

Термическая сушка угля – ренессанс технологии

Экономическая ситуация на российском угольном рынке вносит свои коррективы в планы по модернизации углеобогащительных активов. Предугадать направление развития и предложить наилучший вариант реализации проекта – одна из главных задач инженеринговой компании, лидирующей по количеству запущенных углеобогащительных фабрик за всю новейшую историю России. В статье перечисляются разработанные технологическим отделом Коралайна Инжиниринг – CETCO критерии отбора используемых за рубежом в горной и смежных отраслях технологий, комплексное применение которых наделяет установку по термической сушке угля уникальными для российского рынка потребительскими свойствами.

Ключевые слова: термическая сушка, безопасность в угольной промышленности, обогащение угля.

Контактная информация –
e-mail: pikalov@cetco.ru

За последний год падение мировых цен на уголь существенно обострило конкуренцию на рынке энергетических углей. Значительное превышение объемов предложения над спросом со стороны потребителей дает последним возможность диктовать жесткие условия поставки и предъявлять повышенные требования к качественным показателям угольной продукции. Для работы в сверхконкурентной среде производитель должен иметь в своем ассортименте высококалорийные угли, одинаково востребованные как на внутреннем, так и на внешнем рынках.



КИРИЛЛОВ

Кирилл Михайлович

Руководитель проекта

Угольного департамента

Коралайна Инжиниринг – CETCO



ПИКАЛОВ

Михаил Федорович

Инженер-технолог

Угольного департамента

Коралайна Инжиниринг – CETCO

Одним из препятствий на пути к увеличению теплоты сгорания поставляемых углей является влага. Максимальное механическое обезвоживание концентрата во всех машинных классах с применением современных высокоэнергетичных вибрационных грохотов с фактором разделения 4,5G, вибрационных и осадительно-фильтрующих центрифуг в большинстве случаев позволяет снизить внешнюю влагу концентрата до 6-7%. В зависимости от гранулометрического состава угля, его хрупкости и внутренней влажности в некоторых случаях достичь кондиционной влажности концентрата без применения термической сушки невозможно.

Известные и хорошо изученные на сегодня способы термической сушки в сложившихся экономических условиях крайне невыгодны, а уровень их технического развития не может гарантировать стабильной и безопасной работы. В этой ситуации оптимизация существующих технологий термической сушки позволит сэкономить время и средства на поиск технологических решений и обеспечит конкурентное преимущество компаниям, первым внедрившим новинку.

Основными параметрами, характеризующими термические сушки, являются значение величины удельного влагосъема с единицы объема сушилки, относительный расход потребляемого топлива на единицу продукции и показатели валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, образующихся в результате сжигания топлива и выделения продуктом в процессе сушки летучих соединений. В случае применения сушки на особо опасных по взрыву марках угля, например марки «Д», на первое место встает вопрос обеспечения безопасности процесса.

При сравнении известных типов сушильных установок — трубы-сушилки, барабанной сушилки и сушки в «кипящем» слое — наилучшие возможности по поддержанию инертной среды предоставляет труба-сушилка, конструктивные особенности которой позволяют осуществлять непрерывный контроль и в случае необходимости экстренно подавать инертный газ в любую область трубы.

Относительный расход потребляемого топлива на единицу продукции в совокупности со стоимостью оборудования определяют основную экономическую составляющую проекта по использованию сушки. Этот критерий способен перекрыть эффективность сушки даже при высоком показателе удельного влагосъема. То есть при хороших показателях удаления влаги применение дорогого и требующего регулярных затрат на доставку топлива (мазута, солярки, сжиженного газа и т.д.) делает цену на конечный продукт неконкурентной, а эксплуатацию оборудования неэффективной.

Рис. 1. Технологический загиб верхней части трубы-сушилки на установке по сушке клинкера на цементном заводе Holcim в г. Легердорф (Германия)



Показатели удельного влагосъема у указанных типов разнятся, но в соотношении с габаритными размерами полного комплекса сушилки, удельными затратами тепла, электроэнергии и производительностью сушилок преимущество конкретного типа определяется исходя из условий проекта фабрики.

Показатели валовых выбросов загрязняющих веществ зависят от возможности установки дожигать горячий газ после сушилки, направляя его на рециркуляцию, и наличия эффективной системы улавливания и фильтрации отходящих газов.

Для решения задачи повышения калорийности обогащенного угля российскими специалистами компании «Коралайна Инжиниринг» был проведен анализ используемых за рубежом технологий термической сушилки как в горной, так и в смежных отраслях. Немецкий опыт повсеместного использования бурого угольной пыли в качестве топлива для выработки тепло — и электроэнергии привлек к себе основное внимание и заставил более детально изучить применяемые при производстве угольного топлива технологии.

В результате проведенных исследований были определены основные технологические требования к установке термической сушилки угля, наиболее полно отвечающей запросам российских угольных предприятий:

- полная автоматизация процесса управления сушильной установкой;
- возможность использования различных видов топлива без замены оборудования;
- соответствие нормам по выбросам загрязняющих веществ;
- минимальное значение времени суши материала для увеличения производительности установки;
- минимальные значения времени на разогрев и остывание генератора горячих газов для уменьшения потерь топлива и увеличения безопасности процесса;
- наличие комплексной системы безопасности, исключающей взрыв сушилки в процессе эксплуатации.

Согласно статистике эксплуатации термических сушильных установок взрыву подвержены даже установки, полностью отвечающие «Требованиям по безопасной эксплуатации газовых сушильных установок. ПБ 05-580-03». Основываясь на



Рис. 2. Датчики контроля содержания кислорода, форсунки экстренной подачи инертного газа и система пожаротушения в транспортных трубопроводах



Рис. 3. Угольная мельница и система транспортировки угольной пыли в размольном цеху углеэнергетического комплекса компании RWE в г. Нидедекраусен (Германия)

так называемой теории «треугольника безопасности», говорящей о необходимости разрыва любой из связей между тремя составляющими условия взрыва — топливо, температура и концентрация кислорода, — главным критерием безопасной эксплуатации сушилки было выбрано объемное содержание кислорода в отработавших газах. При сравнении российских и европейских норм безопасности были взяты европейские стандарты с максимально допустимым значением этого критерия до 10%.

На основании выше описанных требований был определен набор конкретных технологий, комплексное применение которых наделяет установку по термической сушке угля уникальными для российского рынка потребительскими свойствами, а именно:

- гарантированная полная безопасность эксплуатации всего комплекса. Автоматизация процесса управления загрузкой и контролем за безопасностью снижает влияние «человеческого фактора» в процессе эксплуатации и позволяют предпринимать необходимые действия для ликвидации угрозы возникновения взрыва;

- в качестве основного источника топлива применяется мелкая фракция угля (-200 мкм), отбираемая из потока уже высушенного продукта, при этом сохраняется возможность использования различных видов жидкого и газообразного топлива. В зависимости от исходной влажности угольного шлама расходуется от 7 до 10% от объема поступающего угля, т.е. сушка выполняется без расходов на закупку топлива;

- подача материала в трубу-сушилку на высоте 3-4 м от сопел подачи горячих газов в направлении против газового потока, с последующим подъемом материала. Основное удаление влаги (примерно 50%) происходит именно на этом участке. Такое конструктивное решение позволяет сократить высоту трубы и сделать установку более компактной.

Предлагаемый сушильный комплекс рассчитан на сушку шламов и мелкого концентрата классом — 15 мм и состоит из:

Рис. 4. Вертикальный генератор горячих газов - система подачи в горелку газа для розжига, пылеугольного топлива для работы в рабочем режиме, рециркуляции отработанных газов, подачи азота для создания инертной среды до момента розжига и после остановки генератора



- генератора горячих газов, включающего горелочное устройство мощностью до 40 МВт, работающее на тонком угольном отсеве с возможностью применения любых видов топлива; стальную камеру сгорания, выполненную без огнеупорной футеровки, что сокращает время на прогрев и остывание генератора;
- трубы-сушилки с подачей материала против направления движения газов;
- циклона отделения отработанных газов с системой повторного направления газов в камеру сгорания (рециркуляция);
- динамического воздушного сепаратора для отделения угольной мелочи от высушенного продукта;
- рукавных фильтров очистки отходящих газов.

Согласно расчетам, выполненным на основании данных по применению элементов комплекса на эксплуатирующихся предприятиях, при использовании указанного комплекса на сушке концентрата углей марки «Д» класса 0,03-1 мм, исходной влажностью 19% в объеме 100 т/ч (производственная мощность ОФ по рядовому углю — 4,5 млн) достигаются следующие значения (см. таблицу).

Сопоставление затрат на проектирование, строительство и годовую эксплуатацию сушильного комплекса с величиной годовой рыночной премии за калорийность угольного концентрата позволяет утверждать, что при указанных условиях срок окупаемости всего проекта не превышает двух лет. При этом важно заметить, что на срок окупаемости больше влияет не цена реализации угольного концентрата, а величина премии за увеличение калорийности. Т. е. при увеличении калорийности углей, имеющих довольно низкую теплоту сгорания, достигнутое качество продукта фактически не отразится на цене реализации. И, наоборот, высококалорийные угли будут иметь не только большую стоимость, но и более широкий и стабильный рынок сбыта.

Результаты применения сушильного комплекса

Показатель	Значение
Влажность концентрата до сушки, %	19
Влажность концентрата после сушки, %	11
Средняя величина прироста калорийности, ккал/кг	+650
Затраты на тонну концентрата*, руб.	18,0

**С учетом затрат на электроэнергию, отбираемое из потока угольное топливо, тепловую энергию на обогрев здания и конвейерных галерей, заработной платы сотрудников, амортизации оборудования, здания и сооружений. Без учета налогов на добавленную стоимость, воду, аренду земли, отчислений от фонда оплаты труда и накладных расходов.*



Рис. 5. Лабораторный стенд для определения результатов горения различных видов топлива