

УДК 621.182

СОВРЕМЕННЫЕ КОТЛЫ С ЦИРКУЛИРУЮЩИМ КИПЯЩИМ СЛОЕМ

Казанцев И.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Жихар Г.И.

Разработчиком и лидером технологии сжигания твёрдого топлива, в котлах с циркулирующим кипящим слоем, является компания Foster Wheeler. Впервые технология ЦКС была применена компанией в небольшой установке мощностью 110 МВт в США ещё в 1987 году.

Позже компания перешла на установки средней мощности. К примеру, две установки по 300 МВт для частной энергокомпании в городе Джексонвилле, в 2001 году. В период с 1998 по 2004 годы компания поставила шесть ЦКС котлов общей мощностью 1500 МВт для крупнейшего проекта в истории реконструкций тепловых электростанций в Польше. Более 300 котлов с кипящим слоем основаны на технологии Циркулирующего кипящего слоя. В Польше установлен первый в мире ЦКС- котёл сверхкритического давления, а также крупнейшая в мире установка с ЦКС. Её мощность составляет 460 МВт.

Технология ЦКС, разработанная компанией в перспективе может быть адаптирована к улавливанию углекислого газа для снижения угрозы глобального потепления. Компания в настоящее время разрабатывают технологию кислородного сжигания для внедрения на работающих ЦКС-котлах, а также для новых тепловых установок. Технология кислородного сжигания открывает новые перспективы, поскольку позволяет полностью улавливать углекислый газ.

Компания ожидает, что результатом разработок будут ЦКС-технология, исключаящая загрязнение атмосферы и обеспечивающая высокую рентабельность электростанции и промышленных предприятий. Низкий уровень выбросов является основным преимуществом технологии ЦКС, обеспечивающим соответствие самым строгим экологическим нормам. Ступенчатое сжигание топлива в ЦКС-котлах, а также относительно низкая температура обеспечивают длительное время нахождения топлива в топке, что приводит к высокой эффективности сжигания топлива с образованием малого количества оксидов азота (NO_x). Связывание серы обеспечивается добавлением в топку известняка, а также применением избирательного некаталитического восстановления (SNCR), в случае необходимости достижения очень низкого уровня выбросов NO_x и оксидов серы SO_x . Эти способы связывания серы зарекомендовали себя как наиболее экономичные, и в большинстве случаев применяется дополнительного газоочистного оборудования не требуется. Преимущества технологии ЦКС особенно заметны в проектах реконструкции электростанций. Выбросы SO_x и твёрдых частиц можно снизить более чем на 90%, а выбросы NO_x – более чем на 50%. Выбросы углекислого газа часто снижаются на 25% и более благодаря существенному повышению КПД котла и блока при замене устаревшего оборудования. Прямоточный агрегат с ЦКС на сверхкритическом давлении может снизить эти выбросы ещё на 5–10% за счёт повышения общего КПД блока. Установки с ЦКС производства этой компании способны сжигать практически все виды топлива – включая отходы, обычно подлежащие захоронению. Опыт использования различных видов топлива (% от мощности ЦКС-установки FW) Уголь 66%, прочие виды топлива 3%, лигнит 4%, биомасса 9%, нефтяной кокс 18%.

Простая, но совершенная конструкция агрегатов с ЦКС способствует достижению высокой эксплуатационной готовности оборудования, в том числе проработавшего несколько лет, что подтверждается опытом более 20 миллионов часов эксплуатации. Технология последнего поколения применена в прямоточном котле сверхкритического давления, в котором используется технология BENSON фирмы Siemens с вертикальными трубами топки для установок мощностью свыше 300 МВт. Применение технологии BENSON позволяет соединить преимущества технологий ЦКС с высокой эффективностью технологии сверхкритического давления пара. Сверхкритическая ЦКС-технология повышает КПД блока

на 5-10% по сравнению с естественной циркуляцией что приводит к уменьшению атмосферных выбросов и количества золы на 5-10%, а также к снижению потребности электростанции в топливе и воде. Так же, как и традиционные ЦКС-котлы с естественной циркуляцией, сверхкритические установки компании одинаково хорошо работают как на трудносжигаемых видах топлива, так и на угле. Компании разработали модульную конструкцию, которая позволяет предлагать установки до 800МВт. В этих котлах используется нефтяной кокс, лигнин, отходы углеобогащения и биомассу как в качестве основного топлива, так и в сочетании с другими видами топлива в течении всего срока эксплуатации.

Таблица 1 – Установки с ЦКС на электростанциях

Год нач. строят.	Год пуска	Заказчик	Станция	Страна	Мощность, МВт	Топливо	Добавки к основному топливу
2006	2009	Harbin Power Engineering Company.	Cam. Pha	Вьетнам	2* 160	Отходы антрациты	Шлам
2006	2009	Shaw Group Cleco Power LLC	Rodemacher	США	2*330	Нефтяной кокс	Лигнин
2003	2007	PLN Labuhan Angin Sibolga	Labuhan	Индонезия	2*100	Уголь	
2000	2004	AS Narva Elektriika Mad	Eesti	Эстония	2*100	Горючий сланец	
1999	2003		Elcho	Польша	2*113	Битуминозный уголь	
1996	2000		Bay Shore	США	180	Нефтяной кокс	
1995	1999		Mop Tu Phut	Таиланд	2*110	Уголь	
1992	1996		Neljlong	КНР	100	Уголь	
1991	1995		Toppila	Финляндия	100	Торф	Уголь

Литература

1. Баскаков А.Г. Мацкевич В. В. Котлы и топки с кипящим слоем, М: ЭАН, 1995. -350с.