

## 5. Топочные устройства

### 5.1. Основные характеристики топочных устройств

В практике проектирования, эксплуатации и испытания топочных устройств пользуются итоговыми характеристиками, описывающими количественную сторону огневого процесса. К этим характеристикам относятся: мощность топки, форсировка топочного устройства, удельная нагрузка топочного объема.

**Тепловой мощностью** топки называют количество тепла, выделяемое при сжигании топлива в топке в единицу времени. Мощность топки (кВт или МВт) определяется по формуле

$$Q = BQ_n^p, \quad (5.1)$$

где  $B$  – расход топлива, кг/с или м<sup>3</sup>/с;

$Q_n^p$  – низшая теплота сгорания рабочей массы топлива, кДж/кг или кДж/м<sup>3</sup>.

Под **форсировкой** топочного устройства понимают удельную нагрузку сечения топки. **Удельной нагрузкой сечения** топки называют количество тепла, выделяемое при сжигании топлива на одном квадратном метре сечения топки в единицу времени. Единицей удельной нагрузки сечения топки является кВт/м<sup>2</sup> или МВт/м<sup>2</sup>.

При слоевом сжигании твердого топлива за характерное сечение топки принимается площадь горящего слоя и форсировку топки характеризуют удельной нагрузкой зеркала горения. **Удельной нагрузкой зеркала горения** называют количество тепла, выделяемого при сжигании топлива на одном квадратном метре активной части колосниковой решетки в единицу времени. Удельная нагрузка зеркала горения (кВт/м<sup>2</sup> или МВт/м<sup>2</sup>) определяется по формуле:

$$\frac{Q}{R} = \frac{BQ_n^p}{R}, \quad (5.2)$$

где  $R$  – площадь активной части колосниковой решетки, м<sup>2</sup>.

При факельном и вихревом сжигании топлива форсировку топки характеризуют удельной нагрузкой наиболее характерного для данной конструкции сечения (с площадью  $F$ ) топочной камеры (кВт/м<sup>2</sup> или МВт/м<sup>2</sup>):

$$\frac{Q}{F} = \frac{BQ_n^p}{F}. \quad (5.3)$$

**Удельной нагрузкой топочного объема** называют количество тепла, выделяемое при сжигании топлива в 1 м<sup>3</sup> объема ( $V_m$ ) топки за единицу времени. Эта величина (кВт/м<sup>3</sup> или МВт/м<sup>3</sup>) определяется по формуле

$$\frac{Q}{V_m} = \frac{BQ_n^p}{V_m}. \quad (5.4)$$

Удельной нагрузкой топочного объема принято характеризовать работу всех топок (слоевых, факельных, вихревых).

Удельные нагрузки зеркала горения, сечения топочной камеры и топочного объема являются итоговыми характеристиками топочного процесса в целом. Однако они не характеризуют хода процесса, его последовательного развития и тепловыделения в различных частях топки. В объеме топочного пространства существуют участки с весьма различным тепловыделением, температурами, избытками воздуха, и усреднение этих показателей производится только при инженерно-технических расчетах. Суждение об истинном протекании процесса должно базироваться на изучении распределения температур, концентраций и скоростей продуктов сгорания в объеме топочной камеры.

В результате обобщения испытаний топочных устройств при сжигании различных топлив выявлены допустимые значения удельных нагрузок зеркала горения, сечения топочной камеры и топочного объема. Эксплуатация топки с удельными нагрузками выше допустимых, как правило, приводит к снижению экономичности ее работы. Например, сжигание твердого топлива при повышенных удельных нагрузках зеркала горения приводит к увеличе-

нию потерь тепла от механической неполноты горения со шлаком и уносом.

## 5.2. Топки для сжигания твердого топлива

В настоящее время различают три способа сжигания топлива: слоевой, факельный и вихревой (циклонный). Факельный и вихревой способы сжигания топлива могут быть объединены в один, называемый камерным. Выбор способа сжигания топлива зависит от мощности и конструкции парогенератора и водогрейного котла, вида топлива и свойств его золы. Сжигание топлива производится в топочном устройстве, представляющем собой сочетание системы горелок или механизмов с топочной камерой, которое предназначено для организации процесса горения. Такое разделение условно, так как горелки и топочная камера органически связаны между собой и воздействуют друг на друга.

**Слоевые топки**, применяемые только для сжигания твердого топлива под котельными агрегатами мощностью до 28 МВт, весьма многообразны по конструкции. Классифицировать слоевые топки можно по различным признакам: по характеру обслуживания, размещению и состоянию слоя топлива, направлению движения топлива и воздуха.

В зависимости от **характера обслуживания** слоевые топки разделяются на топки с ручным забросом топлива, полумеханические и механические. В настоящее время для промышленных парогенераторов и водогрейных котлов топки с ручным обслуживанием практически не применяют.

**Механической топкой** называют слоевое топочное устройство, в котором все операции (подача топлива и удаление шлака, а при необходимости и шуровка слоя) выполняются механизмами. Если при обслуживании топки имеется доля ручного труда, то топку называют **полумеханической**.

В зависимости от **размещения и состояния слоя** топки можно разделить на топки с неподвижной колосниковой решеткой и неподвижно лежа-

щим слоем топлива, топки с движущейся колосниковой решеткой и перемещающимся вместе с ней топливом, топки с неподвижной колосниковой решеткой и перемещающимся по ней слоем топлива.

В зависимости от взаимного **направления движения** потоков топлива и воздуха различают топки со встречной, поперечной и параллельной схемой движения топлива и воздуха.

Рассмотрим некоторые принципиальные конструктивные схемы слоевых топочных устройств.

**Топка с неподвижной колосниковой решеткой и ручной загрузкой топлива** (рис. 5.2.1) является наиболее ранней, широко применявшейся для сжигания различных топлив под парогенераторами мощностью до 2 МВт. Она состоит из колосниковой решетки 1, загрузочного отверстия 2, которое одновременно служит для шуровки слоя, и поддувального пространства 3, через которое воздух подается в топку. В настоящее время практически не применяется.

ОАО «Бийский котельный завод» выпускает топки с ручной загрузкой топлива: ТЛПХ 1,1х4,25 ( $R = 3,9 \text{ м}^2$ ; 5590х3125х2070 м; на котлы Гефест-3,5-95ТЛПХ; 7560 кг), ТР-0,96х1,6 ( $R = 1,25 \text{ м}^2$ , 3100х1240х1065 м, на котлы ДЕВ-0,5-95Р, ДСЕ-1,6-14Р; 1200 кг), ТР-1,15х1,6 ( $R = 1,8 \text{ м}^2$ ; 3438х1432х1065 м; на котлы КВ-1,6-96Р; 1400 кг).

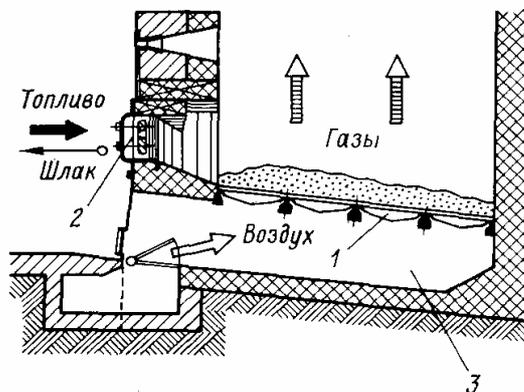


Рисунок 5.2.1 – Топка с неподвижной колосниковой решеткой и ручной загрузкой топлива.

**Топка с забрасывателем на неподвижную колосниковую решетку** (рис. 5.2.2) состоит из колосниковой решетки 1 и забрасывателя 4, осуществляющего непрерывный заброс и распределение топлива по колосниковой решетке. Подача воздуха осуществляется через поддувальное пространство 3. Удаление шлака производится через отверстие 5 шлакового бункера 6. Топки с забрасывателями применяются для котлов мощностью до 5,3 МВт.

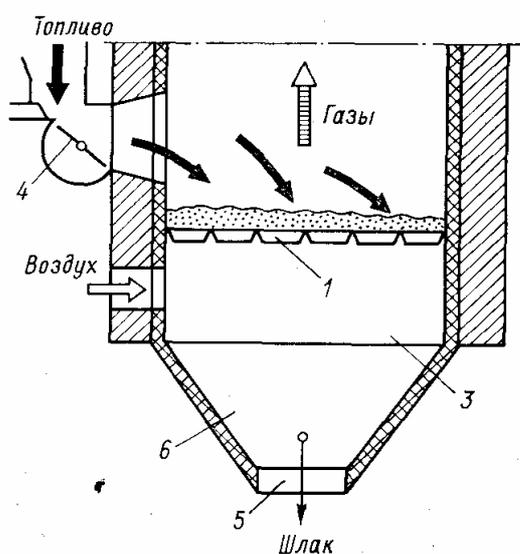


Рисунок 5.2.2 – Топка с забрасывателем на неподвижную колосниковую решетку

Примером могут служить топки полумеханические ЗП-РПК с пневмомеханическими забрасывателями и решетками с поворотными колосниками (рис. 5.2.3), предназначенные для сжигания каменных и бурых углей, а также антрацитов под паровыми и водогрейными котлами и в промышленных печах (диапазон изменения нагрузки 25-100%;  $\alpha_m = 1,4 - 1,7$ ;  $q_3$  не более 1%;  $q_4$  не более 13,5 %;  $W^P$  до 40%;  $A^P$  до 35%). Топки работают по принципу непрерывного заброса топлива на горящий слой.

В топках осуществляется встречная схема движения топлива и воздуха. Благодаря интенсивному нижнему зажиганию свежего топлива по всей площади решетки топка может работать на трудновоспламеняющихся топливах, а также на бурых углях с большой влажностью. Особенностью топок является

ся совмещение механического, как основного, и пневматического заброса топлива, позволяющего оптимизировать горение пылевых фракций в топочном объеме. Конструкция топки позволяет автоматизировать процесс горения.

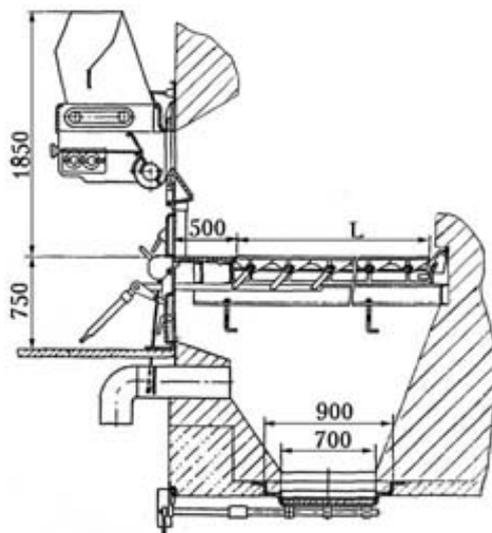


Рисунок 5.2.3 – Топка полумеханическая ЗП-РПК с пневмомеханическими забрасывателями и решетками с поворотными колосниками.

Основным недостатком встречной схемы движения топлива и воздуха является нарушение поточности топочного процесса, так как невозможно организовать непрерывное удаление шлака. Поэтому топки с забрасывателями являются полумеханическими. В них механизирована только подача топлива, а удаление шлака требует ручного вмешательства.

**В топках с движущейся решеткой** (рис. 5.2.4) топливо из топливного бункера через угольные ящики 7 и регулятор толщины слоя 8 под действием собственного веса поступает на медленно движущуюся колосниковую решетку 1. Колосниковая решетка представляет собой ленточный транспортер, что обеспечивает полную поточность процесса горения. По мере движения топлива вместе с решеткой оно постепенно прогорает и шлак сбрасывается в шлаковый бункер 6. Воздух через специальные зоны 9 подается под колосниковую решетку и движется в поперечном направлении по отношению к топливу. Воспламенение топлива происходит сверху и менее надежно, чем при встречной схеме движения топлива и воздуха. Горение происходит в толстом горящем слое. При сжигании спекающихся и заштыбленных топлив (боль-

шое число фракций размером менее 6 мм) происходит нарушение процесса горения и требуется ручное вмешательство для шуровки и разравнивания слоя.

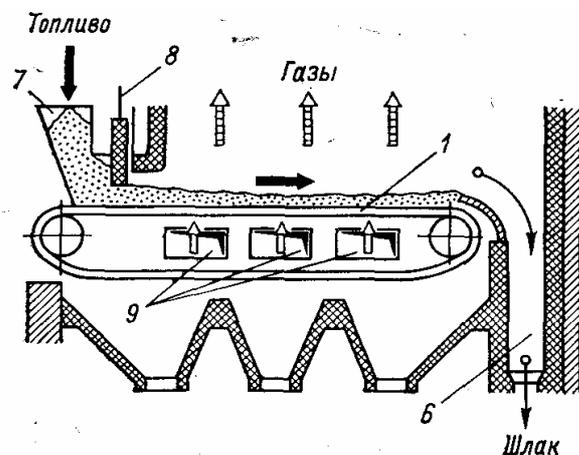


Рисунок 5.2.4 – Топка с движущейся колосниковой решеткой

Топки механические с чешуйчатой цепной решеткой прямого хода ЧЦР предназначены для слоевого сжигания каменных и бурых углей и грохоченных антрацитов марок АС и АМ под стационарными паровыми котлами теплопроизводительностью до 50 МВт (рис. 5.2.5) (диапазон изменения нагрузки 50-100%;  $\alpha_m = 1,5 - 1,6$ ;  $q_3$  не более 1%;  $q_4$  не более 10,0-13,5 %). Они могут быть использованы в технологических установках с достаточным объемом топочных камер. Топки ЧЦР для сжигания антрацитов марок АСШ и АРШ не рекомендуются.

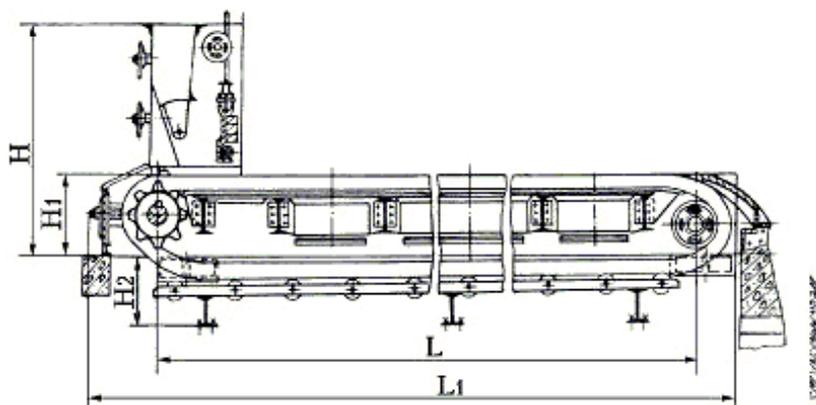


Рисунок 5.2.5 – Топка механическая с чешуйчатой цепной решеткой прямого хода ЧЦР

Топки механические с чешуйчатой цепной решеткой прямого хода

ТЧМ предназначены для сжигания каменных и бурых углей, грохоченного антрацита марок АС и АМ в паровых котлах производительностью до 25 т/ч, а также древесных отходов в многотопливных котлах паропроизводительностью до 75 т/ч и промышленных печах (рис. 5.2.6) (диапазон изменения нагрузки 50-100%;  $\alpha_m = 1,5 - 1,6$ ;  $q_3$  не более 1%;  $q_4$  не более 10,0-13,5 %).

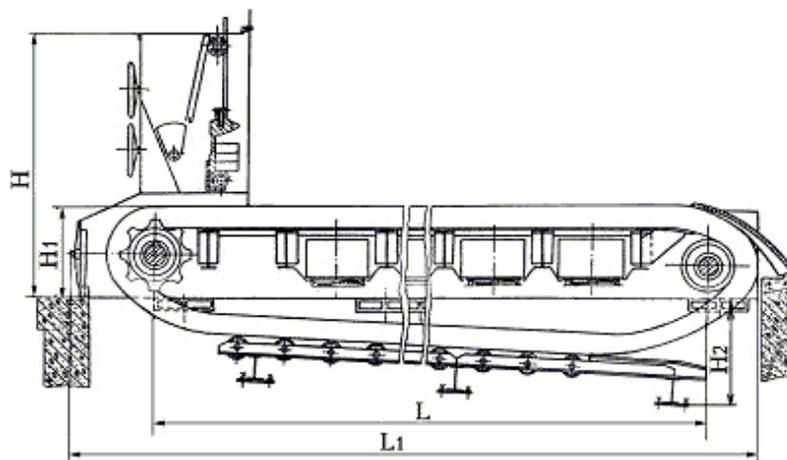


Рисунок 5.2.6 – Топки механические с чешуйчатой цепной решеткой прямого хода ТЧМ.

Топки механические с ленточной цепной решеткой прямого хода предназначены для сжигания каменных и бурых углей в паровых и водогрейных котлах и промышленных печах (рис. 5.2.7) (диапазон изменения нагрузки 50-100%;  $Q/R$  рекомендуется 0,7...1,0 (1,2 для топок ТЛПМ);  $q_3$  не более 1%;  $q_4$  не более 10,0-13,5 %).

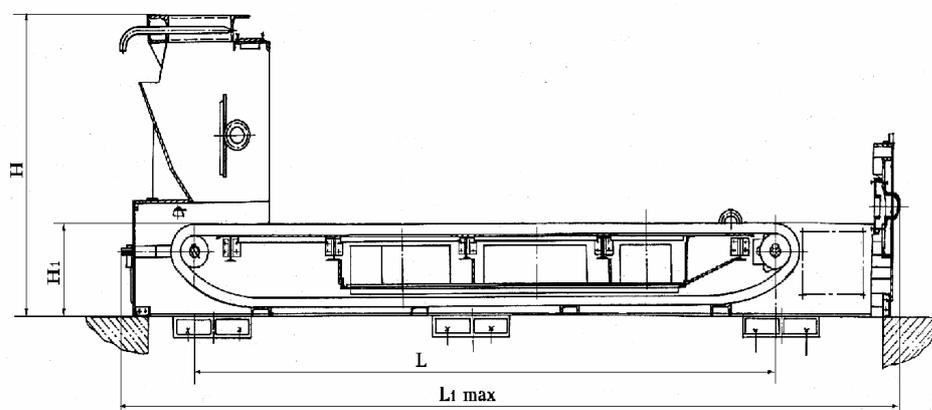


Рисунок 5.2.7 – Топка механическая с ленточной цепной решеткой прямого хода ТЛП, ТЛПМ.

В топках с забрасывателями на движущуюся колосниковую решетку (рис. 5.2.8) обеспечивается поточность процесса горения и смешанная (встречно-поперечная) схема движения топлива и воздуха. Характерным для этих топок является организация комбинированного факельно-слоевого процесса горения. Мелкие фракции, отвеиваемые забрасывателем, горят во взвешенном состоянии, а крупные, выпадая на решетку, сгорают в слое.

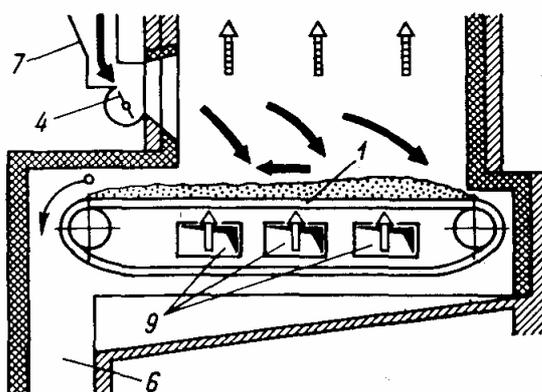


Рисунок 5.2.8 – Топка с забрасывателями на движущуюся колосниковую решетку.

Топки механические ТЛЗМ предназначены для сжигания твердого топлива в паровых котлах паропроизводительностью до 10 т/ч, водогрейных котлах теплопроизводительностью до 6 МВт печах (рис. 5.2.9) (диапазон изменения нагрузки 25-100%;  $\alpha_m = 1,3 - 1,5$ ;  $q_3$  не более 0,75%;  $q_4$  не более 10,0%). Решетка цепная ленточная, движение обратное.

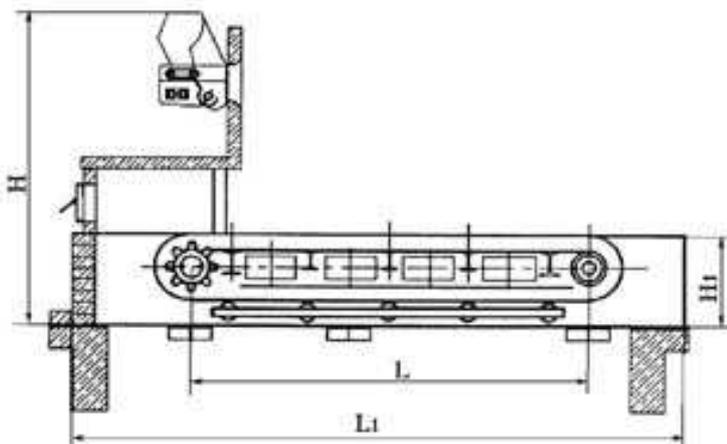


Рисунок 5.2.9 – Топка механическая с забрасывателями на движущуюся колосниковую решетку ТЛЗМ-2, ТЛЗМ, ТЛО.

Топки механические ТЧЗМ-2 предназначены для сжигания твердого топлива в паровых котлах паропроизводительностью до 25 т/ч, в водогрейных котлах теплопроизводительностью до 35 МВт, могут применяться в промышленных печах (рис. 5.2.10) (диапазон изменения нагрузки 25-100%;  $\alpha_m = 1,35 - 1,5$ ;  $q_3$  не более 0,5%;  $q_4$  не более 7,0%). Решетка цепная чешуйчатая, движение обратное.

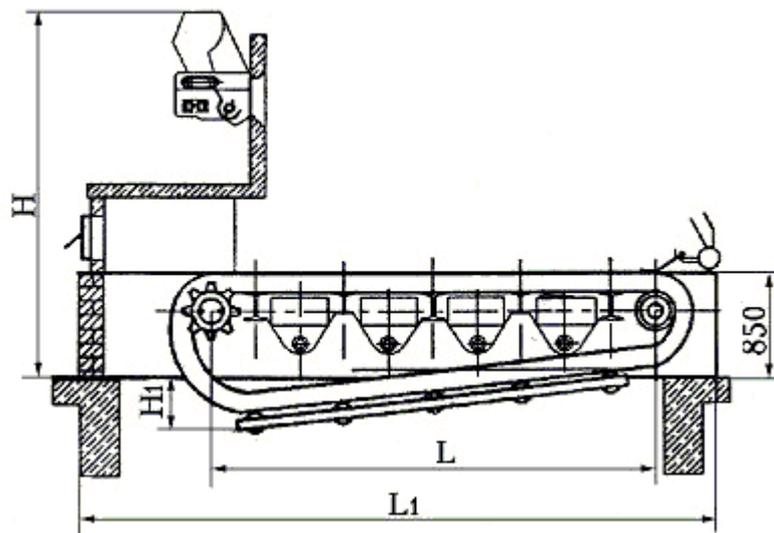


Рисунок 5.2.10 – Топка механическая с забрасывателями на движущую колосниковую решетку ТЧЗМ-2.

Топки механические ТЧЗ-2, ТЧЗ с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой обратного хода предназначены для слоевого сжигания каменных и бурых углей в паровых и водогрейных котлах теплопроизводительностью до 58 МВт и промышленных печах.

Особенностью перечисленных топок данного типа является совмещение механического, как основного, и пневматического заброса топлива, позволяющего оптимизировать горение пылевых фракций в топочном объеме. Конструкция топок позволяет автоматизировать процесс горения.

На рис. 5.2.11 показана **топка с неподвижной колосниковой решеткой и перемещающимся по ней слоем топлива, называемая топкой с шурующей планкой**. В этой топке по неподвижной колосниковой решетке 1 перемещается трехгранная шурующая планка 10, которая, совершая возврат-

но-поступательное движение, производит подачу топлива и шуровку слоя. Схема движения топлива и воздуха в основном поперечная. Топки в настоящее время не применяются вследствие недостаточной приспособленности к сжиганию различных углей, недостаточной надежности и экономичности при эксплуатации.

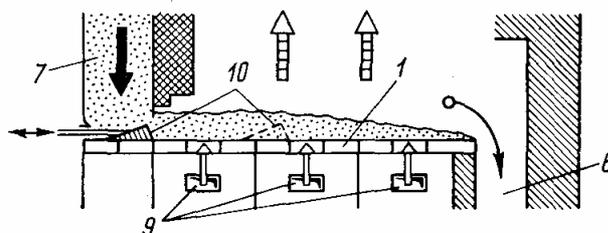


Рисунок 5.2.11 – Топка с неподвижной колосниковой решеткой и перемещающимся по ней слоем топлива (топка с шурующей планкой).

ОАО «Бийский котельный завод» выпускает топки механические с шурующей планкой (рис. 5.2.12): ТШПм-1,5 ( $R = 1,25 \text{ м}^2$ ; 4500x860x2530 мм; на котлы УСШВ-1-14СП, Гефест-1,2-95Шп; 1400 кг), ТШПм-2,0 ( $R = 1,75 \text{ м}^2$ , 4500x1180x2530 мм, на котлы КВ-1,6-95Шп, УСШ-2,5-14СП, Гефест-1,8-95Шп; 1600 кг), ТШПм-2,5 ( $R = 2,34 \text{ м}^2$ ; 5300x1180x2530 мм; на котлы ДСЕ-2,5-14Шп, Гефест-2,5-95Шп; 2400 кг).

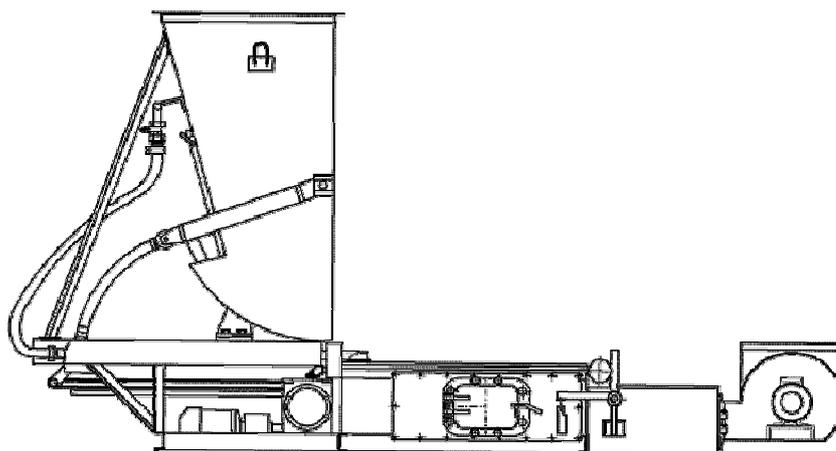


Рисунок 5.2.12 – Топка с шурующей планкой ТШПм.

Топки предназначены для сжигания каменных и бурых углей. Комплекуются с паровыми и водогрейными котлами теплопроизводительностью от 1 до 2,2 Мвт. Устанавливаются в котельных, оборудованных системой по-

дачи топлива в бункер топки и системой золоудаления, полностью механизмирует ручной труд кочегара и обеспечивает автоматическую работу по заданному циклу в системе автоматики котла.

Отдельно можно рассмотреть топки механические с горизонтально-переталкивающими решетками ТГП, которые предназначены для сжигания твердого топлива в паровых котлах паропроизводительностью 6,5-25,0 т/ч, водогрейных котлах теплопроизводительностью 6,5-30,0 Гкал/ч и промышленных печах (рис. 5.2.13) (диапазон изменения нагрузки 25-100%;  $\alpha_m = 1,4 - 1,6$ ;  $q_3$  не более 2%;  $q_4$  не более 8,0-12,0%). Сжигаемое твердое топливо – различные каменные и бурые рядовые угли.

Положительной особенностью топок ТГП является простота конструкции, шурование слоя топлива. Слоевой процесс получается смешанным, т.к. частицы топлива движутся по зигзагообразным и петлеобразным траекториям. За счет перемешивания частиц топлива улучшаются условия зажигания и снижаются потери тепла с механическим недожогом. Преимуществом перед механическими топками с цепными решетками является повышенное (в 1,5-2,0 раза) теплонапряжение зеркала горения, что позволяет экономить топливо; стабильная работа за счет уменьшения простоев оборудования из-за отсутствия устройств и механизмов, работающих в очень напряженных условиях (забрасыватели топлива, футеровка фронта...).

Колосниковое полотно топок состоит из колосников, изготовленных из жаропрочного чугуна.

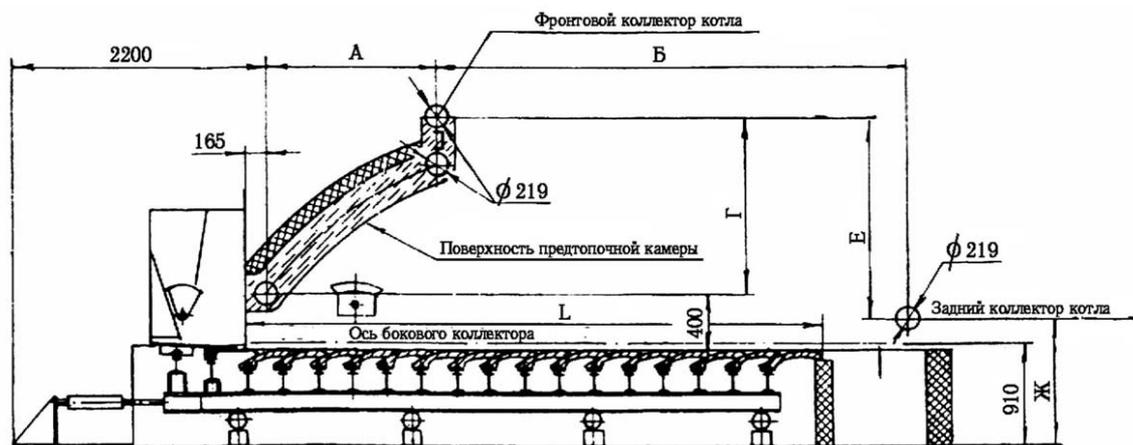


Рисунок 5.2.13 – Топки механические с горизонтально-переталкивающими решетками ТГП.

**Факельные топки** применяются для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива. При сжигании жидких и газообразных топлив факельные топки используются для котлоагрегатов любой мощности, а для твердых топлив – мощностью более 20 МВт. Твердое топливо для сжигания в факельных топках должно быть предварительно превращено в мелкую пыль в пылеприготовительной установке. Жидкое топливо предварительно распыляется на мелкие капли, а газ никакой предварительной подготовки к сжиганию не требует.

В факельных топках топливо сгорает во взвешенном состоянии, т. е. в объеме топочной камеры. Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива в факельных топках имеет свои особенности. Факельный способ сжигания твердого топлива имеет ряд преимуществ перед слоевым. Факельные топки для твердого топлива, часто называемые пылеугольными, работают с низкими коэффициентами избытка воздуха, могут практически иметь любую мощность, позволяют сжигать разнообразные по качеству топлива (с высокой влажностью, зольностью и несортированные), обеспечивают поточность процесса горения, его полную механизацию и автоматизацию. Недостатками пылеугольных топок являются: расход электроэнергии на пылеприготовление, значительный унос золы продуктами сгорания, неустойчивость работы при пониженных нагрузках котлоагрегата (менее 60% номинальной).

Несмотря на указанные недостатки, факельный способ сжигания твердого топлива широко распространен и постепенно полностью вытесняет слоевой, который сохранился только для котлоагрегатов мощностью до 28 МВт.

На рис. 5.2.14 в качестве примера показана принципиальная схема факельной топки для сжигания твердого топлива.

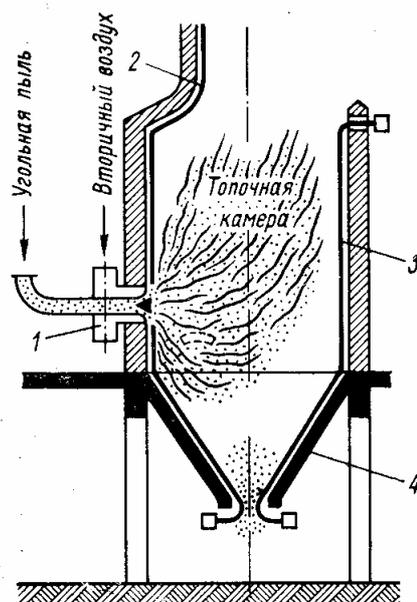


Рисунок 5.2.14 – Принципиальная схема пылеугольной топки: 1 – горелка; 2 – фронтной экран; 3 – задний экран; 4 – холодная воронка.

Пылеугольные топки принято классифицировать по различным признакам: по способу удаления шлаков из топочной камеры, технологической схеме сжигания, расположению горелок и сопел вторичного воздуха, по конфигурации и числу топочных камер.

**Вихревые топки** могут применяться для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива. В вихревых топках создается циркуляционное движение топлива в газоздушном вихре, что увеличивает время пребывания топлива в топочной камере и обеспечивает большую устойчивость горения. Твердое топливо перед сжиганием в вихревых топках предварительно превращается в грубую пыль, мазут распыляется форсунками, а газ не требует никакой предварительной подготовки.

Вихревое сжигание широко используется в циклонных предтопках двухкамерных топок с жидким шлакоудалением, применяемых для энергетических парогенераторов большой мощности. Циклонные топки работают с высокими удельными нагрузками сечения и объема топочной камеры.

### 5.3. Топки для сжигания жидкого топлива

В топках промышленных парогенераторов и водогрейных котлов сжигаются мазуты разных марок. Для сжигания мазута необходима его предварительная подготовка: уменьшение вязкости и распыление, при котором обеспечивается испарение мазута.

Распыление и распределение жидкого топлива в потоке окислителя (воздуха) производится в одном из элементов горелки, называемом **форсункой**. Под **горелкой** понимается устройство, состоящее из форсунки, воздухонаправляющего аппарата и амбразуры.

Форсунки чаще всего классифицируют по способу распыления топлива. Форсунки, в которых распыление топлива производится за счет потенциальной энергии струи мазута, находящейся под давлением, называются **механическими**. Форсунки, в которых для распыления мазута используется кинетическая энергия распыливающего агента (воздуха, пара), называются **пневматическими**. Форсунки, в которых для распыления мазута используется механическая энергия вращающегося распылителя (диск или стакан), называют **ротационными**.

К форсункам предъявляется ряд требований, основными из которых являются: надежность; устойчивость зажигания и стабильность фронта горения в широких пределах изменения нагрузки; обеспечение заданной мощности агрегата и температуры перегрева пара; обеспечение полного сжигания при минимальных коэффициентах избытка воздуха в широком диапазоне изменения нагрузки; простота изготовления, ремонта, обслуживания; минимальное сопротивление для прохода воздуха; быстрота перехода на другой вид топлива (например, газ).

Одной из основных характеристик форсунки является ее мощность (МВт), т. е. количество тепла, выдаваемого форсункой в единицу времени ( $BQ_n^p$ ).

Механические форсунки имеют узкий диапазон регулирования мощности, так как при снижении давления мазута перед ними заметно ухудшается качество распыления. Пневматические форсунки с паровым распылением создают шум и расходуют большое количество пара (от 0,3 до 1 кг пара на 1 кг мазута). Исключение указанных недостатков достигается сочетанием механического и парового распыления. Комбинированные паромеханические форсунки обеспечивают удовлетворительное распыление мазута в диапазоне изменения мощности форсунки от 20 до 100% и имеют расход пара 0,02–0,03 кг пара на 1 кг мазута.

Форсунки с паровым распылением мазута могут применяться для кратковременной работы, например для растопки котлоагрегата. Форсунки с воздушным распылением не обеспечивают достаточно тонкого распыления мазута, но применяются, если мазут является аварийным топливом. Ротационные форсунки, несмотря на сложность изготовления, находят в настоящее время все более широкое распространение, особенно для водогрейных котлов.

Существенное влияние на работу мазутной горелки оказывает **воздухонаправляющий аппарат**, предназначенный для закрутки воздушного потока. В современных горелках закрутка воздушного потока осуществляется тангенциальным подводом воздуха или установкой специальных лопаток. Закрученная струя имеет ряд преимуществ по сравнению с прямоточной: обладает большей эжекционной способностью; падением скорости в осевой области, при известных условиях вызывающим осевой обратный ток; имеет увеличенный угол разноса.

Третьим элементом горелки является **амбразура**. Как показали исследования, размеры амбразуры влияют на работу горелки. Увеличение длины амбразуры приводит к повышению уровня температур и ее оплавлению. Конические амбразуры обеспечивают более спокойную работу горелки по сравнению с цилиндрическими амбразами. Наиболее целесообразно выполнять

амбразуры в виде конуса с углом раскрытия от 30 до 60°.

При сжигании высокосернистых мазутов важное значение приобретает коэффициент избытка воздуха не только с точки зрения экономичности процесса горения, но и в связи с коррозией хвостовых поверхностей нагрева и загрязнением воздушного бассейна. Исследования и испытания мазутных топок показали, что достижение низких коэффициентов избытка воздуха (1,02–1,0 – предельно низкий, 1,02–1,05 – низкий; более 1,15 – высокий) практически без потерь тепла от химической и механической неполноты горения возможно при качественном распылении мазута, равномерном распределении мазута и воздуха по отдельным горелкам, рациональной компоновке горелок.

Для оценки коррозионной активности продуктов сгорания при сжигании сернистых мазутов существенной характеристикой является температура точки росы и содержание серного ангидрида ( $SO_3$ ). Испытания энергетических котлоагрегатов при сжигании сернистых мазутов показали, что увеличение коэффициента избытка воздуха приводит к повышению содержания серного ангидрида в продуктах сгорания. В свою очередь увеличение содержания серного ангидрида в продуктах сгорания заметно влияет на повышение температуры точки росы. Снижение концентрации вредных выбросов при сжигании высокосернистых мазутов может быть достигнуто при использовании камер с двухступенчатым сжиганием топлива.

#### **5.4. Топки для сжигания газа**

В топках промышленных парогенераторов и водогрейных котлов главным образом используется природный газ. Подготовка газа для его сжигания производится в газогорелочном устройстве. Газогорелочные устройства в зависимости от способа перемешивания в них газа с воздухом принято разделять на горелки полного предварительного смешения, диффузионные и час-

тичного предварительного смешения.

В горелках **полного предварительного смешения** газ и воздух перед поступлением в топку предварительно полностью перемешиваются в необходимых для горения количествах и после этого готовая газовоздушная смесь подается в топку. В **диффузионных** горелках газ и воздух в необходимых для горения количествах разделяются и подаются в топку и процесс перемешивания их протекает одновременно с процессом горения. В горелках **частичного предварительного смешения** только часть воздуха, необходимого для горения, перемешивается с газом, а остальной подается непосредственно в топочную камеру как вторичный.

Способ перемешивания газа с воздухом, необходимым для горения, оказывает существенное влияние на устойчивость фронта пламени и характер факела, выдаваемого горелкой. Под **устойчивостью фронта пламени** понимают процесс, при котором обеспечивается непрерывное и самопроизвольное воспламенение новых порций газовоздушной смеси, выходящей из горелки.

Для характеристики горючих свойств газовоздушной смеси в теории горения пользуются понятием нормальной скорости распространения пламени. Под **нормальной скоростью** распространения пламени понимают скорость движения пламени относительно невоспламененной смеси. Нормальная скорость распространения пламени имеет размерность метр в секунду и представляет собой количество смеси, воспламеняемой в единицу времени. Нормальная скорость распространения пламени для какой-либо смеси определенного состава зависит от физических свойств смеси и ее химической активности.

Движение газовоздушной смеси может быть ламинарным и турбулентным. Стабильное (устойчивое) горение газовоздушной смеси может происходить только в определенном диапазоне скоростей истечения ее из горелки. Если скорость истечения газовоздушной смеси из горелки (при форсирован-

ной работе) значительно превысит скорость распространения пламени, то наступит явление **отрыва пламени** от выходного насадка горелки. Отрыв пламени может привести к заполнению топочной камеры и рабочих помещений несгоревшим газом и, следовательно, к отравлению людей или взрыву смеси. Если скорость истечения газовой смеси будет значительно меньше нормальной скорости распространения пламени, то пламя начнет втягиваться в горелку и дойдет до того места, где происходит смешение газа с воздухом, т. е. произойдет явление, называемое **проскоком пламени**. Проскок пламени в горелку приводит к недопустимому разогреву деталей горелки и в конечном счете выходу ее из строя.

К газовым горелкам, применяемым на промышленных парогенераторах и водогрейных котлах, предъявляется целый ряд требований: простота и дешевизна конструкции, широкий диапазон устойчивой и экономичной работы, возможность сжигания газа с низкими коэффициентами избытка воздуха без потерь тепла от химической неполноты горения, приемлемая длина факела, отсутствие шума, удобство обслуживания и простота автоматизации.

## Литература

1. Эстеркин Р.И. Промышленные парогенерирующие установки. – Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1980. – 400 с .

## Содержание

5. Топочные устройства.....	1
5.1. Основные характеристики топочных устройств.....	1
5.2. Классификация методов сжигания топлива.....	3
5.3. Топки для сжигания жидкого топлива.....	15

5.4. Топки для сжигания газа .....	17
Литература .....	19