны проводиться в учебных заведениях, имеющих лицензию, по программам подготовки, согласованных в Ростехнадзоре РФ.

Индивидуальная подготовка персонала не допускается.

Допуск к самостоятельной работе.

3. Аттестация операторов (машинистов) котлов проводится комиссией с участием инспектора РТН.

4. Периодическая проверка знаний персонала, обслуживающего котлы, должна проводиться не реже одного раза в 12 мес.

б. Внеочередная проверка знаний проводится:

- при переходе в другую организацию;
- в случае перевода на обслуживание котлов другого типа;
- при переводе котла на сжигание другого вида топлива;
- по решению администрации или по требованию инспектора РТН РФ.

В этих случаях участие инспектора РТН РФ необязательно.

5. При перерыве в работе по специальности более 12 мес. персонал после проверки знаний должен перед допуском к самостоятельной работе пройти стажировку для восстановления практических навыков по программе, утвержденной руководством предприятия.

6. Запрещается поручать машинисту (кочегару), оператору котельной, находящемуся на дежурстве, выполнение во время работы котла каких-либо работ, не предусмотренных инструкцией.

7. Запрещается оставлять котел без постоянного наблюдения со стороны обслуживающего персонала, как во время работы котла, так и после его остановки до **снижения давления в нем до атмосферного.**

ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЮ КОТЕЛЬНОЙ

1. Стационарные котлы должны устанавливаться в зданиях и помещениях, отвечающих требованиям Строительных Норм и Правил.

2. Устройство помещений и чердачных перекрытий над котлами не допускается, кроме котлов, установленных в производственных помещениях (п.3).

3. Внутри производственных помещений допускается установка:

- прямоточных котлов паропроизводительностью не более 4 т/ч каждый;
- котлов, удовлетворяющих условию: $(T - 100) * U < 100$ (для каждого котла), где T – температура насыщенного пара при рабочем давлении, °C; U – водяной объем котла, м³
- водогрейных котлов теплопроизводительностью каждый не более 10,5 ГДж/ч (2,5 Гкал/ч), не имеющих барабанов;
- котлов-утилизаторов – без ограничений.

3. Место установки котлов внутри производственных помещений должно быть отделено от остальной части помещения несгораемыми перегородками по всей высоте котла, но не ниже 2 м;

4. В зданиях котельной не разрешается размещать бытовые и служебные помещения не предназначенные для персонала котельной;

5. Уровень пола нижнего этажа котельного помещения не должен быть ниже нулевой отметки;

6. Выходные двери из котельного помещения должны легко открываться наружу. Двери служебных, бытовых помещений – в сторону котельной.

7. Помещение котельной, котлы и все оборудование её необходимо содержать в исправном состоянии и надлежащей чистоте. Запрещается загромождать помещение котельной или хранить в нем какие-либо материалы и предметы. Проходы в котельном помещении и выходы из него должны быть всегда свободными.

ОСВЕЩЕНИЕ

1. Помещения котельной должны быть обеспечены достаточным естественным светом, а в ночное время – искусственным (электрическим) освещением

Освещенность должна соответствовать Строительным Нормам и Правилам.

2. Помимо рабочего освещения в котельных должно быть аварийное освещение. (фонарик аккумуляторный или батарейки, дизель-генератор)

3. Подлежат обязательному оборудованию аварийным освещением следующие места:

- фронт котлов, проходы между котлами, сзади котлов и над котлами;
- щиты и пульты управления;
- водоуказательные и измерительные приборы;

- зольные помещения;
- помещения для баков и деаэраторов;
- оборудование водоподготовки;
- площадки и лестницы котлов;
- насосные помещения.

Размещение котлов и вспомогательного оборудования

1. Расстояние от фронта котлов или выступающих частей топок до противоположной стены котельной должно составлять не менее 3 м.
Для котлов, работающих на жидком топливе, расстояние от выступающей части горелки до стены – не менее 1 м.
Для котлов с механизированными топками расстояние от выступающих частей топки до стены – не менее 2 м.
2. Для котлов паропроизводительностью не более 2,5 т/ч расстояние от фронта котлов или выступающих частей топок до стены котельной может быть уменьшено до 2 м в следующих случаях:
 - если топка с ручной загрузкой твердого топлива и имеет длину не более 1 м;
 - при отсутствии необходимости обслуживания топки с фронта;
 - если котлы работают на жидком топливе (не менее 1 м).
3. Расстояние между фронтом котлов и выступающими частями топок, расположенных друг против друга, должно составлять:
 - для котлов с механизированными топками – не менее 4 м;
 - для котлов, работающих на жидком топливе – не менее 4 м, при этом расстояние между горелками должно быть не менее 2 м;
 - для котлов с ручной загрузкой твердого топлива – не менее 5 м.
4. Перед фронтом котлов допускается установка котельного вспомогательного оборудования и щитов управления, при этом ширина проходов вдоль фронта должна быть - не менее 1,5 м и это оборудование не должно мешать обслуживанию котлов.
5. При установке котлов, для которых требуется боковое обслуживание топки или котла, ширина бокового прохода должна быть достаточной для обслуживания и ремонта, но не менее:
 - 1,5 м – для котлов паропроизводительностью до 4 т/ч;
 - 2 м – для котлов -----«----- свыше 4 т/ч и более.
6. Если не требуется бокового обслуживания топок и котлов - ширина прохода между котлами и задней стеной котельной – не менее 1 м.
7. Проходы в котельной должны иметь высоту - не менее 2 м.

Площадки и лестницы

1. Для удобного и безопасного обслуживания котлов должны быть установлены постоянные площадки и лестницы с перилами высотой не менее 0,9 м со сплошной обшивкой по низу не менее 100 мм.
Переходные площадки и лестницы должны иметь перила с обеих сторон. Площадки длиной более 5 м должны иметь не менее двух лестниц в противоположных концах.
2. Площадки и ступени лестниц могут быть выполнены:
 - Из просечно-вытяжного листа;
 - Из рифленной листовой стали либо наплавкой;
 - Из сотовой или полосовой (на ребро) стали.
 Применение гладких площадок и ступеней лестниц, а также выполнение их из прутковой (круглой) стали запрещается.
3. Лестницы должны иметь:
 - Ширину – не менее 600 мм;
 - Высоту между ступенями – не более 200 мм;
 - Ширину ступеней – не менее 80 мм.
 Лестницы высотой более 1,5 м должны иметь угол наклона к горизонтали – не более 50°.
4. Ширина свободного прохода площадок – не менее 600 мм.
Свободная высота над полом площадок и ступенями лестниц в котельной – не менее 2 м.
5. Расстояние по вертикали от площадки для обслуживания водоуказательных приборов до середины водоуказательного стекла – не менее 1 м и не более 1,5 м.

Топливоподача и шлакозолоудаление

1. Для котлов паропроизводительностью 2,5 т/ч и выше, работающих на твердом топливе, подача топлива в котельную и топку котла должна быть механизирована.
Для котельных с общим выходом шлака и золы от всех котлов в количестве 150 кг/ч и более (независимо от производительности котлов) должно быть механизировано удаление золы и шлака.
2. При ручном золоудалении шлаковые и золовые бункеры должны быть снабжены устройствами для заливки водой золы и шлака в бункерах или вагонетках.
3. На всем пути передвижения вагонетки высота свободного должна быть не менее 2 м, а боковые зазоры – не менее 0,7 м.
4. Если зола и шлак выгребаются из топки непосредственно на рабочую площадку, то в котельной над местом выгреба и заливки очаговых остатков должна быть устроена вытяжная вентиляция.
5. При сжигании жидкого топлива под форсунками необходимо устанавливать поддоны с песком для предотвращения попадания топлива на пол котельной.

КОТЕЛ Е – 1/9 – 1

1 – модификация, паровой котел водотрубный монастырищинский 3-д

Е – естественная циркуляция

9 кгс/см² – абсолютное давление

8 кгс/см² – избыточное давление

Работает на любом виде топлива, поверхность нагрева 30 м² (2 модификация – 35,7 м²)

- это та часть котла, которая с одной стороны омывается водой, с другой – дымовыми газами.

Котел двух барабанный одинаковых габаритов, расположенных поперек продольной оси друг над другом.

Два барабана между собой соединены пучком кипяtilьных труб или конвективным пучком.

В верхнем барабане под паропроводом установлен сепаратор.

Барабаны снабжены лючками с крышками.

В конвективном пучке устанавливаются перегородки для большего использования тепла отходящих газов.

Первая перегородка у котлов 1 и 2 модификации установлена за первым рядом кипяtilьных труб на половину ширины кипяtilьного пучка. У 3 модификации – у первого ряда труб дополнительно установлены мембраны из жаропрочного металла

Верхний барабан соединен с верхними коллекторами, нижний барабан соединен с нижними коллекторами.

Верхний барабан соединен с трубами потолочного экрана, концы которых соединяются с фронтальным коллектором и через перепускные трубы соединяются с нижним коллектором.

Имеются 4 контура циркуляции воды:

Весь разлив воды через верхний барабан

- Между барабанами;
- Потолочный экран
- Боковые экраны (правый и левый)

Имеются 5 коллекторов: фронтальный + 4 боковых (верхний и нижний)

Котел имеет облегченную изоляцию с металлической обшивкой снаружи.

Котел под потолочным экраном имеет уклон 7° на обслуживающую площадку.

При работе на твердом топливе:

- Устанавливаются колосники
- Имеется фронт с отверстием для загрузки топлива;
- Зольница с дверцами со щеколдой.

При работе с жидким топливом – в обшивке над топкой имеется взрывной клапан с отводящим коробом высотой 0,4 м;

- Имеются отверстия для установки форсунки;

Имеется питательный трубопровод с вентилем и обратным клапаном;

Паропровод с запорным органом (главный парозапорный вентиль);

С нижнего барабана котла – спускная линия с двумя запорными органами;

Имеются продувочные линии с нижних коллекторов;

Два пружинных предохранительного клапана; Два водоуказательного стекла; гляделки.

Имеется устройство для обдувки кипяtilьного пучка.

Двух барабанный котел, водотрубный реконструированный. г. Бийск

Производительность котла – 4 т пара в час 13 кгс/см² – абсолютное давление

На любой вид топлива.

Два барабана - вдоль оси большой и малый соединены пучком кипяtilьных труб

Опорой для верхнего барабана является опускная труба – с неё питаются нижние коллектора и экраны.

Два боковых коллектора соединяются экранными трубами. Пучок кипяtilьных труб изолирован со стороны топки. Диаметр окна выполняется с учетом производительности котла

За первым рядом труб – перегородка.

Трубы боковых экранов соединены на вальцовке с верхним барабаном, а с нижними коллекторами – на сварке.

Нижний барабан соединен с нижними коллекторами перепускными трубами по три штуке диаметр 76 (для лучшего разогрева, лучшей циркуляции) а остальные трубы – диам.51.

Котлы имеют тяжелую обмуровку. Внутри – огнеупорный кирпич, снаружи – красный.

Топочное пространство ограничено экранными трубами, верхним барабаном и отделено от кипяtilьного пучка огнеупорной перегородкой с окном в верхней правой стороне для дымовых газов.

В конвективном пучке установлены две перегородки: первая – за первым рядом труб пучка со стороны окна; Другая - в середине пучка в противоположной стороне.

При работе на жидком топливе нижняя часть верхнего барабана торкетирована (решетка с болтами и огнеупорным раствором и кирпичом).

Для предохранения топки и труб котла от разрушения – в обмуровке сверху установлено два взрывных клапана: один над топкой, второй – над кипяtilьным пучком.

Верхний барабан имеет теплоизоляцию (шамотная глина)

Для обдувки – установлено стационарно обдувочное устройство для кипяtilьного пучка.

У котлах, работающих на жидком топливе, изолируется также нижняя часть коллекторов и боковых экранов на высоте около 1 м.

Для контроля за горением – в обмуровке выполнены гляделки с дверцами и щеколдами.

В зоне перепускных труб имеется лаз с дверкой и щеколдой.

Труба непрерывной продувки всегда включена (верхний барабан).

На нижнем барабане имеется спускная и продувочная линии.

В верхнем барабане под паропроводом имеется сепаратор.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СЖИГАНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА

Для сжигания жидкого топлива в топках устанавливаются – **форсунки**.

Форсунка – устройство для подачи, распыливания и распределения в воздушном потоке жидкого топлива, поступающего в топку котла.

По конструкции **форсунки классифицируют**:

- Механические (в том числе ротационные);
- Паромеханические, в т.ч. паровые

В механических форсунках распыливание осуществляется за счет высокого давления топлива, создаваемого насосом, а в паровых – распыливается паром.

Недостатком работы котлов на мазуте является загрязнение поверхностей нагрева котла, что вызывает ухудшение теплопередачи.

Основные требования к форсункам:

- Простота конструкции;
- Тонкое распыливание мазута;
- Минимальный расход энергии (пара, эл.энергии) на распыл мазута;
- Минимальный коэффициент избытка воздуха;
- Бесшумность.

Перед поступлением в форсунки мазут предварительно нагревается в мазутном хозяйстве.

В форсунках мазут распыливается на мелкие капельки, которые быстро нагреваются, переходят в газообразное состояние, смешиваются с воздухом и сгорают.

Механические форсунки осуществляют распыл продавливанием предварительного нагретого мазута через мелкие отверстия распределительной шайбы под большим давлением $P = 20 - 60$ кгс/см², создаваемым подающим насосом.

Форсунка состоит:

- Металлический корпус и ввернутый в него ствол, на конце которого на резьбе закреплена распылительная головка, прижимаемая к стволу пустотелой гайкой;
- Распылительная головка состоит из трех деталей: распределительной шайбы; завихрителя и распылителя

Достоинство:

- не требует пара на распыл;
- бесшумны;
- имеют небольшие размеры.

Недостатки:

- быстрое загрязнение;
- ухудшение работы при низких нагрузках.

Паромеханические форсунки состоят:

- корпуса, ввернутого в него ствола («труба в трубе»);
- распылительная головка

Во внутреннюю трубу подается мазут, а в кольцевую щель между трубами подается пар. Распылительная головка служит для тонкого распыла и закручивания паромазутной смеси, выходящей в топку.

Струя топлива дробится и уносится, подведенным к нему распылителем (пар, воздух), вытекающими из отверстия. Пар движется по наружной трубке с большой скоростью, увлекая за собой топливо, которое течет по внутренней трубке ($P_{\text{пар,возд}} = 5-26 \text{ кгс/см}^2$)

Пар создает разрежение, увлекая топливо (принцип инжектора)

Достоинство:

- тонкий распыл;
- простота конструкции;
- надежность;
- малая длина факела.

Недостатки:

- расход пара;
- при засорении форсунки мазут может попасть в паропровод.

В ротационных форсунках топливо распыливается под действием центробежной силы, создаваемой вращающимся коническим стаканом (чашей), в которой по трубопроводу под давлением (насосом) P не более $0,05 \text{ кгс/см}^2$ подается жидкое топливо.

Под действием центробежной силы топливо прижимается к внутренней поверхности стакана, растекается и перемещается к краю, с которого срывается и распыливается.

Излучение тепла из топки на стенки стакана способствуют подогреву, частичному испарению и лучшему распыливанию мазута.

Для улучшения распыливания топлива через зазор между стаканом и спец.насадкой подается первичный воздух вентилятором, количество которого регулируется воздушной заслонкой. Завихрители для закручивания первичного воздуха устанавливаются в передней части корпуса форсунки. Вторичный воздух поступает в топку через воздухонаправляющее устройство форсунки, состоящее из воздушного короба и завихрителя.

Подача первичного и вторичного воздуха может производиться от различных вентиляторов. Первичный воздух составляет около 10 % от общего количества воздуха.

Преимущества ротационных форсунок:

- возможность работы на низком давлении топлива;
- отсутствие необходимости тонкой очистки мазута, т.к. форсунка не имеет отверстий малого диаметра.

Недостатки:

- затраты эл.энергии;
- сложность конструкции;
- шум при работе.

При сжигании жидкого топлива под форсунками необходимо устанавливать поддоны с песком для предотвращения попадания топлива на пол котельной.

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТАЦИИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В КОТЕЛЬНОЙ

1. Паспорт котлов;
2. Инструкция завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации (содержит требования к ремонту и контролю металла при монтаже и эксплуатации в период расчетного срока службы.)
3. Режимная карта – предназначена для обеспечения безопасного и экономичного сжигания топлива с минимальным коэффициентом избытка воздуха, устойчивого теплового режима котла и экономичного сжигания топлива в котле. Составляется пусконаладочной организацией после испытания котла на разных режимах горения для получения разной производительности.
Режимная карта является основным оперативным документом, в соответствии с которым регулируется работа котла при изменениях его нагрузки (теплопроизводительности).
При работе на мазуте новая режимная карта должна составляться 1 раз в 5 лет. Она должна уточняться после ремонта оборудования.
4. График распределения нагрузки между котлами (наладочная организация).
5. Режимные карты по ведению водно-химического режима.