

культурно-бытового назначения, то они значительно их превышают. Кроме того, существенными недостатками существующей системы очистки являются значительный расход реагентов, громоздкость оборудования, необходимость хранить обезвоженный осадок. Поэтому необходимо провести исследования по усовершенствованию технологической схемы станции очистки сточных вод ОАО «Манотомь» для достижения наиболее эффективной очистки воды на предприятии, возможностью наиболее полного извлечения из шлама тяжелых металлов для утилизации и возврата очищенных сточных вод в оборотный цикл.

#### Список литературы:

1. Гарипова С.А. Очистка сточных вод гальванического производства от тяжелых металлов // Экология производства. – 2011. – М. 97. – № 10. – С. 66–79.
2. Технологическая инструкция. Очистка гальванических стоков. – Томск: ОАО «Манотомь», 2005. 30 с.
3. Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 N 644.

### Проблемы утилизации золых отходов энергетических станций в России и за рубежом

*Карпович М.К., Коротких А.Г.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

#### Введение

Среди промышленных отходов одно из первых мест по объемам занимают золы и шлаки от сжигания твердых видов топлива (уголь разных видов, горючие сланцы, торф) на тепловых электрических станциях. Огромные количества золы и шлака скопились в отвалах, занимающих ценные земельные угодья. Содержание золошлаковых отходов требует значительных затрат. В то же время золы и шлаки тепловых электрических станций можно эффективно использовать в производстве различных строительных материалов, что подтверждается многочисленными научными исследованиями и практическим опытом. Из зол и шлаков возможно производство большого количества строительных материалов, изделий и конструкций, необходимых при возведении жилых и промышленных зданий, сельскохозяйственных объектов, дорожных и гидротехнических сооружений и т.п.

Необходимость использования зол и шлаков диктуется не только экономическими соображениями, но и требованиями по охране окружающей среды. Золоотвалы способствуют загрязнению водного и воздушного бассейнов, приводят к изменению химико-минерального состава почв. Пыление так же загрязняет окружающую среду и влияет на здоровье людей.

В настоящее время использование золошлаковых отходов (ЗШО) в строительстве, в промышленности, в производстве строительных материалов, в сельском хозяйстве, да и в целом в России находится на низком уровне, причем в последнее время наблюдается спад ранее достигнутых показателей [1].

По данным [2] на территории России в золоотвалах хранится более 1,7 млрд. т ЗШО, которые занимают более 200000 га земли [3]. По прогнозам «...ожидается, что угли останутся до 2030 г. самым дешевым топливом на месте добычи.» [3], а значит и самым используемым. Значительный рост потребления угля на тепловых станциях будет сопровождаться увеличением ежегодного выхода ЗШО: «...так, за 2000–2005 гг. объём текущего выхода ЗШО увеличился с 28 млн. т. До 34 млн. т, или в 1.2 раза, то к 2020 гг. он возрастает до 56 млн. т или в 1.7 раза» [3]. В России потребление ЗШО в последние годы составляет примерно 4–10% от количества образующихся отходов. В развитых странах этот показатель находится на уровне 50%, во Франции и Германии – 70%, в Финляндии – около 90%, а в Нидерландах и Дании – 100% [6]. Там применяются в основном сухие золы, и проводится государственная политика, стимулирующая их использование. Так, в Польше резко повышена цена на землю под золоотвалы, поэтому ТЭЦ доплачивают потребителям с целью снизить собственные затраты на их складирование. В Китае золы доставляются потребителям бесплатно, а в Болгарии сама зола бесплатна. В Великобритании действуют пять региональных центров по сбыту зол.

#### Способы золошлакоудаления на тепловых электростанциях

Системы ЗШО можно разделить на: гидравлические, механические, пневматические и комбинированные.

Выбор системы ЗШУ определяется из технологических особенностей производства (вида шлака, способа очистки дымовых газов, свойств золы и шлака, расходов, наличие воды, необходимость использования), мест для размещения золошлакохранилища (ЗШХ), требований по экономичности работы ЗШУ и ее надежности, требований природоохранного законодательства, климатических условий, вопросов эксплуатации ЗШУ и отдельных узлов и др. [4].

Механические системы ЗШУ в настоящее время на мощных ТЭС не применяются. Они используются только в малых котельных [4].

Самая распространенная из этих систем – гидравлическая система ЗШУ. Она состоит из специальных каналов, пульпопроводов, смывных аппаратов, багерных насосов, специальных насосных, водоводов. В этой системе чаще всего используется совместная транспортировка золы и шлака на ЗШХ. В прямооточных схемах водоснабжения ГЗУ вода после механического осветления в прудах-отстойниках сбрасывается в естественные водоемы, что приводит к локальным загрязнениям водоемов токсичными и радиоактивными веществами и создает неблагоприятные условия для развития биоты.

В оборотных системах водоснабжения осветленная вода поступает в насосную оборотного водоснабжения, отсюда по трубопроводам подается к установкам удаления шлака из холодных воронок котлов и далее направляется к золоулавливающим установкам. Далее пульпа поступает в насосную станцию, откуда транспортируется по внешним трубопроводам в ЗШХ, то есть образуется замкнутый цикл.

В России выполняются преимущественно ГЗУ с совместным удалением золы и шлака. Реже, при наличии соответствующих требований к потребительским свойствам золы и шлака, применяется раздельная транспортировка.

Отгрузка шлака в таких схемах может производиться как на промплощадке ТЭС, так и за ее пределами. Тогда в состав оборудования узлов отгрузки дополнительно вводятся установки по обезвоживанию шлака и насосная станция для возврата осветленной воды.

Пневмогидравлические системы ЗШУ чаще всего применяются на крупных электростанциях, в которых улавливание золы осуществляется с помощью электрофильтров. В этой системе предусмотрено внутростанционное пневмогидравлическое удаление золы. Зола собирается пневмосистемами в промежуточный бункер и далее транспортируется по пневмозолопроводам (ПЗП) в установку по отгрузке сухой золы (УОСЗ). Если нет потребителей, то зола подается по каналам ГЗУ в насосную станцию, где смешивается со шлаком и в виде пульпы поступает на ЗШХ. Потребителям отгрузка сухой золы может осуществляться непосредственно из промежуточных бункеров или со склада сухой золы.

Достоинствами ГЗУ можно считать возможность непрерывного удаления большого количества ЗШО на дальние расстояния, надежность оборудования, совмещение охлаждения и транспортирования шлака. Но в свою очередь ГЗУ существенно загрязняют окружающую среду. К минусам ГЗУ относится образование твердых соединений в трубопроводах, способных привести к выходу системы из строя, абразивный и коррозионный износ оборудования, высокие финансовые и энергозатраты, большой расход воды, ухудшение свойств золы при контакте с водой, отчуждение больших площадей под золоотвалы, загрязнение гидросферы и атмосферы.

Если сравнить ГЗУ и систему пневмозолоудаления (ПЗУ), можно выделить ряд преимуществ последней:

- Уровень надежность ПЗУ не ниже, а при транспортировке высококальциевых зол даже выше, чем у ГЗУ;
- Регулирование производительности установок в широких пределах;
- Технологическая гибкость и адаптируемость без значительных затрат и в короткие сроки;
- Постоянство свойств золы;
- Отгрузка золы по группам фракций.

Недостатками являются:

- Невозможность транспортирования золы без промежуточных станций перекачки ( не более 3 км);
- Абразивный износ оборудования.

#### **Проблемы утилизации золных отходов на тепловых электростанциях**

Любая система золошлакоудаления наносит вред окружающей среде. Загрязнение водоемов, подземных вод, пыление, отчуждение больших площадей земли под золоотвалы значительно влияет на биоту и окружающую среду [7]. Непосредственно в зоне удаления ЗШО при гидрозолоудалении за счет протечек воды и пульпы рабочая среда загрязнена и требует

периодической очистки, что влияет на здоровье обслуживающего персонала. Зола является радиоактивной и требует грамотного хранения.

Для использования золы в производстве строительных и теплоизоляционных материалов, строительстве автодорог, добыче редкоземельных и ценных металлов, необходимо правильно ее удалять. В зольных отходах сконцентрировано большое количество соединений железа, алюминия, хрома, никеля, марганца, редких и рассеянных элементов: ванадия, германия, галлия. «At present coal fly ashes (CFA) are utilized in several applications fields such as cement and concrete production, agriculture and soil stabilization. However, their reuse is restricted by the quality parameters of the end-product or requirements defined by the production process» [8]. В процессе транспортировки происходит смешение золы с водой, в результате которого зола теряет ряд своих ценных свойств. Поэтому для дальнейшего продвижения технологии утилизации отходов необходимо на основании научных и прикладных работ разработать и ввести в работу перспективную технологическую схему переработки ЗШО. Одной из таких схем система сухого золошлакоудаления.

#### **Перспективные системы утилизации зольных отходов тепловых электростанций**

Перспективной системой ЗШО является сухое золошлакоудаление, позволяющее в дальнейшем использовать золу и шлак. Затруднением на пути перехода от ГЗУ к ПЗУ является необходимость использования воды для удаления шлака из холодной воронки. Решив эту проблему, мы получим систему, позволяющую в дальнейшем использовать золу и шлак в производстве.

Преимущества такой системы [6]:

- Технические преимущества
  - Вода не используется и реализуется «система шлакоудаления “с нулевым уровнем сбросов”»;
  - Тепло, выделяемое при выгорании  $\text{CO}_2$ , возвращается обратно в котёл, что способствует повышению КПД котла за счет снижения физической потери тепла со шлаком;
  - Система простая, экологически чистая, надёжная;
  - Низкие требования по техническому обслуживанию и эксплуатации;
  - Низкая стоимость технического обслуживания ленты и большой срок службы;
  - Нет отрицательно воздействия присосов воздуха в топку котла;
  - Сухой шлак имеет широкий спектр использования;
- Экономические
  - Отсутствуют затраты на воду;
  - Снижение затрат на обслуживание и эксплуатацию, ремонт;
  - Снижение углепотребления (за счет повышения КПД котла);
  - Низкое энергопотребление (снижение затрат на 30–70% , [5]);
  - Гибкая конфигурация системы;
  - Увеличение объемов использования шлака;
  - Уменьшение загрязнения окружающей среды;
  - Дешевле традиционных систем ГЗУ.
- Экологические
  - Отсутствие сбросных вод;
  - Сохранение земельных угодий;
  - Снижение воздействия на подземные воды;
  - Решена проблема пыления;
  - Сухой шлак можно использовать при производстве стройматериалов (кирпич, заполнитель для строительства автомагистралей, добавка при производстве цемента и т.д.).

#### **Выводы**

1. В настоящее время наиболее распространена в России система гидрозолоудаления. Данная система показала себя надежной, но дорогой и неэффективной с точки зрения использования золы и шлака.
2. Переход на новую систему золошлакоудаления позволит сократить расходы станции, понизить себестоимость единицы энергии за счёт увеличения КПД котлоагрегата, снизить тарифы на электроэнергию, улучшить экологическую обстановку в регионах.

3. Сухое золошлакоудаление позволит эффективно использовать золу и шлак в производстве строительных материалов, строительстве автомагистралей, добыче редких и ценных металлов, поможет снизить объём использования полезных ископаемых.

#### Список литературы:

1. Газета №10 (102) май 2008 года: Энергетика.
2. А.А. Черепанов, В.Т. Кардаш Комплексная переработка золошлаковых отходов ТЭЦ (результаты лабораторных и промышленных испытаний)// Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2009. – №2 – С.98–115.
3. В.В. Бирюков, С.Е. Метелев, В.В. Сиротюк, В.Р. Шевцов Эффективные направления крупномасштабного использования золошлаковых отходов// Сибирский торгово-экономический журнал, 2008. – №7.
4. В.Я. Путилов, И.В. Путилова Золошлакоудаление ТЭС, краткая характеристика традиционных систем золошлакоудаления ТЭС России.
5. К.В. Буваков, А.А. Купрюнин Экспериментальные исследования сорбционных свойств золы уноса Канско-ачинских и кузнецких углей при денитрификации дымовых газов// Теплоэнергетика, Томский Политехнический университет, г.Томск. С.166 – 171.
6. Киан Ю Применение технологии сухого шлакоудаления с воздушным охлаждением шлака на пылеугольных ТЭС. Beijing Guodian Futong Science and Technology Development Co., Ltd, Пекин, Китай.
7. Н.Г. Андреева Проблемы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ и возможные пути их решения// Ползуновский вестник, 2011. – №4-2 – С.164–166.
8. Aixa González, Natalia Moreno Fly ashes from coal and petroleum coke combustion: current and innovative potential applications// Waste Management & Research, 7 мая 2009. С. 976–987.

#### Особенности использования вентиляции в производстве

*Таханов Д.В., Орлова К.Н.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Юрга, Россия*

Вентиляция – основной инструмент в воспроизводстве благоприятного климата, предназначенный для передачи свежего воздуха с улицы и устранения загрязненного воздуха с помещений.

Воздух в помещениях - значимый фактор, воздействующий на здоровье, а так же на трудоспособность работников, находящихся в этих помещениях.

Вентиляция является одной из особо значимых мер для создания нормальных условий жизнедеятельности человека. Если она воздействует вместе с другими климатическими механизмами, то в помещениях обеспечивается комфортный микроклимат. Под вентиляцией понимается множество устройств и мероприятий, применяемых в процедуре воздухообмена, чтобы обеспечить заданное состояние воздушной микрофлоры в зданиях и на рабочих помещениях согласно госту и строительным нормам.

Во всех помещениях предусматриваются центральные воздухообменные стояки, которые имеют ответвление на каждом этаже, через которые создаются естественные вытяжки из санузлов и кухни. И за счет этого создается простейшая естественная вентиляция в здании: воздух выходит через решетки вентиляции, а с улицы поэтапно поступает через двери, окна и через иные негерметичные рубежи и прочее.

Чтобы решить проблему вентиляции помещений разного назначения от домов до производственных сооружений, имеется большая совокупность воздухообменных систем, где нужный объем кругооборота воздуха обеспечивается благодаря вентиляторам различных мощностей, к тому же, в таких механизмах обычно имеются дополнительные отводы обработки воздуха: фильтрация, нагревание, увлажнение, охлаждение и прочее по мере необходимости.[1]

Три основных способа разделения на классы местных систем вентиляции:

1. По способу организации давления для перемещения воздуха:
  - 1.1 с естественным;
  - 1.2 с искусственным приводом.
2. По назначению и по зоне обслуживания:
  - 2.1 приточные;
  - 2.2 вытяжные.