

КРАТКИЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИПЯЩЕГО СЛОЯ В КОТЛАХ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Матвеевская А.А., Балданов М.Б., Дамбиев Ц.Ц.

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова,

г. Улан-Удэ, Россия,

munko.baldanov@mail.ru

Рассмотрена технология и проблемы использования кипящего слоя в котлах малой мощности, приведены преимущества и недостатки данной технологии по сравнению с другими способами сжигания топлива.

The technology and concerns the use of fluidized bed boilers in small power, the advantages and disadvantages of this technology as compared with other methods of combustion.

Россия находится на втором месте в мире по запасам угля – 19% мировых запасов, что составляет более 4000 млрд. тонн. Доля энергических углей равна 89%, остальные 11% - коксующиеся угли. В государственной программе «Энергоэффективность и развитие энергетики» отмечается необходимость перевода российской электроэнергетики на новый технологический уровень с внедрением новых энергетических технологий [1].

На ближайшую перспективу правительственными документами о долгосрочной энергетической стратегии поставлена задача увеличения доли твердого топлива в энергетическом балансе страны. В то же время традиционные методы сжигания угля по существу достигли своего предела экономической и экологической эффективности.

Переход к новым технологиям позволит вывести из эксплуатации значительное количество устаревшего оборудования, объемы которого постоянно увеличиваются.

В соответствии с положениями Энергетической стратегии России на период до 2030 г. [4], далее – (Стратегия) экологически чистая угольная генерация должна развиваться путем внедрения следующих установок:

- энергоблоки на суперкритические параметры пара с коэффициентом полезного действия (КПД) 46 – 55% при сжигании качественного высококалорийного угля факельным способом;

- энергоблоки на сверхкритические параметры пара, оборудованные котлами с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС).

Согласно Стратегии общий средний КПД производства электроэнергии на установках, работающих с использованием угля, должен составить около 41%. При этом

установки на угле должны быть экологически безопасными по отношению к окружающей среде.

Как известно, основной парк паровых и водогрейных котлов в промышленной и отопительной энергетике в Байкальском регионе, работающих на твердом топливе, составляют в основном серийные котлы российского производства, изготовленные в 70–80 гг. прошлого века и предназначенные для сжигания качественных углей с ограниченным содержанием мелочи на слоевых колосниковых решетках различных конструкций.

Качество поступающих углей продолжает неуклонно снижаться, что не позволяет эффективно сжигать их в топках существующих котлов. То есть изношенность серийных котлов и непригодность их к использованию низкокалорийного или мелкофракционного топлива (отсевов) диктует необходимость их замены или серьезной реконструкции. Однако за последние десятилетия номенклатура котельных заводов существенно не изменилась и на замену изношенным котлам промышленность Российской Федерации предлагает, в основном, все те же серийные модернизированные образцы.

Единственной на сегодня технологией, которая позволяет эффективно сжигать низкосортное твердое топливо, на наш взгляд, является технология кипящего слоя, когда частицы угля находятся во взвешенном состоянии, что обеспечивает их быстрое и полное сгорание. Однако наша промышленность серийно не производит котлы с топками с использованием кипящего слоя. Котлы европейского производства для сжигания низкосортного топлива (в частности, котлы с низкотемпературным кипящим слоем) имеют, как правило, очень жесткие ограничения по фракционному составу угля, требуют использования значительного количества инертного материала для образования кипящего слоя, пусковых горелок на газе или жидком топливе, мощных высоконапорных вентиляторов, крупногабаритных «горячих циклонов» для осаждения циркулирующего материала и, как следствие, влекут за собой значительные капитальные расходы и относительно высокие эксплуатационные затраты [3].

Технология сжигания твердых топлив в ЦКС начала свое развитие применительно к энергетическим установкам в конце 70-х годов прошлого века под влиянием ужесточающихся экологических требований.

Сжигание угля в ЦКС вытекает из идеи слоевого сжигания в топке. В отличие от слоевого сжигания, когда на решетке в топке сжигается кусковой уголь, в топке с ЦКС под слой через распределительную решетку подается воздух под давлением. Выбор определенного размера кусков угля и скорости воздуха позволяет организовать горение не в слое, а над ним. Не полностью сгоревшие частицы угля, унесенные потоком воздуха,

улавливаются в сепараторах и возвращаются обратно в слой. В частности, предполагается предварительная подготовка топлива, т.е. измельчение угля до необходимого гранулометрического состава.

В котлах с циркулирующим кипящим слоем используются высокие скорости подачи воздуха, что вызывает разрыхление. В таких котлах поддерживается высокая степень непрерывной рециркуляции большой массы топлива за счет разделения крупной и мелкой фракций топлива, сгорания последней в конвекционном потоке надслойного пространства, повторного использования несгоревшей крупной фракции. Котлы с ЦКС характеризуется более высокой тепловой интенсивностью на единицу площади (до 8 МВт/м²) и большей производительностью единичного парогенератора (до 100 т пара в час). Кроме того, ЦКС допускает сжигание твердого топлива с более широким фракционным составом.

Технология ЦКС имеет следующие преимущества по сравнению с другими технологиями сжигания топлива, как указывает в своей работе Долгушин И.А. [2]:

- упрощенная система топливоприготовления – дробление вместо тонкого помола (размер частиц до 25 мм вместо требуемых 6-8 мм);

- эффективное сжигание непроектных, низкокалорийных, высокосольных и низкорекреационных топлив, а так же совместное сжигание различных топлив, благодаря стабильно низкой температуре в топке, малому содержанию углерода в слое и длительному времени пребывания коксозольного остатка в топочном контуре;

- низкий выход оксидов азота NO_x без применения специальных мер азотоочистки (менее 200-300 мг/нм³) благодаря низкой температуре слоя и ступенчатому подводу воздуха;

- возможность эффективного связывания оксидов серы при минимальном расходе сорбента за счет оптимальных условий протекания процесса (>95% при температуре в топке 850 – 870°C);

- возможность отказаться от специальных установок серо-и-азотоочистки;

- возможность глубокой разгрузки котла без подсветки газом или мазутом;

- котлы с ЦКС имеют хорошие маневренные характеристики (при охлаждении сепараторов твердых частиц рабочей средой);

- эффективное регулирование и поддержание температуры перегрева пара при размещении пароперегревателей в зольных камерах.

К основным недостаткам данных котлов относятся:

- для ожижения слоя требуется высоконапорный дутьевой вентилятор;

- повышенная эрозия поверхностей нагрева топки и воздухораспределительной решетки из-за работы в условиях сильно запыленного потока;
- длительный пуск из холодного состояния при отсутствии охлаждения сепараторов твердых частиц (повышенные затраты пускового топлива);
- усложнение конструкции котла и вспомогательные системы – дренаж слоя, контур возврата материала слоя, известняковое хозяйство;
- зола менее пригодна для дальнейшей переработки в полезный продукт.

Районные котельные Байкальского региона – это, в основном, котельные малой мощности, как было указано выше, которые имеют высокую изношенность, и, соответственно, высокую загрязняемость атмосферы и низкую производительность. Перед нами стояла задача оценить состояние этих котельных и предложить для реконструкции более перспективную технологию сжигания топлива.

Нами для реконструкций котельных предлагается одна из наиболее рентабельных технологий кипящего слоя – технология высокотемпературного циркулирующего кипящего слоя (ВЦКС), которая сводит к разумному минимуму объем комплектации оборудованием и стоимость работ, сохраняя при этом все преимущества «классического» кипящего слоя [3].

Кроме того, технология ВЦКС обладает рядом дополнительных преимуществ, особенно при реконструкции действующих котельных, мало пригодных для установки габаритного оборудования - дополнительных систем подачи и удаления из топки инерта (песка) и не всегда имеющих возможность использовать газ или мазут для растопки котлов.

К этим дополнительным преимуществам ВЦКС следует отнести следующие факторы:

- для образования кипящего слоя не требуется специального инертного материала, слой формируется из частиц угля, кокса и золы;
- отсутствие инертной засыпки позволяет существенно снизить рабочую высоту слоя, поэтому не требуется применения высоконапорного вентилятора;
- вместо характерной для «классического» кипящего слоя неподвижной воздухораспределительной решетки используется подвижная наклонная решетка-транспортер, собираемая из стандартных колосников, одной из функций которой является транспортировка шлака в канал шлакозолоудаления (ШЗУ);
- большая часть золы топлива выгружается с решетки вместе со шлаком благодаря эффекту агломерации золы в ВЦКС (т.н. эффект Годеля), что резко снижает вероятность

зашлаковывания поверхностей нагрева котла и снижает нагрузку на золоулавливающее оборудование, т.е. обеспечивает резкое снижение твердых выбросов в атмосферу;

- предварительного разогрева слоя не требуется, розжиг котла ВЦКС мощностью до 35 МВт может осуществляться без применения пусковых газо-мазутных горелок и резервного топлива, т.е. аналогично розжигу обычного слоевого котла - от костра;

- циркуляция материала слоя обеспечивается без применения крупногабаритных «горячих циклонов» с водяным охлаждением;

- ограничения по фракционному составу топлива не столь высоки, допускаются наличие кусков до 30 мм;

- в зависимости от компоновки котла решетка ВЦКС может устанавливаться под котлом как с наклоном в сторону фронтального экрана (прямой ход колосникового полотна), так и с наклоном в сторону заднего экрана (обратный ход полотна);

- эксплуатация и обслуживание топок ВЦКС в целом не слишком отличается от эксплуатации и обслуживания обычных слоевых топок, что способствует быстрому освоению новой технологии персоналом котельной.

При реконструкции котла на ВЦКС возможно повышение его номинальной нагрузки на 20 – 40% в зависимости от вида и качества сжигаемого топлива.

КПД котла после реконструкции на ВЦКС повышается, как правило, на 10-15% (до 85- 87%) и более по сравнению с фактическим КПД котла до реконструкции, а уровень вредных выбросов снижается, как минимум, 1,5 – 2 раза [3].

Исходя из выше перечисленных преимуществ, использование ВЦКС более предпочтительно для нашего региона.

На кафедре «Электрификация и автоматизация с/х» Бурятской ГСХА ведется работа по исследованию кипящего слоя в котлах малой мощности для улучшения экономических и экологических показателей данных котлоагрегатов.

Литература

1. Государственная программа Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2013 г. №512-р;
2. Долгушин И.А. Вследование и совершенствование схемы ТЭС с котлом ЦКС для повышения эффективности и улучшения экологических показателей: автореф. дис. ... канд. технич. наук: 05.14.14/Долгушин Илья Александрович. — Москва, 2014. — 20 с.

3. Технология сжигания твердого топлива в высокотемпературном циркулирующем кипящем слое //Обзор инноваций и научно-технических разработок. – 2009. - №5. – С. 7-14.
4. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р;