

ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ КОТЛОАГРЕГАТОВ ТЭС И ТЭЦ В УКРАИНЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Авторы: Мирошниченко Е.С., Чернявский Н.В., Дунаевская Н.И.

Организации: ЧАО «Техэнерго», г. Львов Украина, «Институт угольных энерготехнологий» НАН Украины, г. Киев

Украина и Казахстан делят 7-8 места в мире по разведанным запасам угля. До 2013 года в Украине добывалось более 85 млн. т каменного угля и антрацита в год, а ТЭС, основу генерирующих мощностей которых составляли пылеугольные котлоагрегаты, вырабатывали более 40% электроэнергии. С другой стороны, в 70-90-е годы прошлого века, в период поставок дешевого российского газа, многие угольные котлы ТЭЦ и котельных были переведены на сжигание газа.

Прекращение поставок донецкого антрацита и тощего угля, которые являются проектными для половины котлоагрегатов ТЭС и ряда ТЭЦ, снизило добычу угля на 60%, и привело к резкому удорожанию газа с необходимостью сокращения его использования в тепловой энергетике. Была предопределена необходимость снижения выбросов пыли, оксидов азота и серы до новых европейских нормативов и принятия курса на декарбонизацию тепловой энергетике. Ответы на эти вызовы требуют строительства современных высокоэффективных котлоагрегатов с оснащением системами глубокой пыле-, серо- и азотоочистки. Позже, не осталось крупных котельных заводов, в связи, с чем и с учетом обеспечения окупаемости проектов актуальной является реконструкция котлоагрегатов с максимальным использованием существующего оборудования.

В 2015-2019 гг. ИУЭ НАН Украины и/или ЧАО «Техэнерго» принимали участие в разработке и реализации следующих проектов:

- перевод двух антрацитовых котлоагрегатов Еп-230-10-510 паропроизводительностью 230 т/ч Мироновской ТЭС на сжигание газового угля с полным сохранением существующего оборудования;
- реконструкция двух антрацитовых котлоагрегатов ТПП-210А блоков 300 МВт Трипольской ТЭС с переводом на сжигание газового угля;
- реконструкция двух газомазутных котлоагрегатов ПК-19-2 1-й очереди Черкасской ТЭЦ с переводом на сжигание газового угля;
- разработка ТЭО комплексной реконструкции Черниговской, Дарницкой, Краматорской ТЭЦ, Харьковской ТЭЦ-2 «Эсхар» с переводом антрацитовых и

газотопных котлоагрегатов паропроизводительностью 160-230 т/ч на сжигание газового угля;

- реконструкция 4 газотопных котлоагрегатов «Радиант» производства Бабкок-Вилкокс паропроизводительностью 24 т/ч Хоростковского сахарного завода с переводом на сжигание растительной биомассы и/или газового угля.

В частности, при реконструкции котлоагрегатов ТПП-210А Трипольской ТЭС были применены такие оригинальные технические решения, как использование вентилятора горячего дутья в качестве дымососа рециркуляции дымовых газов в мельницы и пылеподача высокой концентрации под разрежением с вводом парового эжектора пыли в центральный канал существующих вихревых горелок. На одном из котлов была сохранена схема сброса отработанного сушильного агента в сбросные горелки, что позволило существенно расширить диапазон регулирования нагрузки без подсветки и реализовать в этом котле переход на сжигание газового либо тощего угля с изменением только режимных параметров пылесистемы.

Котлоагрегаты ПК-19-2 1-й очереди Черкасской ТЭЦ изначально были спроектированы для сжигания тощего угля, но из-за низкой эффективности более 40 лет назад переведены на сжигание газа. При их реконструкции была применена схема пылесистемы на основе среднеходных кольцево-шаровых мельниц польского производства под давлением с прямой подачей пыли в вихревые горелки, что позволило повысить температуру факела и обеспечить полноту выгорания угольной пыли без применения подсветки.

При разработке ТЭО реконструкции Краматорской ТЭЦ была детально проработана оригинальная схема комплексной газоочистки в составе компактных центробежно-рукавных циклофильтров, монтируемых в корпусах существующих низкоэффективных скрубберов Вентури, системы СНКВ и установки аммиачно-сульфатной десульфуризации с получением на выходе полезного продукта – сульфата аммония. Такая схема позволяет подавать аммиачную воду в систему СНКВ с полутора-двукратным избытком и повысить эффективность азотоочистки с 60 до 90%, а также доочищать уходящие газы от мелкой пыли с обеспечением выброса пыли менее 20 мг/м³.

Перечисленные проекты, основанные на использовании угля, решают перспективные задачи тепловой энергетики только частично. Комплексное решение задач расширения топливной базы, перехода на возобновляемые источники, декарбонизации и кардинального снижения вредных выбросов в тепловой энергетике может быть обеспечено при использовании твердого биотоплива, в частности, отходов сельскохозяйственной биомассы (лузга, солома, стебли подсолнуха и пр.). Вместе с тем

твердое биотопливо имеет ряд особенностей, в том числе низкую калорийность, высокий удельный объем продуктов сгорания, пониженные температуры шлакования, из-за которых его сжигание в чистом виде в угольных котлах без реконструкции невозможно.

Так, на ТЭС «Дракс» (Великобритания) с пылеугольными энергоблоками 600 МВт много лет биотопливо сжигалось совместно с углем (доля биотоплива – 12% по теплу), и только после реализации глубоких конструктивных изменений котлов стал возможен полный переход на биотопливо. ИУЭ НАН Украины также разработал для Трипольской ТЭС эскизный проект оснащения котлов ТПП-210А дополнительным оборудованием для совместного сжигания 15% биотоплива с антрацитом и/или газовым углем. Однако логистические проблемы снабжения биотопливом унифицированного качества энергоустановок большой единичной мощности в Украине пока не решены, что делает более актуальным его применение для котлов средней мощности ТЭЦ и котельных, которые в этом случае также требуют реконструкции.

В 2019 г. при участии специалистов ИУЭ НАН Украины и ООО «Стальсервис» были реконструированы с переводом на сжигание биотоплива (пеллет лужги подсолнуха) котлы «Радиант» ТЭЦ Хоростковского сахарного завода паропроизводительностью 24 т/ч. Изначально котлы были оснащены решетками прямого хода и рассчитаны на сжигание антрацита, но более 40 лет назад переведены на сжигание газа. При реконструкции на основании расчетных исследований необходимого перераспределения теплосъема, обеспечения бесшлаковочного режима конвективных поверхностей и защиты решетки от перегрева при сжигании высокорекреационного низкокалорийного биотоплива с высоким удельным объемом продуктов сгорания и низкой температурой шлакования была изменена геометрия топочной камеры, увеличена площадь водяного экономайзера, уменьшена площадь воздухоподогревателя (рис. 1). В отличие от известных способов сжигания биотоплива в котлах подобного типа, увеличения объема топочной камеры, оснащения ее предтопками системы Померанцева или Шершнева не понадобилось.

Другие особенности проекта:

- проект реализован за 9 месяцев с параллельным проектированием;
- реконструкция проводилась на 4 котлах одновременно;
- из импортного оборудования использована только современная цепная решетка прямого хода;
- для каждого котла сооружена новая двухбункерная система топливоподачи, позволяющая сжигать биотопливо совместно или отдельно с торфом или дешевым низкокалорийным каменным углем, что существенно расширяет топливную базу и повышает экономичность эксплуатации;

- котлы оборудованы современной двухступенчатой пылеочисткой;
- реализована полномасштабная система автоматизации всей ТЭЦ с минимумом персонала и возможностью полностью автоматической работы при обеспечении подачи топлива в бункера.

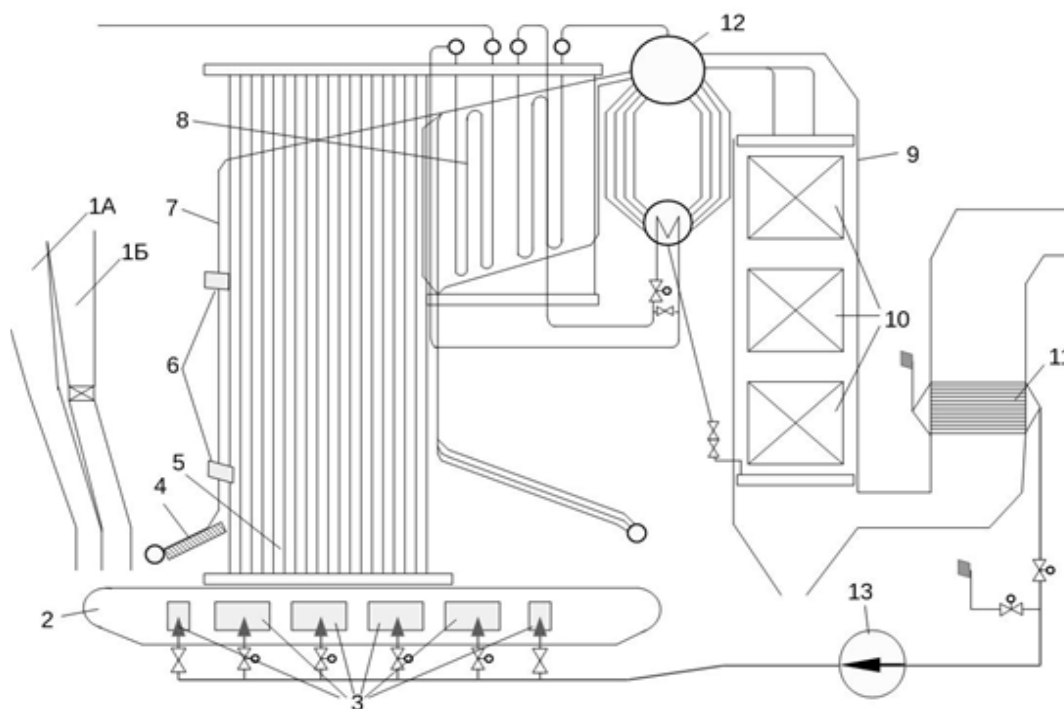


Рис.1 – Котел «Радиант» после реконструкции: 1А – бункер низкорреакционного компонента топливной смеси; 1Б – бункер высокорреакционного компонента топливной смеси; 2 – цепная решетка прямого хода; 3 – распределительное устройство первичного воздуха; 4 – передний свод; 5 – зона активного горения; 6 – сопла вторичного воздуха и рециркуляции газов; 7 – экраны топочной камеры; 8 – пароперегреватель; 9 – конвективная шахта; 10 – экономайзер; 11 – воздухоподогреватель; 12 – барабан котла; 13 – дутьевой вентилятор.

Осенний сезон 2019 г. котлы прошли безаварийно, устойчиво работая на пеллете из лужги подсолнуха и газовом угле с калорийностью 4400-4500 ккал/кг, при их отдельной или совместной подаче (уголь – нижний, пеллета – верхний слой на решетке). При сжигании пеллет мехнедожог в уносе практически отсутствовал, в связи с чем отложения золы на конвективных поверхностях были рыхлыми и легко самоочищались за несколько часов работы на газовом угле. Интерес к тиражированию данного опыта обусловлен

наличием в Украине нескольких тысяч подобных котлов, которые в настоящее время сжигают природный газ.

Успех реализованных проектов во многом объясняется тем, что в каждом случае применялись не типовые, а оригинальные технические решения, учитывавшие существующую и перспективную топливную базу, состояние существующего оборудования и возможности его максимального использования в новом качестве, возможности отечественных предприятий. Нам представляется, что украинский опыт малозатратной реконструкции котлоагрегатов паропроизводительностью от 24 до 950 т/ч с улучшением технико-экономических и экологических показателей, в том числе с переводом на низкокалорийный каменный уголь и на твердое биотопливо, в условиях отсутствия крупных котельных заводов был бы полезен и для Республики Казахстан.