



**ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА**  
**ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОТЛАМ ТЭС**  
**(Рекомендованный стандарт)**

## Содержание

1. Термины и определения	3
2. Задачи технической политики относительно котельного оборудования	6
3. Общие технические требования к котлам	6
4. Требования к топливу	7
5. Требования к поверхностям нагрева котла	10
6. Требования к материалам	12
7. Требования к системам пылеприготовления	17
8. Требования к топкам и горелочным устройствам	21
9. Требования к тягодутьевым машинам	24
10. Требования к системам шлакозолоудаления	24
11. Требования к организации ремонтов котлов и вспомогательного котельного оборудования	25
12. Пути повышения эффективности эксплуатации и ремонтов котельного оборудования.	27

## 1. Термины и определения

**Вихревая топка стационарного котла (вихревая топка)** — камерная топка стационарного котла с многократной циркуляцией топливоздушнoй смеси, которая достигается специальной формой стен топки, компоновкой горелок и способом подачи топлива и воздуха.

**Вихревая горелка котла (вихревая горелка)** — горелка котла, в которой потоки топливоздушнoй смеси и (или) воздуха закручиваются с помощью завихрителя.

**Горелка предварительного смешения** — горелка котла, внутри которой обеспечивается перемешивание топлива в воздухе.

**Камерная топка стационарного котла (камерная топка)** — топка стационарного котла, в которой пылевидное, жидкое или газообразное топливо сжигается в факеле.

**Котел** — устройство, в котором для получения пара или нагрева воды с давлением выше атмосферного, потребляемых вне этого устройства, используется теплота, выделяющаяся при сгорании органического топлива, протекании технологического процесса, преобразовании электрической энергии в тепловую, а также, теплота отходящих газов.

**Котельная установка** — это совокупность котла и котельного вспомогательного оборудования. В котельную установку могут входить кроме котла тягодутьевые машины, устройства очистки поверхностей нагрева, топливоподача и топливоприготовление в пределах установки, оборудование шлако- и золоудаления, золоулавливающие и другие газоочистные устройства, не входящие в котел газозахвачивающие, трубопроводы воды, пара и топлива, арматура, гарнитура, автоматика, приборы и устройства контроля и защиты, а также относящееся к котлу водоподготовительное оборудование и дымовая труба.

**Номинальная паропроизводительность котла** — наибольшая паропроизводительность, которую котел должен обеспечивать в длительной эксплуатации при сжигании основного топлива или подводе номинального количества теплоты при номинальных значениях параметров пара и питательной воды с учетом допускаемых отклонений.

**Номинальное давление пара в котле** - давление пара, которое должно обеспечиваться непосредственно за паро-перегревателем, а при его отсутствии — непосредственно перед паропроводом к потребителю пара при номинальной паропроизводительности стационарного котла.

**Номинальная температура пара в котле** — температура пара, которая должна обеспечиваться непосредственно за пароперегревателем стационарного котла, а при его отсутствии — непосредственно перед паропроводом к потребителю пара при номинальных значениях давления пара, температуры питательной воды и паропроизводительности с учетом допускаемых отклонений.

**Парковый ресурс** — установленный нормативным документом Минэнергоуголь и согласованный Госгорпромнадзором Украины срок в часах наработки (циклах нагрузки) оборудования (или его элементов) данного типа, после окончания которого для обеспечения дальнейшей эксплуатации необходимо экспертное обследование оборудования в соответствии с требованиями действующей нормативной документации.

**Производственное предприятие или ПП** — производственная единица основной функцией которой является производство угольной продукции (Шахтоуправление, ЦОФ), производство электрической и тепловой энергии (ТЭС, ТЭЦ), поставка электроэнергии (РОЭ) и передача электроэнергии (РЭС, ВЭС, ГЭС), поставка и передача тепловой энергии (РТС).

**Пробное давление в котле** — давление, при котором стационарный котел подвергается гидравлическому испытанию на прочность и плотность, устанавливаемое в соответствии с правилами Госгорпромнадзора .

**Прямоточная горелка котла (прямоточная горелка)** — горелка для подачи топливовоздушной смеси и воздуха в топку котла без закрутки потоков.

**Пылесистема** – комплекс оборудования, предназначен для размола, сушки, дозирования и транспорта к горелкам пылеугольного топлива

**Расчетное давление в котле** — давление, принимаемое при расчете элемента стационарного котла на прочность.

**Рабочее давление пара в котле** — давление пара непосредственно за пароперегревателем или при его отсутствии на выходе из стационарного котла при расчетных режимах.

**Специализированная организация** – субъект хозяйствования, который имеет разрешение Госгорпромнадзора Украины на проведение технического осмотра и испытания оборудования.

**Теплоэлектростанция или ТЭС** – Производственное предприятие задачей которого является производство и отпуск в сеть электрической энергии (как вспомогательный продукт также и тепловой энергии).

**Циклонная топка стационарного котла (циклонная топка)** — камерная топка стационарного котла, в которой основная масса топлива сжигается во вращающемся топливовоздушном потоке, создаваемом в циклонном предтопке.

**Экспертное обследование (техническое диагностирование)** – комплекс работ по определению технического состояния, условий и срока дальнейшей безопасной эксплуатации оборудования с учетом режима работы, а также определению необходимости в проведении ремонта, модернизации, реконструкции или вывода с эксплуатации.

*Аббревиатуры, используемые в настоящих требованиях:*

**ГЗУ** – газозолоудаление

**БЩУ** – блочный щит управления

**КТЦ** – котло-турбинный цех

**ММ** – молотковая мельница

**НТД** – нормативно-техническая документация

**ПП** – производственные предприятия

**ПН** – поверхности нагрева котла

**ЛМиС** – лаборатория металлов и сварки

**ПСУ** – питатель сырого угля

**ТО** – техническое обслуживание

**ТЭО** – технико-экономическое обоснование

**ТОиР** – технического обслуживания и ремонтов

**ЦНИ** – цех наладки и испытаний

**ШБМ** – шаробаробанная мельница

## 2. Задачи технической политики относительно котельного оборудования

- 2.1 Задачи технической политики относительно котлов и котельного оборудования
  - 2.1.1 Организация поддержания параметров технического состояния котельного оборудования на уровне близком к проектным либо превосходящем проектные показатели.
  - 2.1.2 Сокращение количества, с последующим исключением использования газа для подсветки факела.
  - 2.1.3 Применение инновационных подходов при проведении ремонтов и реконструкций котлов.
  - 2.1.4 Внедрение передовых технологий при проведении ремонтов, реконструкций и технического перевооружения.
  - 2.1.5 Продление паркового ресурса котельного оборудования.
  - 2.1.6 Непрерывное совершенствование технологии ремонтов, внедрение новых подходов в проведении технического обслуживания и ремонтов.
  - 2.1.7 Оптимизация расходов, связанных с эксплуатацией и ремонтом котлов.
  - 2.1.8 Достижение европейских норм экологической безопасности по выбросам в атмосферу.
  - 2.1.9 Непрерывное повышение технического и технологического уровня надежности и безопасности котельного оборудования.

## 3. Общие технические требования к котлам

- 3.1 Техническая политика в отношении котельного оборудования не противоречит и разработана во исполнение действующих нормативных документов:
  - 3.1.1 ГКД 34.20.661-2003 «Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей»;
  - 3.1.2 ГКД 34.20.507-2003 «Техническая эксплуатация электрических станций и сетей. Правила»;
  - 3.1.3 Правилам устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов;
  - 3.1.4 Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды;
  - 3.1.5 Правилам устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением не более 0,07МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) и водогрейных котлов с температурой воды нагрева воды не выше 388 град. К (115 °С);
- 3.2 По рабочему давлению паровые стационарные котлы разделяются на:
  - 3.2.3 низкого давления – менее 1,0 МПа(10 кгс/см<sup>2</sup>);
  - 3.2.4 среднего давления – от 1 МПа до 10 МПа(от 10 до 100 кгс/см<sup>2</sup>);
  - 3.2.5 высокого давления – от 10 до 22,5 МПа(от 100 до 225 кгс/см<sup>2</sup>) включительно;
  - 3.2.6 сверхкритического давления – более 22,5 МПа(более 225 кгс/см<sup>2</sup>).

## 4. Требования к топливу

- 4.1 Основным топливом для тепловых электростанций является каменный уголь антрацитовой группы либо газовой группы.
- 4.2 Главным условием наряду с соответствием химического состава топлива является обеспечение соответствующей проекту фракции топлива на входе в бункера сырого угля, а также недопустимость попадания вместе с топливом в тракт пылеприготовления посторонних предметов: щепы, металла, резины, пластика и прочих.

- 4.3 От характеристики проектного топлива зависят технологические и конструкторские решения при проектировании, строительстве и эксплуатации систем пылеприготовления, а также режимы работы котлов.
- 4.4 Перевод котла на сжигание топлива, отличающегося от проектного, возможен при организации безаварийного, взрывобезопасного режима пылесистем (соблюдения параметров работы пылесистем для соответствующего вида топлива).
- 4.5 Перед переходом на сжигание топлива, с параметрами, отличающимися от проектных, должен быть проведен специализированной организацией тепловой расчет котла, и выдано заключение о возможности использования данного вида топлива с применением конструктивных изменений либо без них. Особо в отчете должен рассматриваться топочный режим, работа горелок, заполнение топочных камер, а также обеспечение необходимой температуры выхода жидкого шлака (для топок с жидким шлакоудалением). На основании данного отчета **ЦНИ** должны быть разработаны и выданы на **БЩУ** режимные карты котлов для работы на данном топливе.
- 4.6 Количество теплоты, выделяющееся при сгорании единицы массы или объема топлива, является его основной теплотехнической характеристикой. Различают высшую и низшую теплоту сгорания топлива. Высшей теплотой сгорания  $Q_B$  называют количество теплоты, которое выделяется при сгорании 1 кг твердого или жидкого и 1 м<sup>3</sup> газового топлива при условии конденсации водяных паров и охлаждении всех продуктов сгорания до 0 °С.
- 4.7 Низшая теплота сгорания  $Q_H$  отличается от высшей на теплоту испарения влаги топлива и влаги, образующейся при горении водорода. В энергетических установках влага в продуктах сгорания остается в парообразном состоянии и теплота, затраченная на ее испарение, теряется. Чем больше влажность топлива, тем меньше  $Q_H$ . Паровые котлы одинаковой производительности могут потреблять существенно разное количество топлива, так как его теплота сгорания у разных видов изменяется в широких пределах. Для сравнения экономичности работы электростанций и упрощения расчетов при сжигании разных видов топлива введено понятие условного топлива, имеющего теплоту сгорания 29,33 МДж/кг или 7000 ккал/кг.
- 4.8 Технические характеристики твердых топлив
- 4.8.1 Обеспечение экономичного сжигания топлив в паровых котлах зависит от знания и правильного учета ряда определяющих характеристик топлива, к которым, кроме теплоты сгорания, относятся зольность, влажность, выход летучих веществ.
- 4.8.2 Зольность. Минеральные примеси содержатся во всех видах твердого топлива. Большая их часть не связана с органической массой топлива. По происхождению примеси можно разделить на внутренние, накопившиеся в пластах топлива в процессе его образования, и внешние, попавшие в топливо из окружающей породы при его добыче.
- При сжигании топлива его минеральная часть подвергается высокотемпературному преобразованию. Сложные минеральные соединения типа глинистых минералов  $Al_2O_3 \times 2SiO_2 \times 2H_2O$ , полевых шпатов  $K_2O \times Al_2O_3 \times 6 SiO_2$ , сульфатов и карбонатов  $CaSO_4 \times 2H_2O$ ,  $CaMg(CO_3)_2$  и другие подвергаются разрушению с частичным доокислением за счет кислорода воздуха. В результате остаток после сгорания топлива — зола — состоит в основном из ряда окислов:  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$  и оказывается в среднем на 10 % меньше исходной минеральной массы топлива. Процентное количество золового остатка по отношению к навеске натурального топлива называют зольностью топлива. Свойства золы играют большую роль в

организации работы парового котла. Мельчайшие твердые частицы золы подхватываются потоком топочных газов и уносятся из топочной камеры, образуя летучую золу. Часть золы, расплавленной в ядре факела, выпадает в низ топочной камеры или прилипает к ограждающим стенам топки и при затвердевании образует шлаки, т.е. твердые растворы минералов, химический состав которых может отличаться от состава летучей золы. Особое значение при организации процесса сжигания топлива имеют характеристики плавкости золы. Температуры плавления отдельных минералов и их сплавов сильно различны и находятся в пределах  $2900 \div 600$  °С. Поэтому плавление золы не происходит при какой-либо определенной температуре, а представляет процесс постепенного размягчения от твердого до жидкого состояния с ростом температуры. Температуры плавления золы определяют стандартным методом конусов, когда из золы прессуется пирамидка с заданными размерами и помещается в печь. В процессе нагрева отмечают следующие характерные значения температуры:

$t_1$  — начало деформации, когда появляется первое изменение формы пирамидки,  $t_1 = 1000 \div 1200$  °С;

$t_2$  — размягчение, когда вершина пирамидки касается основания или принимает каплеобразную форму,  $t_2 = 1100 \div 1400$  °С;

$t_3$  — жидкоплавкое состояние, соответствующее началу растекания по плоскости,  $t_3 = 1200 \div 1500$  °С.

Основным показателем поведения шлака является его вязкость.

Нормальное течение расплавленного шлака, находящегося в истинно-жидком состоянии, вдоль вертикальной или наклонной стенки имеет место при вязкости менее 200 П (пуаз). Температуру жидкого шлака, при которой он свободно вытекает из отверстия, называют температурой нормального жидкого шлакоудаления  $t_{н.к.}$  Температуры плавкости золы и характерные коэффициенты вязкости приводятся в таблицах энергетических топлив.

В процессе горения большая часть минерального состава топлива превращается в мелкую уносимую потоком газов летучую золу. В топках с различным тепловым режимом горения и шлакоудаления доля уноса летучей золы аун меняется от  $0,85 \div 0,95$  до  $0,2 \div 0,4$ . Остальная часть в виде шлака выпадает в нижнюю часть топки и удаляется из-под нее:  $ашл = 1 - аун$ . Увеличение зольности топлива и количества летучей золы в потоке газов требует установки более дорогих золоулавливающих устройств после котла для защиты воздушного бассейна от загрязнения. При этом уменьшают скорости газов в конвективных газоходах во избежание истирания труб, а загрязнение поверхностей нагрева частицами золы ухудшает теплообмен. Все это делает конструкцию котла более громоздкой.

**4.8.3** Выход летучих веществ и коксовый остаток. Если сухую навеску твердого топлива положить в тигель и постепенно нагревать в инертной среде без доступа воздуха, то будет происходить уменьшение ее массы. При высоких температурах происходит разложение кислородсодержащих молекул топлива с образованием газообразных веществ, получивших название летучие вещества. Выход летучих веществ из твердых топлив происходит в интервале температур  $110 - 1100$  °С. Наибольший выход (до 95 %) имеет место при температуре до  $800$  °С. Поэтому условно за выход летучих веществ твердых топлив принимают уменьшение массы навески топлива после выдержки в тигле при  $t = 850 \pm 25$  °С в течение 7 мин, отнесенное к горючей массе топлива  $V_r$ , %.

Поскольку выход летучих веществ, прежде всего, определяется содержанием кислорода в топливе, то он тем больше, чем топливо моложе. Так, у бурых углей  $V_r = 45 \div 50$  %, каменных  $V_r = 25 \div 40$  %, а у антрацитов  $V_r = 3 \div 4$  %. Твердый горючий остаток после выхода летучих называется коксом. Он может быть плотным (спекшимся) или

порошкообразным. В воздушной среде кокс воспламеняется при  $t = 900 \div 1200$  °С. Летучие вещества, выделившиеся из топлива, обеспечивают более раннее воспламенение кокса, так как они сами воспламеняются при более низкой температуре, чем коксовый остаток ( $350 \div 600$  °С), быстро повышая тем самым температуру коксовых частиц. Их влияние особенно велико на начальной стадии горения топлива. Чем выше выход летучих веществ, тем быстрее воспламеняется топливо и тем полнее оно выгорает.

- 4.8.4 Влажность. Различают внешнюю, адсорбционную, капиллярную и внутреннюю влагу. Все виды влаги, кроме внутренней, удаляются из топлива при нагреве до  $102 \div 105$  °С. Внутренняя или кристаллогидратная влага прочно связана с минеральной частью топлива, входя в состав кристаллов вещества. В твердом ископаемом топливе содержится в основном адсорбционная влага, определяемая адсорбирующей способностью сложных коллоидов органической массы топлива. Наибольшей адсорбционной способностью обладают торф, бурые угли и ряд молодых каменных углей. Адсорбционная способность топлива «определяет его гигроскопическую влажность  $W_{ги}$ . Косвенно эта влажность также характеризует возраст топлива: она тем меньше, чем топливо старше. Так, у бурых углей содержание  $W_{ги} = 10 \div 13$  %, а у антрацитов  $W_{ги} = 1,5 \div 2,5$  %. Знание  $W_{ги}$  необходимо для оценки допустимой влажности угольной пыли во избежание слипания частиц (при повышенной ее влажности) или взрывоопасности пересушенной пыли.

Внешняя или механически удерживаемая влага остается в топливе после контакта с водой и сохраняется на поверхности за счет смачивания. Ее количество зависит от степени измельчения топлива и внешних условий при транспорте и хранении топлива. Капиллярная влага определяется пористостью структуры топлива.

Большая влажность рабочей массы топлива вызывает много трудностей при сжигании. Снижается теплота сгорания, растут расходы топлива и объемы продуктов сгорания, увеличиваются потери теплоты с уходящими газами и затраты энергии на привод дымососов. Увеличение влажности газов вызывает усиление коррозии металла воздухоподогревателя, приводит к повышенному загрязнению поверхности нагрева. В тракте доставки топлива и при его переработке нарушается нормальное движение топлива вследствие потери сыпучести, а в зимнее время топливо смерзается.

- 4.8.5 Маркировка твердых топлив. Топливам присваиваются различные марки в зависимости (главным образом) от количества влаги в рабочей массе топлива (бурые угли) и выхода летучих веществ (каменные угли).

Так, бурые угли разделяются на три группы: Б1 — с содержанием влаги  $W_p > 40\%$ ; Б2 — при  $W_p = 30 \div 40$  % и Б3 — при  $W_p < 30$  %. В основу маркировки каменных углей положены выход летучих веществ и характеристика кокса.

Мелкие фракции топлива (отсевы), остающиеся после сортировки добываемого топлива, получают дополнительное буквенное обозначение: Ш — штыб, топливо размером фракций от 6 мм и менее; СШ — семечко со штыбом, топливо с размером фракций от 13 мм и менее; Р — рядовой, несортированное топливо. Так, распространенными являются топлива типа АШ — антрацит-штыб и ГСШ — газовый уголь, семечко со штыбом.

## 5. Требования к поверхностям нагрева котла

- 5.1 Целью технической политики в части поверхностей нагрева является обеспечение их надежности, безопасности, реализации заявленных технико-экономических показателей и заявленного заводом - изготовителем срока эксплуатации.
- 5.2 Поверхности нагрева, как важный элемент, определяющий надежность котла (энергоблока), нуждаются в профилактическом техническом обслуживании.
- 5.3 На каждой ТЭС строится Программа профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева.
- 5.4 Программа профилактического технического обслуживания поверхностей нагрева котлов на ТЭС должна строиться по двум параллельным направлениям
- 5.4.1 Обеспечение текущей (немедленной) надежности поверхностей нагрева котлов.
- 5.4.2 Создание условий, обеспечивающих длительную (перспективную) надежность (увеличение ресурса) поверхностей нагрева котлов.
- 5.5 Наряду с выявлением и устранением повреждений труб поверхностей нагрева и предупреждающей превентивной заменой дефектных участков из зон "риска", выявленных на основании статистико-аналитического подхода и дефектации (визуальной и инструментальной), в системе профилактического технического обслуживания значительная роль должна отводиться исключению (смягчению) негативных проявлений от недостатков организации эксплуатации).
- 5.6 Формирование единой идеологии предприятия по заменам поверхностей нагрева: по состоянию металла, а не по количеству повреждений на одну поверхность (повреждения необходимо свести к минимуму).
- 5.7 Признаками пригодности для возможности или невозможности дальнейшей эксплуатации поверхностей нагрева являются фактическая величина критериев и степень их соответствия нормативным значениям, а также совокупное влияние на надежность работы, безопасность эксплуатации и экономичность обследуемого оборудования.
- 5.8 Критерием замены является состояние металла, а не частота повреждений, приходящихся на одну поверхность, которые пополняется за счет недостатков эксплуатации, выраженных нарушениями температурного и водно-химического режима, а также недостатками в организации защиты металла поверхностей нагрева котлов при длительных простоях из-за несоблюдения требований консервации оборудования и т.д.
- 5.9 Исключение необоснованной замены металла, который по своим физико-химическим свойствам соответствует требованиям длительной прочности и мог бы еще оставаться в эксплуатации.
- 5.10 Организация дефектации труб ПН.  
Для повышения надежности котлов на электростанции должны быть организованы работы по дефектации и прогнозированию ресурса работы труб ПН. Организация работ по дефектации труб ПН возлагается на главного инженера ТЭС. Ответственными подразделениями за дефектацию являются **КТЦ** и **ЛМиС**. Приказом по электростанции назначается специальная группа (комиссия) по дефектации ПН под председательством главного инженера. Требования к организации работ по дефектации и прогнозированию ресурса работы труб ПН устанавливаются Инструкцией, разработанной ТЭС и утвержденной главным инженером.

- 5.11 Экспертное обследование поверхностей нагрева.  
По исчерпанию расчетного ресурса поверхностей нагрева с целью принятия решения о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации или необходимости ремонта, замены и др., проводится экспертно-техническое диагностирование поверхностей нагрева. Расчетный ресурс труб поверхностей нагрева устанавливается лабораторией металлов и сварки ТЭС с учетом опыта эксплуатации.
- 5.12 Анализ повреждаемости ПН. Лаборатория металлов и сварки ТЭС систематизирует и анализирует причины повреждения металла и участвует в разработке мероприятий по обеспечению надежности эксплуатации оборудования.
- 5.13 Регулярный контроль за выполнением мероприятий по снижению повреждаемости поверхностей нагрева котлов.  
При составлении мероприятий по снижению повреждаемости поверхностей нагрева - параллельно с первоочередными мероприятиями по дефектации и превентивной замене, составляются мероприятия направленные на исключения отклонений от требований ПТЭ и другой НТД при эксплуатации поверхностей нагрева котлов, совершенствованием организации эксплуатации котлов, контролем эксплуатационных нарушений, разработкой и принятием мероприятий по их снижению.
- 5.14 Формирование концепции «щадящей» эксплуатации котлов (энергоблоков)
- 5.14.1 Исключение из регламента пусков практики подхвата факела.
- 5.14.2 Сведение к минимуму числа гидравлических опрессовок пароводяного тракта (особенно пробным давлением). Гидравлические испытания поверхностей нагрева должны быть организованы таким образом, чтобы уменьшить опасность развития дефектов в оборудовании, возникающих из-за специфики условий гидравлических испытаний.
- 5.14.3 Исключение из практики форсированных (с целью ускорения допуска) расхолаживаний тракта котла водой.
- 5.14.4 Полная автоматизация ведения температурного режима.
- 5.14.5 Внедрение химико-технологического мониторинга и тд.

## 6. Требования к материалам

- 6.1 Общие требования к материалам
- 6.1.1 Для изготовления и ремонта котлов, пароперегревателей, экономайзеров и их элементов, предназначенных для работы под давлением, должны применяться материалы, указанные в таблицах 1, 2, 3, 4 и 5 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66 «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов».
- 6.1.2 Некоторые стандарты, указанные в НПАОП 0.00-1.60-66, в настоящее время пересмотрены или заменены новыми. Применение материалов по стандартам, пересмотренным или вышедшим взамен указанных в НПАОП 0.00-1.60-66, для определенных параметров (температура, давление) может быть допущено только в том случае, если качественные показатели этих материалов не ниже показателей, предусмотренных для тех же параметров НПАОП 0.00-1.60-66.
- 6.1.3 Применение материалов для работы с параметрами, превышающими установленные для них в таблицах, а также применение материалов, не указанных в таблицах, допускается министерством, в ведении которого находится проектная организация, на основании положительных заключений соответствующих научно-исследовательских

организаций по металловедению, сварке и котлостроению и по согласованию с Госгорпромнадзором Украины.

- 6.1.4 Применение материалов, перечисленных в таблицах 1-5 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66, изготовленных по НТД, не указанных в этих таблицах, кроме оговоренных п. 6.1.2 настоящих требований, допускается при положительном заключении специализированной научно-исследовательской организации, если требования этих НТД будут не ниже, чем требования НТД, указанных в таблицах 1-5 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66.
- 6.1.5 Качество и свойства материалов и полуфабрикатов должны удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТ, ДСТУ и технических условий, что должно быть подтверждено сертификатами заводов-поставщиков, оформленными в соответствии с НТД на изготовление. В сертификате должен быть указан также режим термической обработки, которой был подвергнут полуфабрикат на заводе-поставщике.
- 6.1.6 Трубы из легированных сталей должны подвергаться стилископированию и иметь отличительную окраску по всей длине.
- 6.2 Требования к стали новых марок
- 6.2.1 При рекомендации сталей новых марок для изготовления элементов котлов, пароперегревателей и экономайзеров должны быть представлены данные о механических, физических и технологических свойствах (включая свариваемость, а для стали, предназначенной для работы при температуре 500° С и более также жаропрочность и окалиностойкость), полученные путем испытаний образцов из полупромышленных плавок стали рекомендуемой марки.
- 6.2.2 Для стали аустенитного класса должны быть, кроме того, представлены данные о стойкости против межкристаллитной коррозии.
- 6.2.3 Механические свойства должны быть исследованы в температурном интервале от 20°С до температуры, не менее чем на 50°С превышающей наивысшую рекомендуемую рабочую температуру. Температура испытаний должна выбираться из условия получения четкой зависимости изменения прочностных характеристик стали от температуры, однако интервалы температур должны быть не более 50° С, а в области выше рабочих температур — не более 25° С.
- 6.2.4 Величина отношения предела текучести к пределу прочности металла для всех деталей (кроме крепежа) при температуре 20° С должна быть не более: 0,6 — для углеродистой стали; 0,7 — для легированной стали. Для крепежа из легированных сталей указанное отношение должно быть не более 0,8.
- 6.2.5 Если сталь предназначена для работы при высоких температурах, вызывающих ползучесть, то должны быть предъявлены опытные данные для установления значений предела длительной прочности (для 100 000 и 10 000 часов) и условного предела ползучести при соответствующих температурах, включая температуры, для которых сталь рекомендуется.
- 6.2.6 Число проведенных кратковременных и длительных испытаний, продолжительность последних, а также количество исследуемых плавок должны быть достаточными для определения соответствующих расчетных характеристик прочности стали, зависимости от их температуры и оценки пределов разброса этих характеристик с учетом размеров полуфабрикатов (толщина стенки) и технологического разупрочнения (гибка, сварка) и предусмотренных в технических условиях на рекомендуемую сталь отклонений по химическому составу и режиму термической обработки (должны быть испытаны плавки с наихудшим химическим составом с точки зрения ползучести в пределах марочного содержания легирующих элементов).

- 6.2.7 При испытании на длительную прочность новых материалов, предназначенных для работы при температуре выше 450° С, должен быть проверен ресурс пластичности (относительное удлинение).
- 6.2.8 Стабильность свойств стали должна быть подтверждена данными испытаний стали после старения различной продолжительности и при соответствующих температурах.
- 6.2.9 Характер изменения пластических свойств жаропрочной стали с течением времени должен быть представлен зависимостью величины относительного удлинения при длительном разрушении стали от времени и температуры.
- 6.2.10 В случае склонности стали к структурным изменениям в процессе эксплуатации должны быть представлены данные испытаний, характеризующие указанные изменения и влияние их на свойства стали.
- 6.2.11 Возможность применения стали должна быть подтверждена данными по ударной вязкости в зависимости от времени пребывания при рабочих температурах с учетом режима термической обработки и технологии изготовления.
- 6.2.12 Чувствительность жаропрочных сталей к наклепу (например, при холодной гибке) должна быть оценена по изменению пластических свойств при длительном разрушении путем сравнительных испытаний наклепанных и ненаклепанных образцов на длительную прочность. Сталь аустенитного класса должна быть исследована на чувствительность к межкристаллитной коррозии.
- 6.2.13 Сталь, предназначенная для барабанов котлов и их элементов, находящихся в соприкосновении с водой, должна быть испытана на ударную вязкость на образцах, подвергнутых наклепу и последующему старению, а также на усталостную прочность.
- 6.2.14 Для жаропрочной стали должны быть представлены данные, характеризующие интенсивность ее окисления на воздухе, в среде продуктов сгорания топлива и в перегретом паре. Эти данные должны быть получены при разных температурах, в том числе и при температуре, превышающей на 100° С наивысшую температуру, допускаемую для этой стали.
- 6.2.15 Свариваемость стали при существующих видах сварки должна быть подтверждена данными испытаний сварных соединений, выполненных по рекомендуемой технологии с применением соответствующих присадочных материалов. Результаты испытаний должны обеспечивать надежную оценку прочностных, пластических и других свойств сварного соединения и степени влияния на эти свойства технологии сварки (включая режим термической обработки) и других факторов. Для жаропрочных сталей должны быть представлены данные по значению длительной прочности сварных соединений, а также по степени их разупрочнения и охрупчивания в околосварной зоне вследствие температурного цикла сварки и на склонность к локальным разрушениям сварных соединений.
- 6.2.16 Для стали новой марки должны быть представлены следующие данные по физико-механическим свойствам:
- а) значение модуля упругости при различных температурах;
  - б) значение среднего коэффициента теплового расширения в соответствующих интервалах температур;
  - в) значение коэффициента теплопроводности при соответствующих температурах.
- 6.2.17 Заводами-изготовителями полуфабрикатов или соответствующими специализированными организациями должна быть подтверждена возможность изготовления соответствующих полуфабрикатов из стали рекомендуемой марки в необходимом сортаменте с соблюдением установленного уровня свойств стали.

### 6.3 Листовая сталь

- 6.3.1 Листовая сталь, применяемая для изготовления и ремонта элементов, работающих под давлением, должна выплавляться мартеновским способом или в электропечах.
- 6.3.2 Область применения листовой стали различных марок, объем и виды обязательных испытаний должны соответствовать данным, указанным в таблице 1 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66.
- 6.4 Стальные трубы
- 6.4.1 Для элементов, работающих под давлением, должны применяться трубы из спокойной стали, выплавленной мартеновским способом или в электропечах. Область применения труб из стали различных марок, объем и виды обязательных испытаний должны соответствовать указаниям таблице 2 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66.
- 6.4.2 Применение труб, сверленных из поковок, поставляемых по специальным техническим условиям, должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 2 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66, а также требованиям, предъявляемым к поковкам (см. подраздел 6.5).
- 6.4.3 Применение труб с продольными сварными швами из сталей марок, указанных в таблице 2 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66, разрешается при поставке труб по специальным техническим условиям, согласованным с Госгортехнадзором Украины, и с обязательным контролем качества сварного шва по всей его длине ультразвуковой дефектоскопией или другим эффективным способом контроля. Остальные требования к видам и нормам обязательных испытаний качества и свойств сварных труб должны быть не ниже установленных для бесшовных труб из стали той же марки.
- 6.5 Поковки
- 6.5.1 Поковки должны изготавливаться из спокойной стали, выплавленной в мартеновских или в электрических печах.
- 6.5.2 Область применения поковок из сталей различных марок, объем и виды обязательных испытаний должны соответствовать указаниям таблице 3 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66. Поковки и детали, штампованные из листовой стали (крышки лючков, лазов, фланцы и т. п.), должны удовлетворять требованиям п. 6.3.1. настоящих требований.
- 6.6 Стальные отливки
- 6.6.1 Литые фасонные детали должны отливаться из стали, выплавленной мартеновским способом или в электрических печах.
- 6.6.2 Область применения отливок, изготовленных из сталей различных марок, объем и виды обязательных испытаний должны соответствовать данным, указанным в таблице 4 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66.
- 6.6.3 Количество испытываемых отливок из партии, а также место отбора проб металла для изготовления образцов определяются соответствующими стандартами и техническими условиями на стальное литье.
- 6.6.4 Каждая полая отливка должна подвергаться гидравлическому испытанию под пробным давлением согласно ГОСТ 356-80 или техническим условиям. Отливки, предназначенные для паровой арматуры с рабочим давлением 100 кгс/см<sup>2</sup> и более, должны подвергаться в выборочном порядке испытанию паром при рабочих параметрах. Количество отливок, испытываемых паром, устанавливается техническими условиями или заводом-изготовителем отливок.

## 6.7 Котельные связи, заклепки

- 6.7.1 Котельные связи и анкера должны изготавливаться из прутковой стали марок Ст2сп и Ст3сп по ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005 и из стали 20 по ГОСТ 1050-88 с испытаниями, предусмотренными этим стандартом.
- 6.7.2 Заклепки должны изготавливаться из стали марок Ст2сп и Ст3сп по ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005. Прутки для изготовления заклепок должны удовлетворять требованиям ГОСТ 499—70.

## 6.8 Крепежные детали

- 6.8.1 Болты, шпильки, гайки и шайбы должны изготавливаться из стали марок, указанных в государственных стандартах на фланцы и в таблице 5 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66 с соблюдением условий применения по температуре и давлению рабочей среды.
- 6.8.2 Применять кипящую сталь для изготовления крепежных деталей элементов котлов не допускается.
- 6.8.3 Виды и нормы испытаний стали на качество должны отвечать требованиям стандартов и технических условий на сталь соответствующих марок и табл. 5 Приложения 1 НПАОП 0.00-1.60-66.

## 6.9 Чугунные отливки и цветные металлы

- 6.9.1 Применение чугунных отливок для элементов котлов, пароперегревателей и экономайзеров допускается:

- а) для предохранительных и обратных клапанов, запорных устройств в зависимости от рабочего давления, температуры и условного прохода согласно таблице 1, применять спускную и продувочную арматуру из серого чугуна запрещается;

**Таблица 1 – Марки чугуна**

Рабочее давление среды, кгс/см <sup>2</sup> (не более)	Температура среды, ° С (не выше)	Условный проход, мм (не более)	Марка чугуна
8	300	300	Не ниже СЧ15
13	300	200	по ГОСТ 1412-85
20	300	100	По ГОСТ 1215-79

- б) для спускной и продувочной арматуры с рабочим давлением не более 15 кгс/см<sup>2</sup> и температурой пара не выше 300° С – из ковкого чугуна марок по ГОСТ 1215-79;

- в) для труб поверхностей нагрева, коллекторов и камер экономайзеров, установленных у котлов с рабочим давлением не более 23 кгс/см<sup>2</sup> – из чугуна марки не ниже СЧ15 по ГОСТ 1412-85.

- 6.9.2 Соединение чугунной арматуры с элементами котла должно быть выполнено только на фланцах.

- 6.9.3 Чугунная арматура должна подвергаться гидравлическому испытанию под пробным давлением по ГОСТ 356-80.

- 6.9.4 Чугунные элементы экономайзера испытываются на заводе-изготовителе под давлением, равным двукратному рабочему давлению в экономайзере. Рабочее давление в экономайзере принимается на 25% выше рабочего давления в котле при котором экономайзер установлен.

- 6.9.5 Бронза и латунь допускаются к применению для изготовления деталей арматуры и контрольно-измерительных приборов, работающих при температуре среды не выше 250° С.
- 6.9.6 Гидравлическое испытание такой арматуры производится по ГОСТ 356-80.
- 6.10 Нормативные ссылки к разделу 6
  - 6.10.1 НПАОП 0.00-1.60-66 «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов».
  - 6.10.2 ГОСТ 356-80 «Арматура и детали трубопроводов. Давления условные, пробные и рабочие. Ряды».
  - 6.10.3 ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005 «Сталь вуглецева звичайної якості. Марки».
  - 6.10.4 ГОСТ 1050-88 «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия».
  - 6.10.5 ГОСТ 499-70 «Сталь углеродистая горячекатанная для заклепок. Технические требования».
  - 6.10.6 ГОСТ 1412-85 «Чугун с пластинчатым графитом для оливок. Марки».
  - 6.10.7 ГОСТ 1215-79 «Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия».

## 7. Требования к системам пылеприготовления

- 7.1 Главным условием при проектировании, наладке и эксплуатации систем пылеприготовления является обеспечение взрывопожаробезопасности при всех режимах работы оборудования. Данные меры оговорены в «Инструкции по обеспечению взрывобезопасности топливоподач и установок для приготовления и сжигания пылевидного топлива» СО 153.-34.03.352-2003.
- 7.2 Для определения достоверных характеристик топлива при проектировании, реконструкции либо переводе пылесистемы на топливо, отличающееся от проектного, необходимо привлекать специализированную организацию.
- 7.3 Тонкость и влажность пыли должна быть задана производителем котельной установки в зависимости от организации горения в топочной камере, влажность пыли учитывается при составлении теплового баланса котла.
- 7.4 Выбор типа мельницы производится в зависимости от вида топлива, его коэффициента размолоспособности, выхода летучих веществ и паропроводительности котла.
- 7.5 Выбор схемы пылеприготовления определяется видом топлива, его приведенной влажностью, количеством влаги, которое необходимо испарить в процессе сушки, типом мельницы, типом топочного устройства, производительностью котла и характером его нагрузки.
- 7.6 В замкнутых пылесистемах с прямым вдуванием применяются молотковые, среднеходные, а также мельницы-вентиляторы. Схемы с прямым вдуванием с шаровыми барабанными мельницами применяются для котлов, работающих с базовой нагрузкой. В системах с пылевыми бункерами используются шаровые барабанные и молотковые мельницы. Допускается также применение других типов мельниц.
- 7.7 Разомкнутые индивидуальные системы пылеприготовления целесообразны для влажных бурых углей. В этих системах рекомендуется применение молотковых мельниц, допускается также применение мельниц-вентиляторов. Разомкнутые индивидуальные системы могут быть также применены для каменных углей с

молотковыми, среднеходными и шаровыми мельницами, а для АШ – с шаровыми барабанными мельницами.

- 7.8 В системах с пылевым бункером трубопроводы влагоотсоса могут включаться в пылепроводы, работающие под разряжением в любом месте, удобном по компоновочным соображениям.
- 7.9 На электростанциях мощностью 25 МВт и выше при установке на котле одной мельницы должна быть осуществлена связь по пыли между соседними пылесистемами. При установке на котле двух мельниц должна быть предусмотрена связь по пыли с соседним котлом.
- 7.10 На течках пыли под циклонами устанавливаются щепоуловители.
- 7.11 В случаях, когда подогрев воздуха после воздухоподогревателя выше, чем требуется для мельницы, целесообразно в качестве присадки к горячему воздуху использовать слабо подогретый воздух из промежуточной ступени воздухоподогревателя. Необходимость использования в качестве сушильного агента горячего воздуха или смеси его с газами, отбираемыми из котлоагрегата, определяется по необходимости поддержания содержания кислорода (для определенных видов топлива) а также по результатам теплового расчета системы пылеприготовления. При недостаточной температуре горячего воздуха осуществляется отбор газов из топki.
- 7.12 В пылесистемах, работающих под разряжением должны применяться износоустойчивые рабочие колеса мельничных вентиляторов, защита от абразивного износа может выполняться различными способами(применение наплавки, вставок из специальных сплавов, износоустойчивых полимерных пластин и пр.).
- 7.13 В пылесистемах для равномерного распределения пыли рекомендуется применять симметричное разветвление пылепроводов со специальными распределителями.
- 7.14 Надежная и экономичная работа пылеприготовительной установки возможна лишь при поступлении в нее достаточно сыпучего, предварительно раздробленного топлива, максимально освобожденного от щепы, металла и колчедана.

Угли, сланцы и фрезерторф при влажности, превышающей среднюю на 3-6%, теряют свойства сыпучести. Поступление такого топлива в котельное отделение приводит к налипанию его на поверхности оборудования, а также к застреванию его в бункерах.

При проектировании установок на влажных замазывающих топливах следует для тракта топливоподачи предусматривать мероприятия, обеспечивающие устранение явлений потери сыпучести топлива (отопление тракта и пр.)

Предварительное дробление угля повышает надежность, производительность и экономичность пылеприготовительной установки. Поэтому на топливах с содержанием кусков угля более 15 мм следует предусматривать дробильные устройства. Схема этих устройств и тип применяемого оборудования должны обеспечивать получение качества дробления.

Для повышения надежности установки необходимо предусматривать максимальное освобождение от щепы и металла. На тракте топливоподачи должны быть установлены щепоуловители, а при молотковых, среднеходных мельницах а также мельницах-вентиляторах – металлоуловители.

При размоле топлив, содержащих повышенное количество колчедана, целесообразно предусматривать отделение его для защиты среднеходных, молотковых мельниц и мельниц – вентиляторов от износа, а шаровых барабанных мельниц от

заколчеданивания. Отделение колчедана уменьшает также шлакование топки и понижает загрязнение атмосферы сернистым газом.

- 7.15 Применяются дисковые, ленточные, скребковые, шнековые и пластинчатые питатели сырого угля, которые во избежание пыления должны быть закрытого типа.

Питатели топлива, устанавливаемые к мельницам, работающим под наддувом, должны быть плотными и выдерживать давление не менее 500 мм.вод.ст., а предназначенные для котельных агрегатов, работающих при давлении в топке до 450 мм.вод.ст., должны выдерживать давление не менее 1000 мм.вод.ст.

Дисковые питатели применяются только для сыпучих, незамазывающих топлив. Для влажных, замазывающих топлив целесообразно применение ленточных, скребковых и пластинчатых питателей. Для мельниц, работающих под давлением применяются шнековые питатели. Для фрезерторфа используются пластинчатые и скребковые питатели.

Регулирование количества топлива, поступающего в мельницу для новых и реконструированных пылесистем производится изменением количества оборотов электродвигателя с помощью частотного преобразователя.

- 7.16 После ПСУ целесообразно устанавливать отходоуловитель с целью предупреждения попадания посторонних предметов в мельницу и сепарации колчедана.

- 7.17 Сечение течи сырого топлива от бункера к питателю должно быть не менее сечения выходной горловины бункера. Течи должны по возможности выполняться вертикальными, допускается наклон течек не менее  $75^{\circ}$  к горизонту.

Течи для влажных углей должны выполняться по возможности вертикальными. Допускается наклон течек для этих углей, но не менее  $60^{\circ}$  к горизонту при условии их обогрева. Для сухих топлив допускается снижение угла наклона течек до  $50^{\circ}$ .

Течка сырого угля от бункера к питателю во избежание застрявания топлива должна иметь свободный выход снизу. Шибер, регулирующий слой топлива, при установке ленточных, скребковых или пластинчатых питателей выполняется сбоку течки.

При работе установки под разрежением во избежание подсоса воздуха через течку сырого угля весь тракт топливоподачи должен быть максимально уплотнен. При применении открытых ленточных питателей для ШБМ, ММ и труб – сушилок на течке сырого угля должна устанавливаться конусная мигалка. Во избежание замазывания ее топливом под конус подается горячий воздух по трубопроводу диаметром не менее 60 либо мигалка устанавливается непосредственно над коробом горячего воздуха. При применении плотных дисковых, шнековых, скребковых либо пластинчатых питателей мигалки не ставятся.

Для мельниц, работающих под давлением, тракт топливоподачи должен быть особенно плотным. Во избежание выбивания пыли в помещение топливоподачи над питателем предусматривается постоянный столб топлива. При давлении в мельнице 300-400 мм.вод.ст. постоянная высота столба топлива в бункере и течке должна быть 4-5м, при меньшем давлении достаточна высота 2-3м. Для вывода ПСУ в ремонт предусматривается отсекающий шибер на течке за ПСУ к мельнице. Также при работе пылесистемы под давлением на течке сырого угля к мельнице необходимо устанавливать лепестковую мигалку, во избежание проникновения большого количества горячего воздуха в питатель и бункер.

- 7.18 Устройство для нисходящей сушки топлива выполняется в виде участка воздухопровода или газопровода, размещаемого перед мельницей и имеющего патрубки для поступления сушильного агента и сырого топлива, а в установках с ШБМ – патрубки возврата и рециркуляции сушильного агента.

Высота подсушивающего устройства для всех типов мельниц должна быть не менее 2 м. Чем она больше, тем лучше условия подсушки топлива. Уголь на входе в подсушивающее устройство рекомендуется подавать рассредоточено и без значительных начальных скоростей. Сечение устройства для нисходящей сушки выбирается исходя из скорости сушильного агента 12-20 м/с. Величина скорости выбирается из располагаемого напора и по компоновочным соображениям.

- 7.19 Забор дымовых газов для сушки топлива производится из топки или из газохода котла, обычно за пароперегревателем. При заборе газов из топки получают более высокие температуры перед подсушивающим устройством, короткие газопроводы и меньший присос холодного воздуха.

Размеры газозаборного окна выбираются исходя из скорости газов 12-20 м/сек. Экранные трубы, расположенные против окна, должны быть отведены в стороны, допускается отвод экранных труб через одну в глубь топки.

- 7.20 Смешивать дымовые газы с горячим воздухом следует в непосредственной близости от газозаборного окна. Сечение воздухопровода, подводящего горячий воздух к газам, выбирается по данным теплового расчета, исходя из минимальной влажности топлива, которое может поступать в установку.

Для обеспечения нормальной работы газопроводов от топки до мельницы необходимо:

- 7.20.1 газопровод выполнять плотным с минимальным количеством поворотов, прегибов, без сужения его на каких либо участках;
- 7.20.2 внутреннюю футеровку выполнять устойчивой для работы с температурой газов до 900 °С;
- 7.20.3 газопровод применять такого сечения, чтобы скорость газозаборной смеси в нем не превышала 25 м/с.

- 7.21 Сепараторы пыли выполняются двух типов СПЦ – для взрывобезопасных топлив и СПЦВ – для взрывоопасных. Последние снабжаются взрывными клапанами.

- 7.22 Бункера пыли должны выполняться металлическими или железобетонными с гладкой внутренней поверхностью и такой формы, которая обеспечивает возможность полного спуска из них топлива самотеком.

Углы между стенками бункеров пыли должны быть плавно закруглены. Угол наклона стенок бункеров к горизонтали должен быть не менее 60°.

Внутри бункеров запрещается иметь какие-либо выступы, на которых может оседать и задерживаться топливо.

- 7.23 Направлениями повышения экономических показателей является реконструкция систем пылеприготовления с применением новых типов мельниц и схем пылеприготовления. Таких как применение схем работы под наддувом, на прямом вдувании пыли в топку, применении современных статических или динамических сепараторов, применения оперативного регулирования тонины помола для оптимизации топочного режима во всем диапазоне нагрузок энергоблока, и т.д.

## 8. Требования к топкам и горелочным устройствам

- 8.1 Горелки при соответствующем размещении их на стенах топки должны обеспечивать
- 8.1.1 Ввод в топку твердого или газообразного топлива и воздуха в количестве, необходимом для работы котла в эксплуатационном диапазоне нагрузок.
- 8.1.2 Эффективное смешение топлива с воздухом, устойчивое воспламенение и заданную экономичность сжигания топлива при рекомендованных значениях тонкости пыли и температуры горячего воздуха, без сепарации пыли, при отсутствии коррозии, эрозии и шлакования поверхностей нагрева, размещенных в топке.
- 8.1.3 Малое образование окислов азота.
- 8.2 Все элементы горелок должны надежно работать в течении не менее 12000 ч.
- 8.3 Горелки должны быть просты в изготовлении и удобны при ремонте и монтаже.
- 8.4 Конструкция горелок должна допускать безостановочный переход с твердого топлива на газ и наоборот.
- 8.5 Допускается одновременная работа одной части пылеугольных горелок только на твердом топливе, а другой только на газе. При одноярусном расположении рекомендуется чередовать горелки, а при многоярусном – ярусы горелок, через которые подается газ или пыль (нижние ярусы с пылью при жидком шлакоудалении, нижние ярусы с газом при твердом шлакоудалении).
- 8.6 Горелки с одним каналом вторичного воздуха должны обеспечивать снижение нагрузки до 70% от номинальной без отключения части горелок, горелки с двумя каналами вторичного воздуха – до 50 % от номинальной нагрузки.
- Диапазон снижения нагрузок без отключения горелок при схемах пылеприготовления с прямым вдуванием уточняется с учетом условий работы размольного оборудования.
- Идентичность гидравлических характеристик горелок должна быть обеспечена технологией изготовления. Допускается расхождение величин коэффициентов гидравлического сопротивления  $\pm 5\%$ .
- 8.7 Конструкция входных коробов горелки должна обеспечивать равномерное распределение потока по кольцевому сечению каналов и не должна допускать предварительного закручивания потока в коробах, для чего следует устанавливать стабилизирующие перегородки.
- 8.8 Компоновка воздухопроводов и пылепроводов должна обеспечивать равномерную раздачу воздуха и топлива по гребкам. Отклонение расхода от средней величины должно быть не более  $\pm 5\%$ . Подсоединение воздухо- и пылепроводов к выходным патрубкам горелки не должно сказываться на ее гидравлических характеристиках.
- 8.9 Воздухопроводы вторичного воздуха к каждой горелке ( при индивидуальном подводе) или к группе горелок ( при расположении завихряющих устройств в общем коробе) должны быть снабжены устройствами для измерения расхода воздуха с целью проведения коррекции в условиях эксплуатации.
- 8.10 Регулирующие шибера первичного и вторичного воздуха должны иметь электрический либо пневматический привод. Управление шиберами должно осуществляться с БЩУ. Если конструкция горелок не допускает прекращения подачи воздуха при работе котла, на соответствующих шиберах должны быть организованы механические ограничители закрытия.

- 8.11 Горелка, у которой потоки воздуха (первичный и вторичный или только вторичный) закручиваются с помощью завихрителя, называется вихревой.
- 8.12 По способу подачи в топку первичного и вторичного воздуха и по конструкции завихрителей пылеугольные горелки классифицируются
- 8.12.1 Улиточно-лопаточные с улиточным завихрителем первичного воздуха и лопаточным завихрителем вторичного воздуха.
- 8.12.2 Двухулиточные — с улиточными завихрителями первичного и вторичного воздуха.
- 8.12.3 Лопаточно-лопаточные — с лопаточными завихрителями первичного и вторичного воздуха.
- 8.12.4 Прямоточно-улиточные - с прямоточным вводом в топку первичного воздуха и с улиточным завихрителем вторичного воздуха.
- 8.12.5 Прямоточно-лопаточные — с прямым вводом в топку первичного воздуха и с лопаточным завихрителем вторичного воздуха.
- 8.13 Лопаточные завихрители подразделяются на аксиальные и тангенциальные. Завихрители могут быть с неподвижными или поворотными лопатками.
- 8.14 Вихревые пылеугольные и пылегазовые горелки в зависимости от количества каналов первичного и вторичного воздуха подразделяются на следующие три типа
- 8.14.1 Одноканальные по первичному и вторичному воздуху.
- 8.14.2 Одноканальные по первичному и двухканальные по вторичному воздуху (двухпоточные) с независимой регулировкой и отключением любого из каналов вторичного воздуха.
- 8.14.3 Двухканальные по первичному и вторичному воздуху (сдвоенные) с независимой регулировкой любого из каналов.
- 8.15 Вихревые пылегазовые горелки по способу подачи газа подразделяются на три типа: с промежуточной подачей, с периферийной подачей и с центральной.
- В горелках с промежуточной подачей газа выход газовых струй осуществляется между каналами первичного и вторичного воздуха в спутный или сносящий потоки воздуха.
- При подаче газа в спутный поток воздуха оси газовых сопел располагаются на цилиндрической поверхности, коаксиальной поверхностям труб пылевоздушной смеси и вторичного воздуха, при этом направление выхода газовых струй совпадает с направлением струй вторичного воздуха.
- При подаче газа в сносящий поток газовые струи пересекают воздушный поток, при этом проекции осей газовых сопел на радиальные плоскости располагается под углом к оси горелки.
- В горелках с периферийной подачей газа выход газовых струй производится от периферии горелки к центру в сносящий поток воздуха.
- В горелках с центральной подачей газа выход газовых струй осуществляется от центра горелки к периферии в сносящий поток воздуха.
- 8.16 Конструкция пылегазовых горелок выбирается из условий сжигания твердого топлива, при этом газовые элементы пылегазовых горелок не должны искажать аэродинамику пылевой части и ухудшать условия зажигания и горения пылевидного топлива.
- 8.17 Горелки мощностью 50 МВт и более должны выполняться двухпоточными или сдвоенными. ( в схемах с прямым вдуванием – при подключении двух мельниц к одной горелке).

- 8.18 В канале пылевоздушной смеси при сжигании антрацитов, полуантрацитов, тощих и каменных углей с выходом летучих менее 30% должны устанавливаться аксиальные лопаточные либо улиточные завихрители. Для бурых и каменных углей с выходом летучих более 30% завихрители могут не устанавливаться.
- Для закрутки вторичного воздуха рекомендуются аксиальные или тангенциальные лопаточные завихрители.
- 8.19 Растопочные устройства пылеугольных и пылегазовых горелок должны работать на жидком топливе или газе.
- 8.20 Форсунки должны обеспечивать не менее 30% номинальной тепловой мощности топки. При одноярусном расположении горелок обязательна установка форсунок в каждой горелке. При многоярусном расположении горелок допускается устанавливать форсунки не на всех горелках, однако их установка во всех горелках нижнего яруса обязательна.
- 8.21 Растопочное устройство должно быть приспособлено не только для растопки котла, но и для подхвата пылеугольного факела при его потускнении.
- 8.22 При растопке котла на газе и промежуточной подаче последнего воздух подается по каналам аэросмеси и вторичного воздуха.
- 8.23 Пылевые и пылегазовые горелочные устройства должны быть снабжены: запально-защитным устройством с автоматическим или дистанционным управлением (которое должно быть приспособлено для зажигания растопочной мзутной форсунки и газового факела пылегазовой горелки), газоплотной гляделкой, обеспечивающей возможность наблюдения за факелом горелки.

## 9. Требования к тягодутьевым машинам

- 9.1 Тягодутьевые машины и мельничные вентиляторы, которыми оборудованы котлы тепловых электростанций, подразделяются по своему назначению на дутьевые вентиляторы, вентиляторы горячего дутья, мельничные вентиляторы, дымососы, дымососы рециркуляции газов, дымососы инертных газов .
- 9.2 Конструктивно тягодутьевые машины выполняются центробежными и осевыми. Центробежные тягодутьевые машины выполняются одностороннего и двустороннего всасывания. Осевые дымососы и вентиляторы, установленные на котлах, выполняются двухступенчатыми.
- 9.3 В качестве приводов тягодутьевых машин применяются односкоростные или двухскоростные короткозамкнутые электродвигатели, а также паровые турбины.
- 9.4 Регулирование производительности и давления тягодутьевых машин осуществляется преимущественно направляющими аппаратами, а при наличии двухскоростного электродвигателя — дополнительно путем ступенчатого изменения частоты вращения. Регулирование мельничных вентиляторов, как правило, производится шибером во всасывающем тракте. Воздуходувка энергоблока 800 МВт, где приводом служит паровая турбина, регулируется путем плавного изменения частоты вращения последней. Также для регулирования производительности тягодутьевых машин в последнее время находят применение гидромуфты с переменным числом вращения выходного вала и схемы питания асинхронных двигателей с частотными преобразователями.

- 9.5 Вибрационное состояние **ТДМ** должно удовлетворять нормам ПТЭ, а также паспортным данным и местным инструкциям.
- 9.6 На всех вновь водимых **ТДМ**, а также на **ТДМ**, прошедших реконструкцию должен быть применен стационарный виброконтроль, показания которого должны быть выведены на щиты управления. Также обязательно должны быть реализованы сигнализация о повышении вибрации механизма, и защиты действующие на останов механизма при достижении предельных значений вибрации. Для всех остальных **ТДМ** должен быть разработан план поэтапной реализации вышеперечисленных мер.
- 9.7 С целью повышения качества эксплуатации подшипников **ТДМ**, учитывая современные требования производителей оборудования и возможности производителей **ГСМ** на ТЭС компании для вновь вводимого оборудования применяются современные смазочные материалы, также производится поэтапный переход современные типы масел на оборудовании которое эксплуатируется с соблюдением требований правил, ГОСТ и других стандартов.

## 10. Требования к системам шлакозолоудаления

- 10.1 Для удаления золы на пылеугольных блоках применяется система гидрозолоудаления либо пневмозолоудаления.
- 10.2 Для удаления шлака применяются системы гидроудаления.
- 10.3 Переход на сухое удаление золы является приоритетом для ТЭС. Данный подход позволит сэкономить значительные материальные средства а также положительно повлиять на экологическую обстановку в районе размещения ТЭС, за счет отказа от сооружения дополнительных золоотвалов. Реализация сухой золы, которая является сырьем для строительной промышленности, является дополнительным источником финансовых средств.
- 10.4 Эксплуатацию систем гидрозолошлакоудаления и формирование инструкций на эксплуатацию **ГЗУ** ТЭС осуществлять, помимо прочих **НТД**, с соблюдением требований СОУ-Н ЕЕ 27.507:2007.
- 10.5 При работе систем **ГЗУ** важную роль играет обеспечение устойчивости к абразивному износу элементов систем. Применяются комплекты внутренних корпусов багерных насосов из специальных износостойчивых чугунов и сталей. Производится футеровка золошлакопроводов (золошлакоотводящих лотков) путем применения современных износостойких футерующих материалов, с приоритетным показателем по истираемости ~0,02г/см<sup>2</sup> и менее (шлаковое литье по ТУ У 23.2-3553-7227-001:2012; каменное литье (исключительно при условии посадки вкладышей каменного литья на фиксирующий раствор и максимальной центровки по диаметру)). В качестве муфт, тройников, переходов и колен допускается применение износостойких неметаллических фасонных элементов и арматуры на основе резинотехнических изделий.

## 11. Требования к организации ремонтов котлов и вспомогательного котельного оборудования

- 11.1 Основным требованием к техническому обслуживанию и ремонту котлов и вспомогательного оборудования является обеспечение исправного состояния

оборудования и готовности его к работе на основе своевременного и качественного технического обслуживания и ремонта при минимальных затратах на их выполнение.

- 11.2 Система регламентирована нормативным актом - ГКД 34.20.661-2003 «Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей»
- 11.3 Достижение целей и требований ТОиР оборудования обеспечивается выполнением:
  - 11.3.1 технического обслуживания(ТО);
  - 11.3.2 текущего ремонта (ТР);
  - 11.3.3 среднего ремонта (СР);
  - 11.3.4 капитального ремонта (КР).
- 11.4 ТО в зависимости от периодичности, назначения и объема подразделяется на ежедневное, периодическое и сезонное, включает в себя
  - 11.4.1 Повседневный уход, проведение осмотров, систематическое наблюдение за исправным состоянием.
  - 11.4.2 Соблюдение эксплуатационных инструкций, правил техники безопасности.
  - 11.4.3 Устранение мелких неисправностей, не требующих остановки оборудования, регулировку, чистку и промывку.
- 11.5 ТО котлов и вспомогательного котельного оборудования ведется регулярно по плану, установленному с учетом местных условий и рекомендации заводов изготовителей.
- 11.6 Периодичность ремонта котлоагрегатов и тягодутьевых устройств определяется в зависимости от времени работы (наработки) в часах с учетом вида топлива, а остального котельно-вспомогательного оборудования в месяцах в зависимости от его функций в составе котельной установки, конструктивных особенностей, условий эксплуатации.
- 11.7 Периодичность ремонта котлоагрегатов корректируется в зависимости от результатов контроля интенсивности износа элементов котла, который проводится 1 раз в 4 года согласно требованиям Котлонадзора.
- 11.8 Исходными данными для разработки планов и графиков ремонта и ТО оборудования служат
  - 11.8.1 Ожидаемые данные о фактической наработке (в часа) или в календарном времени эксплуатации(в месяцах) на начало планируемого года со времени последнего проведения (или с начала эксплуатации) соответствующего вида ремонта, технического обслуживания.
  - 11.8.2 Ведомости дефектов и сметы капитальный (текущий) ремонт, модернизацию оборудования.
  - 11.8.3 Паспорта и заводские инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования.
  - 11.8.4 Замечания по результатам ТО, данные анализа отказов, аварий и других нарушений в работе оборудования.
  - 11.8.5 При составлении планов учитывать:
    - а) необходимость увязки сроков ремонта оборудования, непосредственно влияющего на объем основного производства, с планом ремонта технологического оборудования;
    - б) проведение ремонтов основного котельного оборудования в период минимальной нагрузки на него (летом);

- в) необходимость и возможность ремонта комплектующего оборудования узловым методом;
  - г) перед капитальным ремонтом основного оборудования должно быть предусмотрено время на проведение всех подготовительных работ.
- 11.9 Общее руководство организацией и проведением ТО и ремонта теплотехнического оборудования осуществляет лицо, ответственное за тепловое хозяйство предприятия. Главный инженер обязан обеспечить содержание теплотехнического оборудования в соответствии с требованиями нормативных документов, своевременное и качественное проведение **ППР**, обучение персонала.
- 11.10 Вывод из эксплуатации теплотехнического оборудования, не имеющего резерв, не допускается.
- Техническое обслуживание и текущий ремонт осуществляется силами персонала станции.
- Капитальный ремонт - силами внутреннего или внешнего подрядчика.
- 11.11 Ремонтные работы, связанные с изменением схем или конструкции оборудования, могут проводиться только по утвержденному проекту. Все изменения, выявленные и произведенные во время ремонта, необходимо вносить в паспорта, формуляры, схемы, чертежи и ремонтные журналы.
- 11.12 Для контроля качества выполнения ремонта оборудование перед сдачей в эксплуатацию подвергается соответствующим техническим испытаниям и измерениям.
- 11.13 При выходе оборудования из капитального ремонта составляется акт приемки, если проводились технические испытания, то к акту приемки прикладывается протокол технических испытаний.

## **12. Пути повышения эффективности эксплуатации и ремонтов котельного оборудования.**

- 12.1 Основными направлениями повышения эффективности работы котлов являются следующие организационные и технические мероприятия
- 12.1.1 Уплотнение элементов и узлов оборудования для уменьшения присосов воздуха в топку, систему пылеприготовления и газовый тракт котельных установок.
  - 12.1.2 Реконструкция низкотемпературных (хвостовых) поверхностей нагрева котлов для снижения температуры уходящих газов в пылеугольных котлах.
  - 12.1.3 Установка современных средств очистки поверхностей нагрева котлов от наружных золовых отложений (в основном аппаратов водяной обдувки экранов топки и паровой обдувки полурадикационных и конвективных поверхностей нагрева).
  - 12.1.4 Реконструкция поверхностей нагрева регенеративных воздухоподогревателей для повышения надежности и эффективности теплообмена.
  - 12.1.5 Реконструкция уплотнений регенеративных воздухоподогревателей.
  - 12.1.6 Применение рациональных схем сушки угля а также метало- и щепоулавливания.
  - 12.1.7 Режимные и конструктивные мероприятия для уменьшения шлакования и загрязнения поверхностей нагрева.
  - 12.1.8 Внедрение «сухой» расшлаковки поверхностей нагрева котлов.
  - 12.1.9 Применение частотного регулирования электродвигателей вращающихся механизмов котла.