

УГОЛЬНАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА – ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМЫ

Удорожание топлива – важный стимул для экономии энергии. В условиях рыночной экономики это реально проявляется пока только в области коммунальной и частной энергетики (отопление домов, горячее водоснабжение) [1]. Интерес к развитию угольных энерготехнологий в Европе и Японии объясняется высокой стоимостью топлива в этих странах. Так, из табл. 1 видно, что стоимость топлива в Европе и Японии значительно превышает его стоимость в США. В перспективе до 2010 г. стоимость топлива вырастет в 1,5–1,6 раза во всех странах.

Таблица 1

Стоимость природного газа и угля в различных странах, долл./ГДж [2]

| Регион | Природный газ | | Уголь | |
|--------|---------------|---------|---------|---------|
| | 1995 г. | 2010 г. | 1995 г. | 2010 г. |
| Европа | 2,75 | 4,20 | 1,90 | 2,15 |
| Япония | 3,80 | 5,75 | 2,05 | 2,20 |
| США | 1,65 | 2,75 | 0,80 | 1,00 |

Практика эксплуатации ТЭС в последнем пятилетии показывает, что Украина в условиях топливного дефицита уже имела на энергорынке предложения поставок качественных импортных энергоносителей по цене 120–150 долл./т у.т., поэтому сегодня необходимо развивать системные исследования взаимодействия теплоэнергетики и экономики, объектом которых должен быть ТЭК со всеми межотраслевыми связями. Экономические показатели производства энергии в нашей стране будут наименьшими только при условии устойчивого развития угольной энергетики, поскольку из 104

энергоблоков ТЭС Украины 90 – пылеугольные.

В настоящее время эра дешевой нефти закончилась, поэтому требуется незамедлительное обновление основных фондов угледобывающих и углеобогащительных предприятий. При создании котельного оборудования для ТЭС следует ориентироваться на качественное, обогащенное топливо, что обеспечит надежность и экономичность энергетического оборудования, защиту окружающей среды [3].

За прошедшие 40 лет украинские ТЭС практически не имели опыта длительной эксплуатации энергоблоков 200 и 300 МВт на углях с расчетными показателями. Создание оборудования под одну марку топлива оправдано лишь в случае совместной эксплуатации комплекса “Шахта-ТЭС” (или группа шахт) с малыми транспортными затратами.

С ужесточением требований к безопасности и охране окружающей среды стоимость новых электростанций возрастает.

В последнее время средства массовой информации пропагандируют использование для целей теплофикации малых котельных, что не может решить кардинальных задач энергосбережения для многомиллионных мегаполисов и промышленных центров (при комбинированной выработке электроэнергии и тепла на ТЭЦ удельный расход топлива составляет 230 г/кВт·ч).

Для Украины острота экономических и социальных проблем, связанных с переходом на новые источники энергии, может быть сглажена путем освоения в энергетике бурогоугольных технологий. Однако, несмотря на положительный

опыт Германии и России, в Украине заинтересованности в создании новой топливной базы в среднем течении Днепра (3 млрд. т угля) пока не проявляется.

Водоугольное топливо (ВУТ), приготовленное из углей с высоким выходом летучихгорючих ($V_{\text{г}}^{\text{г}} \geq 45\%$), может успешно конкурировать с производством газа из угля, так как последнее требует в 3–4 раза больше капиталовложений и в 2–3 раза больших ежегодных условно-постоянных затрат [4]. Развитие собственного бурогоугольного бассейна, по аналогии с Канско-Ачинским, позволит гибко решить проблемы снижения потребления импортируемых энергоносителей для подсветки факелов топок, сжигающих низкорекреационные угли типа АШ и Т. На этапе перехода энергетики Украины к невоенным маркам каменных и бурых углей необходимо создавать демонстрационные опытно-промышленные установки для котлов разной паропроизводительности с горелками мощностью 25–100 МВт.

История освоения энергетических котлов ТП-100, ТП-109, ТПП-210А, ТПП-312, ТПП-312А свидетельствует о том, что основной проблемой в обеспечении проектных мощностей энергоблоков был топочный процесс в его тесной связи с системами пылеприготовления, пылеподачи, с колебаниями качества топлива, режимами работы. Тепловая электростанция с новыми для Украины технологиями сжигания угля в КС и ЦКС при регулировании мощности в энергосистеме должна обладать маневренностью при минимальном потреблении газообразного топлива или плазменной энергии на воспламенение слоя. Однако достоверных данных о маневренности блоков с мощными котлами с ЦКС в литературе нет.

Технические решения по удешевлению энергетического оборудования, экономии топлива и обязательных платежей за выбросы в окружающую среду связаны, прежде всего, с очисткой угля от золы и серы. Сжигание высокосернистых топлив губительно для окружающей среды, поэтому необходимы новые технологии подготовки угля перед сжиганием. Так, условно-постоянные затраты на магнитную сепарацию FeS_2 из пылевидного угля во много раз меньше, чем стоимость эксплуатационного обслуживания газоочистных установок для десульфуризации дымовых газов (до 5 долл./МВт·ч).

Для того, чтобы заказчики и инвесторы могли видеть прототип техники в действии, в

мире широко используются демонстрационные проекты, реализуемые на опытно-промышленных установках. Однако в последние 50 лет масштабное изменение образцов техники в угольных технологиях (мельницы, горелки, котлы с жидким шлакоудалением, регенеративные воздухоподогреватели и др.) осуществлялось без внесения принципиальных качественных изменений в конструкции, что затормозило темпы освоения новых технологий.

В настоящее время в мировом сообществе ведутся интенсивные исследования по финансированию энергетического сектора экономики. Законодательное поле продвинуло в Европейской экономике развитие экологически чистых технологий сжигания и газоочистки. Украине еще предстоит пройти этот путь, но, к сожалению, из-за потери стартового времени (10 лет) источники генерирования в теплоэнергетике стремительно стареют (80% оборудования ТЭС отработало свой ресурс).

Из анализа докладов на конференциях МирЭС видно, что одним из приоритетных направлений в энергетике является сверхпроводимость. Однако практического применения криомагнитной сепарации угольной пыли на ТЭС Украины, несмотря на решение Кабинета Министров, пока нет. Необходим пересмотр стандартов на топливо. Энергетические марки угля должны соответствовать технологиям сжигания с обязательными граничными условиями по таким показателям как зольность, калорийность, содержание серы, плавкостные характеристики золы и шлаков. Переход на расчеты не за добытую "горную массу", а за содержащиеся в ней калории делает топливный баланс отрасли более точным для потребителя топлива и продавца, так как текущие удельные показатели по расходу топлива на выработку электроэнергии и тепла по каждому виду теплоэнергетического оборудования известны. Слабо контролируются оптимальные схемы перевозок угля. ТЭС, удаленные до 1000 км от поставщиков топлива, должны получать обогащенный уголь (не оплачивать перевозку породы на большие расстояния).

Большинство ТЭС в мире эксплуатируются уже более 30 лет и этот срок должен корректировать расчеты, связанные с инвестициями в модернизацию оборудования и возврат кредитов. Любые капиталовложения, приводящие к снижению удельных расходов топлива, тепловых потерь и экологических затрат окупаются в темпе бесперебойного производства электроэнергии. Других продуктов массового

потребления с таким коротким сроком реализации просто нет.

Так, неиспользование в энергорынке Украины из-за недостатка средств на импортируемые энергоносители энергоблоков 800 МВт с низкими удельными расходами топлива (320 г/кВт·ч) сократило экспорт электроэнергии более чем в 7 раз. В тех же условиях в ФРГ в период 5-летнего простоя газомазутных энергоблоков 800 МВт было введено на бурых углях карьерной добычи два новых блока по 800 МВт и два – по 920 МВт.

Энергокомпания должна получать от энергорынка целевые средства не только на закупку угля, но и на технологическое замыкание цикла – поставка угля, подготовка его к сжиганию, условно-постоянные затраты на топочный процесс, удаление и утилизация отходов. Любое временное размыкание постоянно функционирующих причинно-следственных связей в угольной энергетике приводит к потере выработки электроэнергии, снижению качества энергоснабжения и надежности работы энергоблоков. Следует отметить, что ТЭС, не поддерживающие на должном уровне (по причине финансовых затруднений) шаровую загрузку и футеровочную броню мельниц, а также зажигательные пояса топок, обречены на постоянное использование газомазутного топлива при высокой себестоимости электроэнергии с повреждениями экранной системы котлов.

Таким образом, энергорынок в своей деятельности должен учитывать условно-постоянные затраты ТЭС, обеспечивающие их функционирование без импортных энергоносителей. Однако в настоящее время финансовые схемы возвращения на ТЭС средств на условно-постоянные затраты для поддержания эксплуатации теплоэнергетического оборудования согласно ПТЭ не отработаны.

Украина имеет 70-летний опыт сжигания углей марки АШ отечественных месторождений и большинство типоразмеров топок, горелок и систем пылеприготовления создавалось именно под этот уголь. Однако в результате резкого изменения качества угольного сырья топки котлов с жидким шлакоудалением блоков 200 и 300 МВт эксплуатируются в экстенсивном режиме со следующими последствиями:

1) топки с жидким шлакоудалением должны сжигать ограниченное количество газомазутного топлива; совместное сжигание угля, мазута и газа приводит к плавлению огнеупорных зажигательных поясов, нарушению режимов эксплуатации

котлов и ухудшению их экологических показателей (увеличение удельных расходов топлива на 30–50 г/кВт·ч);

2) снижается эффективность выжигания углерода, содержание горючих-летучих в золе-уносе топок и шлаке повышается до уровня 25–30%, что в 2 раза выше технической достижимости при нормальной эксплуатации.

3) искусственно создаются режимы эксплуатации котлов ТПП-210А энергоблоков 300 МВт в однокорпусном режиме, что приводит к снижению экономичности и долговечности поверхностей нагрева.

Игнорирование технологических требований, отработанных полувековой практикой эксплуатации, может к 2010 г. привести отрасль к катастрофическому снижению ресурса оборудования.

Анализ работы ТЭС в период перестройки дефицитного топливного баланса показывает, что инвестиции должны направляться, прежде всего, на оборудование, не работающее из-за отсутствия импортируемого топлива. Это значительно сократит капиталовложения в установленный кВт для мощностей, планируемых к модернизации.

Вследствие экстенсивной эксплуатации на нерасчетных углях пережог топлива на электростанциях в последнее время заметно увеличился. Высокие удельные расходы топлива влияют на финансовое состояние энергокомпаний. Рост добычи угля (включая импорт) должен планироваться исходя из фактических, а не проектных удельных расходов. Баланс по отрасли должен сводиться по текущему показателю калорийности топлива на рабочую массу поставщиков, увязанному с уровнем планируемых нагрузок под фактическое топливо и состоянием оборудования.

Коммерческие предложения по водоугольному топливу прежде всего могут найти применение для котлов промышленных электростанций. Технология трубопроводного транспорта открывает новые топливные рынки для ТЭС, использующих высокорекреационные самовозгораемые угли.

В Китае, например, шахта Шанкси рассчитана на производство 20 млн. т ВУТ при транспортировании в соотношении 50/50 (вода/уголь). Транспорт ВУТ на 25% снижает текущие затраты инфраструктуры угольных ТЭС.

В Украине в 2001 г. добыча бурого угля ГХК “Александрияуголь” (сырье для ВУТ с

$Q_n^p \geq 15,8$ МДж/кг) составляла 1,5 млн. т, т.е. порядка 1% европейской добычи. В то же время в среднем и нижнем течении Днепра действуют несколько ТЭЦ суммарной мощностью до 400 МВт, которые могут быть модернизированы для сжигания бурого угля (Черкассы, Днепродзержинск, Херсон и др.) при минимальных затратах на его транспортировку. Таким образом, любые технические предложения по модернизации котельного оборудования должны начинаться с анализа возможностей топливной базы. Как топливо, ВУТ из бурого угля имеет большие перспективы использования в действующих котлах (растопка, компенсация дефицита топлива). Для решения поставленной задачи необходимо, однако, осуществление демонстрационного проекта по приготовлению и сжиганию ВУТ с использованием углей ГХК "Александрияуголь", добываемых карьерным способом. Реализация программы "Уголь без человеческих жертв" имеет огромное значение для реабилитации угольной теплоэнергетики. Буроугольная пауза позволит накопить средства для модернизации технологий шахтной добычи угля с современными средствами контроля газовой среды.

Известен положительный опыт трубопроводного транспорта ВУТ в США на расстояние 439 км (система действует с 1971 года без простоя). На электростанции запас ВУТ хранится в 4-х резервуарах с рециркуляцией.

К преимуществам технологии ВУТ для ТЭС можно отнести:

- ♦ низкую потерю угля при транспортировке (при железнодорожном транспорте потери до 5%);
- ♦ отсутствие открытых угольных складов с потерей угля ($\varphi_{\text{л}}^r \geq 35\%$) от самовозгорания (до 0,1 т на кВт установленной мощности);
- ♦ отсутствие пыления угля при хранении;
- ♦ минимальный шум (шум от топливоприготовительных объектов ТЭС – до 50 Дб и более);
- ♦ незначительную потерю земли, изымаемой для инфраструктуры ВУТ;
- ♦ возможность использования избыточной воды в регулируемом водном соотношении "вода-топливо" в технологических процессах ТЭС;
- ♦ экономию в обращении подвижного состава железной дороги (перевоз 15 млн.т угля требует до 2500 товарных составов);
- ♦ существенное изменение удельного веса

сборного железобетона на 1 кВт установленной мощности ТЭС (экономика капложений в главное здание ТЭС).

Полные затраты на применение ВУТ на ТЭС зависят от местонахождения топливной базы, удельных затрат на добычу, качества угля. Главные компоненты стоимости ВУТ на основе бурого угля – цены на уголь и присадки. Существенными являются затраты на осуществление технологии ВУТ (горячая водная возгонка или баротермическая обработка), что обеспечивает калорийность обработанного угля в пределах 15,9–17,2 МДж/кг (сырой бурый уголь имеет калорийность 8–9 МДж/кг). НТУУ "КПИ" включил проблемы ВУТ в перечень задач, решаемых технопарком университета.

Игнорирование добычи и использования бурого угля будет способствовать дальнейшему снижению ресурса эксплуатации действующих ТЭС, эксплуатируемых на углях, зольность которых в 2 раза превышает зольность бурого угля.

Отставание во внедрении новых угольных технологий на украинских ТЭС по сравнению с европейскими темпами освоения новой техники оценивается в 15–20 лет. Техника топливоподготовки (размола угля) на ТЭС не совершенствуется уже в течение нескольких десятилетий. Сегодня требуется создание и отработка нового вида технологического оборудования, в котором измельчение угля будет сопровождаться другими механико-термохимическими операциями. Например, для АШ – это двухступенчатый разمول с применением струйных мельниц. Одной из причин, сдерживающих широкое развитие и внедрение таких мельниц, являются высокие удельные энергозатраты. Однако стоимость размола гранулированного материала при использовании технологии пылеподачи с высокими концентрациями [5] может снизить удельные энергозатраты в 2 раза (~1 грн/т). Оптимизация схем струйного домола возврата ШБМ позволит уменьшить удельные энергозатраты. При этом будет реализовываться закономерность: с увеличением производительности мельниц их удельный износ снижается.

Рейтинг технологий зависит от рыночной стоимости оборудования, развития промышленности, изменений в топливном балансе, затрагивающих не только внутрисоварственные экономические интересы, но и внешние.

В любом случае, для развития новых технологий сжигания (ЦКС, КС, ВУТ) работу надо начинать с топливной базы и подготовки

угля перед сжиганием, учитывающих все экологические требования.

Выводы

1. Для реабилитации стареющих ТЭС Украины необходимо на государственном уровне решение вопросов развития прогрессивных угольных энерготехнологий.
2. Привлечение в топливный баланс ТЭК Украины бурых углей позволит решить задачу модернизации действующих электростанций при минимальных затратах на добычу и транспорт топлива.

Литература

1. Шидловський А.К., Ковалко М.П., Вішневський І.М. та ін. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття. – Київ: Українські енциклопедичні знання. – 2001. – 400 с.

2. Вольфберг Д.Б. Современное состояние и перспективы развития энергетики мира // Теплоэнергетика. – № 8. – 1999. – С. 5-12.
3. Кесова Л.А., Литовкин В.В. Довготелес Г.А. Котельников Н.И. Булыгин А.А. Топливные проблемы эксплуатации ТЭС // Энергетика: экономика, технологии, экология. – № 4. – 2000. – С. 8-11.
4. Лысенко А.Н., Кесова Л.А., Литовкин В.В., Николенко Н.Г. Бурый уголь – добыча и применение в современных условиях // Энергетика: экономика, технологии, экология. – №3. – 2002. – С. 21-24.
5. Разработка, исследование, внедрение и опыт эксплуатации системы высококонцентрированной пылеподачи (под давлением) котлов ТПП-210А Трипольской ТЭС / Кесова Л.А., Довготелес Г.А., Котельников Н.И. и др. – К.: О-во "Знание Украины", 2001. – 94 с.