

Однопроводная электрическая система SWER (Single Wire with Earth Return) основывается на токе земли и одном изолированном проводе. В аварийных случаях высоковольтные линии постоянного тока могут работать в режиме SWER. Замена изолированного провода на атмосферную обратную связь для передачи мощного высокочастотного переменного тока стала одним из методов беспроводной передачи электроэнергии. Кроме того, исследовалась возможность беспроводной передачи электроэнергии только через землю [1-3].

Низкочастотный переменный ток может быть передан с низкими потерями по земле, поскольку общее сопротивление земли значительно меньше, чем 1 Ом. Электрическая индукция возникает преимущественно из-за электропроводимости океанов, металлических рудных тел и подобных подземных структур. Электрическая индукция также вызывается электростатической индукцией диэлектрических областей, таких, как залежи кварцевого песка и прочих непроводящих минералов [1-3].

Земля является естественным проводником и образует один проводящий контур. Обратный контур реализуется через верхние слои тропосферы и нижние слои стратосферы на высоте около 4.5 миль (7.2 км) [1-3].

Можно сделать вывод, что пока человечество не может отказаться от воздушных и кабельных линий электропередач. В первую очередь, по той причине, что описанные методы имеют ряд недостатков и проблем, таких как маленький коэффициент полезного действия, маленькая дальность передачи электроэнергии, которые необходимо решить.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0#cite_note-39
2. <http://news.mit.edu/2007/wireless-0607>
3. http://besprovodnoe.ru/ubeam_pokazala_besprovodnoe_elektrichestvo_video
4. <http://electric.info/main/facty/673-besprovodnaya-peredacha-elektroenergii-istoriya-stanovleniya.html>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОТЛОВ С ЦКС БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ И ТРУДНОСТИ В РЕАЛИЗАЦИИ ИХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Кокшарев О.М.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Как полагают эксперты, будущее теплоэнергетики будет связано с применением топок с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС), которые предназначены для сжигания влажного и высокозольного топлива. Технология ЦКС начала использоваться в сфере энергетики с конца 70-х годов прошлого века. Причиной её внедрения послужило введение более жестких экологических требований.

Главные преимущества ЦКС это:

- большая эффективность (< 90 %) поглощения оксидов серы посредством подачи известняка в топку. При этом приемлемая температура слоя 870 °С;

- незначительное число выбросов оксидов азота ($>200 \text{ мг/м}^3$). Их количество зависит от температуры в топке при создании подвода воздуха ступенчатым способом;
- эффективность сжигания топлива (с маленьким выходом летучих, высокозольное, низкокалорийное), которая зависит от стабильности температуры в топке и количества углерода, содержащегося в слое. [1]

В настоящее время мировой опыт эксплуатации котлов с ЦКС очень богат. За годы использования ЦКС в энергетике удалось серьезно уменьшить металлоемкость, совершенствовать различные конструктивные решения, повысить уровень надежности и экономичность.

Способ сжигания топлива в ЦКС – это серьезная конкуренция для технологии пылевидного сжигания угля. Она дает больше маневренности для операторов электростанции и котельных агрегатов. Технология ЦКС открывает новые возможности для сферы энергетики, решая такие задачи как увеличение эффективности высокозольного и влажного топлива, уменьшение зольных выбросов, сжигание окислов серы и азота, повышение уровня утилизации минеральной части топлива. Котлы с циркулирующим кипящим слоем лучше подходят для ступенчатого сжигания, которое позволяет снизить выбросы оксидов азота. [2]

Можно выделить также такие преимущества котлов с ЦКС как устойчивость к работе в условиях маленьких нагрузок с отсутствием подсветки мазутом, уменьшение котельной ячейки из-за недостатка средств азото- и серочистки, быстрое изменение нагрузки, значительная разгрузка котла. Отмечается также и более высокий уровень выгорания топлива (около 99%, у котлов со стационарным кипящим слоем на 4-9 % меньше). Котлы с ЦКС эксплуатируются с меньшим коэффициентом избытка воздуха (1,10-1,15, а не 1,20 – 1,25). [1]

Несмотря на ряд преимуществ, технология ЦКС имеет и свои недостатки. К ним относятся: 1) наличие большого объема футерованных элементов; 2) усложненная конструкция котла; 3) длительный запуск из «холодного» состояния; 3) использование высоконапорных вентиляторов и, как следствие, рост издержек. 4) высокий уровень абразивного износа, несгоревшего топлива, уноса золы; 5) сильные дутьевые вентиляторы; 6) большое значение сечения топочной камеры. [3]

Считалось, что котлы с циркулирующим кипящим слоем не приспособлены к работе на больших параметрах, так как в топке преобладает низкая температура. Около десяти лет назад предполагалось, что технология ЦКС может использоваться эффективно только в промышленной энергетике. Однако в последнее время произошли значительные изменения. Одно из них это зольные теплообменники. Высокие параметры успешно применяются в котлах ЦКС. Технология получила наиболее широкое распространение в КНДР и Польше. При вступлении в Евросоюз Польша вынуждена была внедрить большое количество новых технологий в сфере угольной энергетики для соответствия всем требованиям европейских держав. С тех пор это страна стала огромным рынком сбыта для крупной организации Foster-Wheeler, которая занимается разработкой и производством котлов с ЦКС. В течение 20 лет в Польше установили котлы с ЦКС с совокупной мощностью более двух с половиной миллионов кВт. Сейчас там применяется блок (мощность 460 МВт), снабжающий наилучший в мировом масштабе КПД, предназначенный для блоков с котлами с ЦКС – 43,3 %. [2]

Низкий уровень отходов соответствует всем нормам Евросоюза по крупным установкам для сжигания топлива. На сегодняшний день Китай является мировым лидером по числу задействованных котлов с ЦКС, которое почти достигло трех тысяч. Сюда входят тридцать два блока и пятьдесят блоков по 300 МВт, которые строятся или

очень скоро начнут производиться. Все вышеперечисленные примеры показывают необходимость модернизации ТЭС в России. На территории Дальнего Востока и Урала имеется много низкосортного угля с высоким уровнем зольности, серы и влажности. Наиболее выгодно использовать котлы ЦКС с неопределенной топливной базой. Параметры пара, характеризующиеся как сверхкритические являются подходящими для технологии ЦКС. Подобный метод сжигания топлив (технология ЦКС) создает нормальную температуру газов в топке, которая позволяет использовать менее дорогую сталь, так как обеспечивает на стенке труб достаточно низкую температуру.

Сегодня технология ЦКС доказала свою эффективность с технической и экономической точки зрения. Однако в России по-прежнему не создана программа для теплового расчета котлов с ЦКС. Все применяемые разработки (программы расчета традиционных пылеугольных котлов: Бойлер-дизайнер, ТРАКР) не приводят к корректным результатам. [4]

В специфике области теплообмена и гидродинамики, присутствии комплекса возврата и улавливания выражается главное отличие котлов с ЦКС. Существуют новые рекомендации, которые заключаются в назначении параметров сепараторов, системе возврата и утилизации золы, выборе скоростного режима в топке. В конце 90-х компания «ВТИ» создала эксклюзивную технологию расчета топочного контура котлов с ЦКС. С того времени непрерывно проводятся работы по совершенствованию методики. Она была испытана посредством сравнения данных расчетов со значениями показателей котлов с ЦКС иностранного производства. Однако стоит учесть, что расчет конвективной части котла происходит с помощью известных программ. [4]

Программы расчета котлов с ЦКС, разработанные за границей, обычно секретны по инициативе компаний, занимающихся поставкой и разработкой котлов. Они находятся в постоянном процессе совершенствования, благодаря непрерывным исследованиям и материалам экспериментов, на основании которых базируются. Российская методика в настоящее время не имеет достаточного количества обоснований для определенных отечественных топлив. Тем не менее, имеется неплохая база для дальнейшего создания программ расчета российских котлов с ЦКС. [4]

Стоит отметить высокую актуальность разработки новейших технологий сжигания топлива в котлах с ЦКС. К совершенствующимся сторонам развития относится также оптимизация режима работы топок, оптимизация и разработка конструкций топок с ЦКС. Наибольшей эффективностью с учетом уровня прогресса инновационной вычислительной техники, обладают методы численного анализа. Они имеют ряд преимуществ в сравнение с теоретическими и эмпирическими методами. [3]

В настоящее время существует незначительное число материалов эмпирических исследований и познаний определенных аспектов технологического характера для применения псевдооживленного слоя в целях реализации процессов массо- и теплообмена. Для покрытия различных нужд необходимых для разработки топок с кипящим слоем нужен значительный прогресс в сфере математического и численного моделирования каких-либо химико-физических процессов в кипящем слое. Однако данные задачи смоделировать не так просто и, как следствие, на пути специалистов стоит масса трудностей. [5] В пример можно привести выполнение нормативов правильности задания параметров, которое в большинстве случаев очень сложно оценить теоретически. Чаще всего корректность модели подтверждается практическими методами численного моделирования, которое в свою очередь занимает большое количество временного ресурса.

В заключении можно сказать, что технология ЦКС развивается и совершенствуется быстрыми темпами во всем мире. Она имеет ряд преимуществ, одно из которых это

длительный срок пребывания частиц в реакционной зоне, благодаря высокой кратности циркуляции при оптимальной и стабильной температуре в топке с учетом ступенчатой подачи воздуха. Технология ЦКС – это новые возможности для расширения топливной базы ТЭС (маленькая и средняя мощность). Котлы с ЦКС доказали на практике свою экономическую и экологическую целесообразность. Они способствуют снижению количества выбросов ядовитых отходов, увеличивается уровень надежности теплового и энергетического снабжения местного топлива. Обеспечивается значительное уменьшение затрат на оборудование, предназначенное для чистки золоуловителей и топлива. В целом, наблюдается позитивное сокращение вредных выбросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рябов Г.А., Технология циркулирующего кипящего слоя: использование в энергетических установках и новые приложения, ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»), г. Москва, Россия
2. Gungor A. Analysis of combustion efficiency in CFB coal combustors. Fuel 87 (2008) 1083–1095
3. Tourunen A., Saastamoinen J., Nevalainen H. Experimental trends of NO in circulating fluidized bed combustion. Fuel 88 (2009) 1333–1341
4. Рябов Г.А., Фоломеев О.М., Научное обоснование и методика расчета топочного контура котлов с циркулирующим кипящим слоем, ОАО «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт», Москва, Россия
5. D.Shi, L.Reh, Wall-to-Bed Heat Transfer in Circulating Fluidized Bed, 5th Int. Conf. on CFB, 1997.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ КОМПЕНСАТОРОВ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Пономарев А.П., Зацепин Е.П.

Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

В настоящее время одной из важных проблем является компенсация реактивной мощности на металлургических предприятиях. Это обусловлено резкопеременным характером нагрузки дуговых сталеплавильных печей (ДСП), а так же станов горячей прокатки. Использование конденсаторных установок в задачах быстродействующего регулирования реактивной мощности требует частого переключения секций конденсаторных батарей [1]. С использованием обычных выключателей такой способ регулирования невозможно осуществить, так как возникают значительные броски тока и перенапряжения [2].

По этой причине наибольшее распространение получили следующие типы устройств: конденсаторные батареи, управляемые тиристорами, статические тиристорные компенсаторы (СТК) и статические синхронные компенсаторы (СТАТКОМ). Конденсаторные батареи, управляемые тиристорами имеют следующие преимущества: простота, низкая стоимость, высокое быстродействие, низкие уровни высших гармоник. Однако существенным недостатком этих устройств является невозможность плавного регулирования реактивной мощности, поэтому далее будут рассмотрены только СТК и СТАТКОМ.

Широкое применение СТК получили на металлургических предприятиях, это