

Раздел третий
ОБРАЩЕНИЕ С ЗОЛОШЛАКАМИ

3.2. Системы золошлакоудаления ТЭС

3.2.2. Золоудаление

3.2.2.3. Некоторые вопросы оптимизации схем систем пневмозолоудаления тепловых электростанций

Путилов В.Я., Путилова И.В., МЭИ (ТУ)

АННОТАЦИЯ

Представлены схемы установок пневмозолоудаления некоторых тепловых электростанций в России. Выполнена оценка влияния схем установок пневмозолоудаления на интегральные экономические показатели систем золошлакоудаления тепловых электростанций в целом. Приведены технические требования к схемам пневмозолоудаления, которым должны удовлетворять оптимальные системы пневмозолоудаления тепловых электростанций. Исследования выполнены сотрудниками Информационно-аналитического центра «Экология энергетики» и кафедры Котельных установок и экологии энергетики Московского энергетического института (технического университета).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Тепловые электрические станции, пневмотранспорт, золошлакоудаление.

1. СХЕМЫ УСТАНОВОК ПНЕВМОЗОЛОУДАЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В РОССИИ

В настоящее время около 15 % золошлаков, образующихся при сжигании энергетических углей на тепловых электрических станциях (ТЭС) в России, транспортируется системами пневмозолоудаления (ПЗУ), а в остальных случаях применяются системы гидрозолошлакоудаления (ГЗУ), в которых золошлаки транспортируются в виде пульпы низкой концентрации для размещения на гидрозолошлакоотвалах (ЗШХ).

Для успешного решения проблемы полезного использования золошлаков и нанесения минимального экологического воздействия на окружающую среду при производстве электрической и тепловой энергии необходимо применять системы сбора, транспортирования, отгрузки и складирования золошлаков без использования воды в качестве несущей среды.

На ТЭС России для сбора, отгрузки и внутреннего пневмотранспорта сухой золы применяются напорные, вакуумные, вакуумно-напорные и самотечные установки или их комбинации. Максимальная дальность транспортирования напорных установок внутреннего пневмотранспорта не превышает 1000 м. Шлаки при раздельном удалении золы и шлака подаются установками шлакоудаления на отдельные карты шлакоотвала, где обезвоживаются и отгружаются потребителям.

Одним из основных недостатков систем пневмозолоудаления является повышенный абразивный износ трубопроводов и оборудования пневмотранспортных установок.

Структурная схема традиционной системы золошлакоудаления при транспортировании золошлаковой пульпы на гидрозолоотвал без отгрузки сухой золы потребителям представлена на рис. 1. Такие системы ЗШУ имеют крайне неудовлетворительные экологические показатели. Вся масса золы и шлака совместно транспортируется и складывается в виде низкоконцентрированной золошлаковой пульпы. Водозоловое отношение по массе в системах ГЗУ находится в диапазоне от 10:1 до 50:1.

На рис.2 приведена блок-схема существующей системы золошлакоудаления Рефтинской ГРЭС. Этой схемой предусмотрена отгрузка потребителям части золы в сухом виде. Подобные схемы применяются на некоторых электростанциях России, где были построены установки отгрузки сухой золы (УОСЗ). Однако, основная масса золошлаков и на этих ТЭС складывается на ЗШХ в виде низкоконцентрированной золошлаковой пульпы. Подобные системы ЗШУ имеют также неудовлетворительные экологические показатели, которые, однако, несколько лучше, чем показатели предыдущей схемы. Один из недостатков таких систем ЗШУ заключается в том, что установка отгрузки сухой золы и пневмозолопроводы образуют тупиковую ветвь, т.е. УОСЗ не является транзитным технологическим узлом, для чего требуется дополнительный персонал по ее обслуживанию.

На Рефтинской ГРЭС общей мощностью 3800 МВт установлено 4 энергоблока по 500 МВт и 6 энергоблоков по 300 МВт каждый. В котлах сжигается экибастузский уголь с проектной зольностью около 42 %. Существующая емкость гидрозолоотвала обеспечивает работу станции на период до 2010 г. При ожидаемом объеме образования золошлаков 5 млн т в год задача реконструкции системы золошлакоудаления Рефтинской ГРЭС в соответствии с предъявляемыми требованиями вряд ли может быть удовлетворительно решена при сохранении существующей технологии транспортирования и складирования основной массы золы и шлака в виде низкоконцентрированной золошлаковой пульпы.

Были разработаны несколько сценариев организации золошлакоудаления и проведена предварительная эколого-экономическая оценка двух основных из них: остается и расширяется действующая система гидрозолошлакоудаления и создается сис-

тема с сухим удалением и складированием невостребованной потребителями части золы и шлака.

На рис.3 представлена блок-схема перспективной системы золошлакоудаления на примере Рефтинской ГРЭС.

Данная схема является наиболее экономически целесообразной, т.к., во-первых, зола и шлак удаляются раздельным способом, в результате чего не ухудшаются потребительские свойства золы, во-вторых, существует возможность отгрузки сухой золы и шлака потребителям, в-третьих, УОСЗ является транзитным технологическим узлом замкнутой цепи, не требующим наличия дополнительного персонала. Главным достоинством данной схемы по

сравнению с другими является минимальное воздействие системы золошлакоудаления на окружающую среду.

В основу разработки альтернативной системы ЗШУ был заложен основополагающий принцип — применение только лучших доступных технологий для эвакуации шлака из холодных воронок котлов, транспортирования, отгрузки потребителям и складирования летучей золы и шлака без использования воды в качестве несущей среды.

Сухой дробленый шлак отгружается потребителям или используется в качестве дренирующего материала при складировании невостребованной части золы на сухом золоотвале.

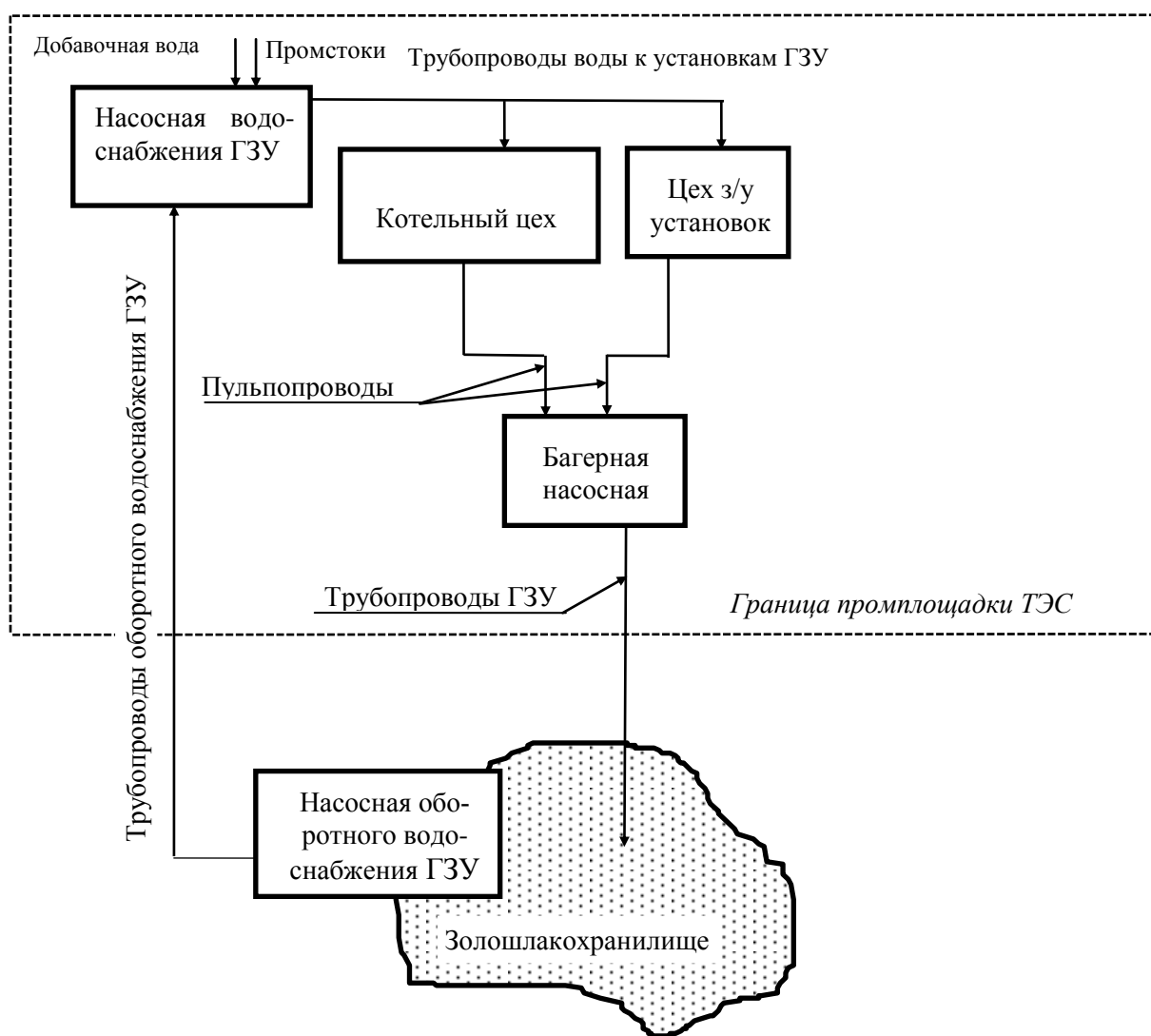


Рис.1. Блок-схема традиционной системы золошлакоудаления при транспортировании золошлаковой пульпы на гидрозолоотвал без отгрузки сухой золы потребителям.

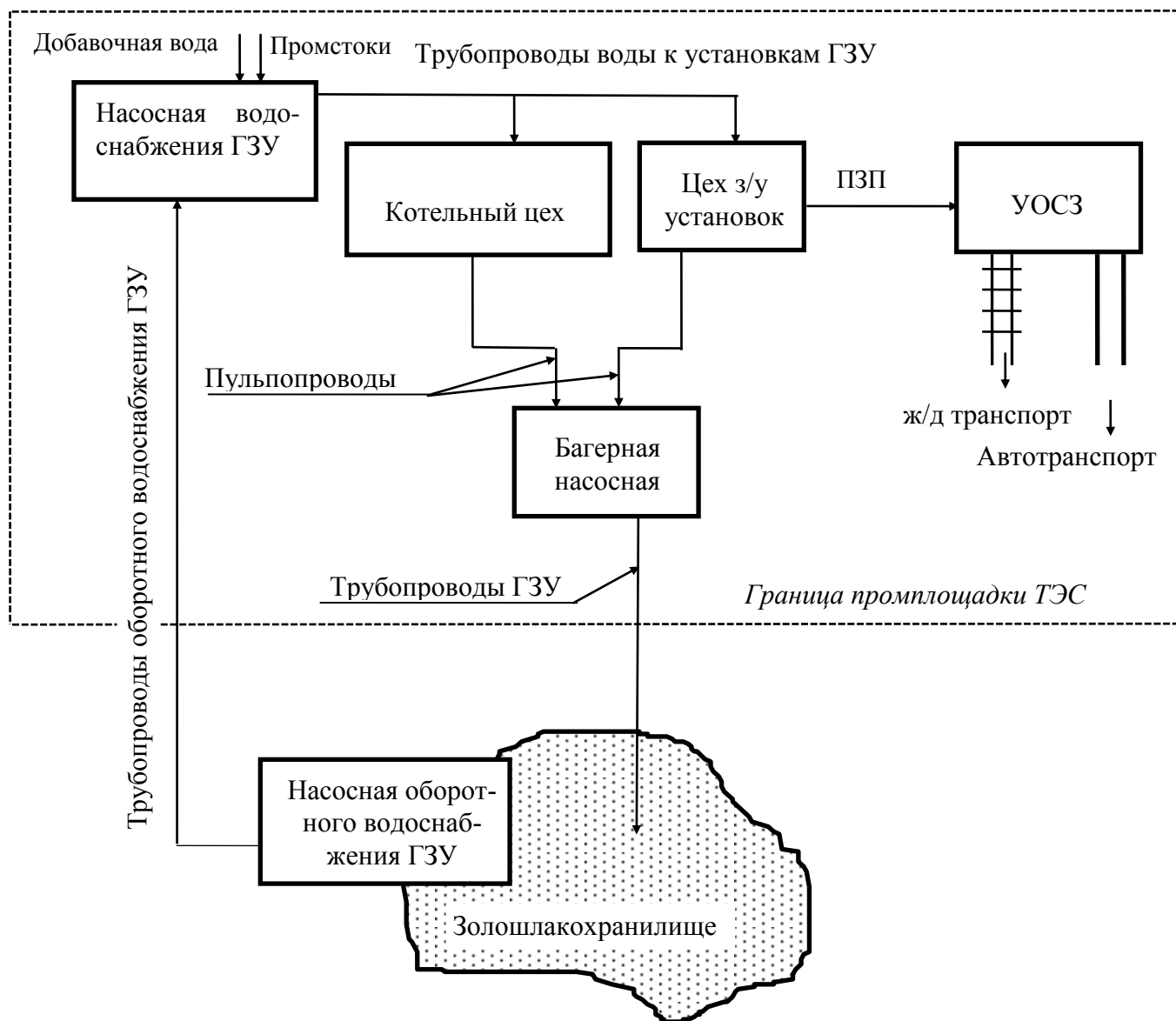


Рис. 2. Блок-схема существующей системы гидрозолошлакоудаления Рефтинской ГРЭС с отгрузкой части сухой золы потребителям

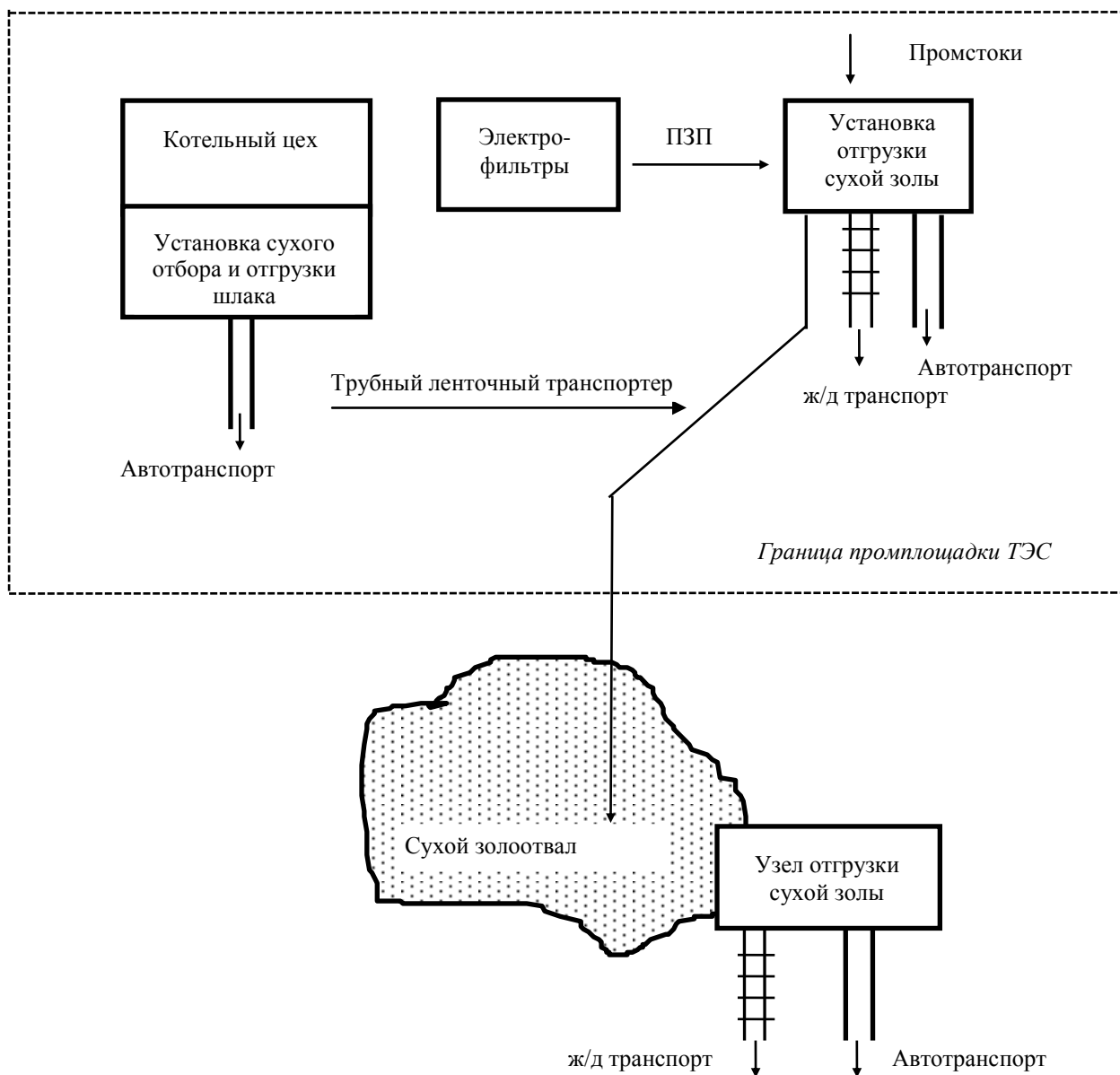


Рис. 3. Блок-схема перспективной системы золошлакоудаления на примере Рефтинской ГРЭС

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ПНЕВМОУДАЛЕНИЯ ЗОЛЫ ОТ КОТЛОАГРЕГАТОВ ТЭС

Технические требования, которым должны удовлетворять оптимальные системы пневмоудаления тепловых электростанций, разработаны в соответствии с [1].

2.1. Общие положения

Выбор схем и оборудования для систем пневмоудаления золы должен производиться по результатам сравнительного анализа технико-экономических и экологических показателей возможных вариантов устройства систем внутреннего и внешнего золошлакоудаления с учетом следующих основных факторов:

- объемов отгрузки золы существующим и потенциальным Потребителям в соответствии с техническими условиями на поставку золы;

- объемов и технологии складирования невостребованной части золы на золоотвалах;
- максимального часового и среднегодового выходов золы от золоулавливающих установок и их распределения по бункерам золоуловителей;
- химико-минералогического состава, радиоактивных и физико-механических свойств отдельных фракций и смеси золы;
- количества и размещения бункеров золоуловителей;
- дальности и условий транспортирования.

Для достижения оптимальных параметров работы пневмотранспортных систем необходимо производить индивидуальный расчет каждой установки.

2.2. Условия эксплуатации

2.2.1. Системы пневмоудаления золы и шлака.

Режим работы оборудования эвакуации золы из бункеров золоуловителей - непрерывный, круглосуточный в течение годового числа часов работы всех ко-

тельных установок ТЭС. Использование бункеров золоуловителей для накопления улавливаемой золы запрещено. Температура эвакуируемой из бункеров золы - 110-170°C (уточняется по данным ТЭС).

Режим работы оборудования пневмотранспорта золы и шлака от промбункеров до складов золы (УОСЗ) - непрерывный, круглосуточный в течение годового числа часов работы всех котельных установок ТЭС.

Температура транспортируемой золы 80-140°C (уточняется тепловым расчетом).

2.2.2. Свойства золы и шлака.

Физико-механические и радиоактивные свойства, гранулометрические и химико-минералогические составы шлака, смеси уловленной золы и ее фракций, а также возможные ограничения по использованию золошлаков для производства товарной продукции должны быть определены специализированными организациями, имеющими соответствующие лицензии. Кроме того, должен быть исследован рынок сбыта золы (смеси и по фракциям) и шлака для определения ожидаемых объемов их отгрузки с желательными потребительскими свойствами золы и шлака Потребителем. Указанные выше результаты исследований являются обязательной частью исходных данных на проектирование систем пневмоудаления, узлов и установок отгрузки сухой золы и шлака Потребителем и отгрузки ее на насыпные золоотвалы. При проектировании учитываются имеющиеся на ТЭС данные о вышеперечисленных характеристиках золы и шлака.

2.3. Требования к производительности

Производительность оборудования установок пневмоудаления золы от бункеров золоуловителей или промежуточных бункеров должна определяться исходя из максимального часового выхода золы из бункеров золоуловителей с учетом неравномерности ее поступления в бункера при работе котельной установки на номинальной нагрузке при сжигании топлива ухудшенного качества с максимальной зольностью. Коэффициент запаса производительности установок внутреннего пневмоудаления - не менее 1,25.

Производительность оборудования систем пневмоудаления шлака из холодильников котлов с топками с КС и ЦКС принимается по максимальному выходу шлака при работе котельной установки на номинальной нагрузке и сжигании топлива ухудшенного качества с максимальной зольностью с учетом аварийной разгрузки топки котла (по данным завода-изготовителя). Коэффициент запаса производительности установок внутреннего пневмоудаления шлака - не менее 1,25.

Производительность приемного оборудования силосного склада УОСЗ не должна быть меньше производительности установок внутреннего пневмотранспорта золы и шлака.

Производительность оборудования узла отгрузки сухой золы и шлака потребителям принимается в соответствии с объемами максимальной часовой отгрузки золы по потребительским свойствам Заказчикам с учетом согласованного с потребителями графиком поставки золы и прогноза отгрузки золы потенциальным Потребителем, составленного на основании исследования возможного рынка сбыта. Количество загрузочных устройств золы и шлака в автомобильный или железнодорожный транспорт потребителей должно быть не менее количества приемных устройств бункеров этого транспорта, а

их производительность должна обеспечивать загрузку транспорта в нормативные сроки.

Производительность узлов подготовки и отгрузки неостребованной части золы и шлака на насыпные золошлакохранилища принимается по максимально-часовому выходу золы и шлака при работе всех котельных установок ТЭС и отсутствии отгрузки сухой золы и шлака потребителям. Коэффициент запаса производительности оборудования - не менее 1,15.

Производительность установок внешнего трубопроводного или конвейерного транспорта золы и шлака на насыпные золошлакохранилища принимается по максимально-часовому выходу золы и шлака при работе всех котельных установок ТЭС и отсутствии отгрузки сухой золы и шлака потребителям. Коэффициент запаса производительности оборудования - не менее 1,15.

На складах сухой золы (шлака) аспирационные установки должны иметь производительность достаточную для очистки всего объема пневмотранспортирующего воздуха с учетом отключения части секций для проведения профилактических или ремонтных работ.

Очистка отработанного воздуха из промбункеров систем внутреннего пневмоудаления золы и шлака должна осуществляться специальными воздухоочистительными установками. Может быть предусмотрена возможность сброса отработанного воздуха в подводящие газоходы золоуловителей котельных установок.

Эксплуатация систем внутреннего и внешнего пневмоудаления золы и шлака с полностью отключенными системами очистки отработанного воздуха не допускается.

2.4. Требования к надежности, долговечности и резервированию оборудования

Срок службы основного оборудования (аэрожелобов, насосов, аспирационного, загрузочного оборудования, смесителей) - не менее 10 лет. Срок службы пневмопроводов - не менее 15 лет.

Резервирование оборудования внутреннего пневмоудаления установкой аппаратов гидросмыва непосредственно под каждым бункером золоуловителей и под холодильниками котлов с топками с КС и ЦКС, а также установкой резервного пневмотранспортного оборудования не требуется.

Емкость промежуточных бункеров систем пневмоудаления золы и шлака должна быть не менее шестичасового выхода золы и шлака с котельных установок ТЭС (при максимальной зольности топлива и номинальной нагрузке котлов).

Емкость силосного склада сухой золы (шлака) УОСЗ без резервной системы внешнего гидрозолошлакоудаления должна быть не менее трехсуточного максимального объема выхода золы (шлака).

Емкость склада сухой золы (шлака) УОСЗ с резервной системой внешнего гидрозолошлакоудаления должна быть не менее двухсуточного максимального объема выхода золы (шлака) с котлов ТЭС.

Насосное оборудование второй ступени комбинированных систем пневмоудаления (камерные и пневмовинтовые насосы, вакуум-насосы, высоконапорные струйные насосы), загрузочное оборудование складов золы и шлака, смесители узлов подготовки и отгрузки золы и шлака на отвалы должны иметь 100 % резервирование. Для систем, транспортирующих высокоабразивные золы и шлак (экибастузского, азейского, кузнец-

кого тощего, подмосковного углей, антрацитов, антрацитового штыба, промпродуктов обогащения и др.) необходимо иметь на складах дополнительные ремонтные насосы (при отсутствии гарантий поставщиков насосов по сроку их эксплуатации менее 5 лет).

2.5. Требования по ремонтпригодности

Размещение оборудования должно обеспечивать возможность беспрепятственного производства его технического обслуживания, текущего ремонта и замены в целом или отдельных его узлов с применением средств механизации. Применяемое оборудование систем пневмоудаления должно отвечать требованию восстановления его эксплуатационной пригодности в срок не более 4 часов при выполнении текущих ремонтов или замене изношенных деталей и узлов.

2.6. Требования к системам воздухообеспечения

Характеристики сжатого воздуха, используемого в системах напорного пневмотранспорта золы и шлака, должны соответствовать паспортным данным применяемого оборудования и расчетным параметрам систем пневмоудаления. Содержание капельной влаги и масла в сжатом воздухе перед пневмотранспортными системами категорически запрещено.

Режим работы компрессорных станций воздухообеспечения систем пневмоудаления золы и шлака должен соответствовать режиму работы систем пневмоудаления.

2.7. Требования к оснащению приборами контроля технологических процессов, средствами авторегулирования, защит, блокировок, сигнализации и дистанционного управления

Системы пневмоудаления, установки отпуска сухой золы Потребителям и отгрузки ее на насыпные золоотвалы должны быть оснащены приборами контроля технологических процессов, средствами авторегулирования, защит, блокировок, сигнализации и дистанционного управления в достаточном объеме для получения эксплуатационным персоналом непрерывной и достоверной информации о работе оборудования и протекании технологических процессов, исключения возможности возникновения аварийных ситуаций и обеспечения надежной и экономичной работы систем эвакуации, отгрузки и складирования золы и шлака, образующихся при работе ТЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Методические указания** по проектированию систем пневмоудаления золы от котлоагрегатов ТЭС, установок отпуска сухой золы потребителям и отгрузки ее на насыпные золоотвалы. РД 34.27.109-96. // Вишня Б.Л., Путилов В.Я. Екатеринбург, АО "Уралтехэнерго", 1997. 170 с.

Путилов В.Я., Путилова И.В. Некоторые вопросы оптимизации схем систем пневмозолоудаления тепловых электростанций // Материалы международного симпозиума по пневмотранспортным технологиям, 18–20 октября, 2007 г., Пекин, Китай, С. 137-146.