

## **СЖИГАНИЯ УГЛЯ В ЦИРКУЛИРУЮЩЕМ КИПЯЩЕМ СЛОЕ (ЦКС) ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ - НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ТЭС УКРАИНЫ**

Костенко Э.Л. (ЭКМ-12с,ф)\*

Донецкий национальный технический университет

Мировые запасы угля в несколько раз превышают существующие запасы нефти и природного газа. Существующие тенденции развития мировой энергетики говорят о возрастании роли угля в качестве сырья для производства электроэнергии и тепла и ценного энергоресурса, пригодного для комплексного энерготехнологического использования. Данная ситуация во многом справедлива и для топливно-энергетического комплекса Украины, где уголь – главный источник энергоресурсов.

Возрастающая роль угля в энергетическом балансе приводит к необходимости совершенствования существующих методов его переработки, а также разработке новых энерготехнологий. При этом они должны обеспечить не только высокие технологические показатели процесса, но также соблюдение жестких экологических стандартов на выбросы вредных веществ.

По этапу, на котором осуществляется воздействие на топливо и получаемые продукты переработки, различают:

1) технологии предварительной подготовки сырья, где его переработка осуществляется до момента использования в процессе сжигания или газификации;

2) чистые технологии сжигания и газификации угля. В них высокие экологические и технологические показатели достигаются в самом процессе переработки топлива;

3) технологии обработки продуктов, образующихся в ходе термохимической переработки топлива.

Широкое внедрение в последнее десятилетие технологий сжигания угля в кипящем слое (КС) обусловлено как высокими технологическими, так экологическими показателями работы энергоблоков, созданными на их основе. Применение энергоблоков с КС позволяет значительно снизить выбросы вредных веществ в окружающую среду без построения дорогих систем серо- и азотоочистки, а также эффективно перерабатывать разнообразные топлива: от лигнитов до антрацитов, промышленные и сельскохозяйственные отходы, а также отходы угледобычи и углеобогащения, в том числе низкореакционные, с высоким содержанием золы и серы. Сжигание в КС происходит при низких температурах (860–890 °С); ему характерны высокие коэффициенты теплоотдачи; равномерное распределение температур по слою; термическая инерционность и стабильность. Все это отличает КС технологию от традиционного высокотемпературного факельного сжигания.

---

\* Руководитель – профессор, декан ФТФ, Клягин Г.С.

Совершенствование КС-технологии привело к разработке и растущему промышленному внедрению энергоблоков с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС) при атмосферном давлении. В ЦКС-котлах происходит многократная внутренняя и внешняя (благодаря циклонам) циркуляция топливных частиц, что обеспечивает их высокую степень конверсии, проходящую во всем объеме топочной камеры (нижней части слоя и надслоевом пространстве). ЦКС-энергоблоки могут иметь большую единичную электрическую мощность (до 300–460 МВт); обладают широким диапазоном регулирования нагрузки (40–110%); горение идет при меньшем избытке воздуха, а связывание оксидов серы – при меньшей доле известняка. Возможна ступенчатая подача воздуха в топку для уменьшения выбросов оксидов азота. Одно из основных преимуществ ЦКС энергоблоков связано с возможностью эффективного сжигания низкорекреационных высокосолевых (до 55–60%) топлив при соблюдении жестких экологических норм. Сжигание угля в циркулирующем кипящем слое под давлением (ЦКСД) – технология сжигания угля в ЦКСД обладает улучшенными техническими и экологическими показателями работы энергоблоков.

В настоящее время технологии сжигания угля в ЦКСД находятся на этапе проверки на экспериментальных стендах, а также проектирования и строительства промышленных энергоблоков электрической мощностью 50-100 МВт. ЦКСД энергоблоки имеют высокий КПД (44–46%) и малые габаритные размеры, что позволяет проводить реконструкцию пылеугольных блоков ЦКСД блоками на тех же площадях.

К преимуществам ЦКСД следует отнести: высокую степень конверсии углерода (более 99%) в донной и летучей золе; широкий диапазон изменения нагрузки (30–100%) за счет разделения зон горения и теплообмена без использования подсветки и ухудшения технологических показателей; низкие выбросы оксидов серы и азота (менее 150 мг/нм<sup>3</sup>); уменьшение NO<sub>x</sub> за счет многоступенчатого ввода воздуха и его меньших коэффициентах избытка; высокую степень связывания серы (более 95%) сорбентом при меньших его расходах и отношении Ca/S=1,6-1,8; стабильную температуру дымовых газов на входе газовой турбины независимо от изменения нагрузки блока и др.

Трудности дальнейшего развития ЦКСД в основном связаны с отсутствием на данный момент надежной одностадийной системы очистки горячих газов, а также низким уровнем температур (870–890 °С) на входе в газовую турбину.

Разработка и внедрение новых энергетических технологий призваны решить такие крайне важные для энергетики Украины проблемы, как улучшение технико-экономических показателей работы ТЭС; обеспечение возможности сжигания высокосолевых местных энергетических углей; улучшение экологической ситуации в Украине за счет уменьшения вредных выбросов (пыль, оксиды серы и азота); рациональное использования природного газа и мазута; замена устаревших энергоблоков на имеющихся площадях ТЭС без строительства новых; создание собственного котельного производства.