УДК 621.311

СОСТОЯНИЕ И НОРМАТИВНАЯ БАЗА ПОСТАВОК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УГЛЕЙ В УКРАИНЕ

Майстренко А.Ю., Чернявский Н.В.

Институт угольных энерготехнологий НАН Украины, Киев, Украина

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено влияние нормативной базы по качеству и приемке углей для пылевидного сжигания и ценовых шкал на энергетические угли на их качество. Показано, что в совокупности нормативная база и оптимальная ценовая шкала способны обеспечить качество, близкое к проектному для существующих котлоагрегатов ТЭС, и практически исключить использование газа.

ВВЕДЕНИЕ

Уголь в Украине является основным местным энергоресурсом, запасов которого хватает на длительную перспективу, в связи с чем угольные электростанции занимают важнейшее место в энергетике Украины. Установленные мощности энергоблоков ТЭС составляют 27,7 тыс. МВт, из них угольных энергоблоков - 22,1 тыс. МВт, или около 45% от мощностей ОЭС Украины [1]. Тепловые электростанции обеспечивают 44-47% от общего годового производства электроэнергии 180-190 млрд кВт·ч. Эта доля не может быть снижена, поскольку АЭС, обеспечивающие до половины выработки электроэнергии, способны работать только в базовом режиме, а мощностей ГЭС и ГАЭС не всегда хватает для регулирования режима энергопотребления. Таким образом, значительная часть энергоблоков ТЭС работает в пиковых и полупиковых режимах.

За исключением двух новых энергоблоков (с котлоагрегатом ЦКС на Старобешевской ТЭС и с котлоагрегатом с интегрированными плавильными предтопками на Змиевской ТЭС), все остальные были построены в 50-70-х годах с использованием морально устаревшей технологии пылевидного сжигания, кроме Кураховской и Добротворской ТЭС – с жидким шлакоудалением, весьма требовательной к качеству топлива. Их средняя наработка превышает 250 тыс. часов, у некоторых – 300 тыс. часов. Высокая степень изношенности основного оборудования блоков, частые отказы (по всем ТЭС в среднем около 40 в месяц), низкие технико-экономические показатели пылевидного сжигания, отсутствие систем серо- и азотоочистки, недостаточная эффективность пылеочистки в 90-е годы прошлого столетия усугублялись низким качеством поставляемого угля.

ВЛИЯНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ НА КАЧЕСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УГЛЕЙ

С точки зрения качества и структуры энергетического топлива, историю тепловой энергетики независимой Украины можно разделить на три периода [2]. В первом (1991-2001 гг.) уголь на ТЭС поставлялся ухудшенного качества – рядовой и сухой отсев с зольностью 35-39% (4000-4500 ккал/кг), его сжигание было возможным только с подсветкой, доля которой по теплу составляла до 35%, а общая доля газа в топливной структуре ТЭС превышала 40% [3]. Природный газ в пересчете на условное топливо (у.т.) стоил всего на 20-30% дороже угля, его использование слабо влияло на себестоимость электроэнергии. В тогдашнем прейскуранте концентрат тощего угля стоил дешевле рядового, а сортовой малозольный АС – дешевле обогащенного АШ, так что поставка обогащенных углей зачастую была невыгодной [4]. Коэффициент использования мощностей обогатительных фабрик (ОФ) не превышал 0,3 [5].

Для указанного периода характерной была и засыпка в вагоны «бутербродов» из породы с углем. Претензии по качеству топлива были затруднительными: ГОСТы, регламентирующие качество угля, были отменены, а приемка на ТЭС производилась по устаревшей инструкции П-7, требовавшей в спорных ситуациях вызова поставщика, который, как правило, эти вызовы игнорировал [4]. В связи с этим перспективы развития энергетики связывались в основном с внедрением технологий сжигания углей ухудшенного качества [3].

Второй период (2002-2005 гг.) начинается с внедрения ДСТУ 4083-2002 „Угли каменные и антрацит для пылевидного сжигания на тепловых электростанциях. Технические условия”, разработанного Институтом угольных энерготехнологий НАН Украины и ТК-92 «Уголь и продукты его переработки» [2, 6]. Стандарт делит энергетические угли на 4 категории качества. Первая, обеспечивающая пылевидное сжигание без

© Майстренко А.Ю., Чернявский Н.В.

подсветки, ограничивается калорийностью не менее 4800 (марки Г, ДГ, Д) – 5200 ккал/кг (марки А, Т). Следует отметить, что в то время, когда регулирование энергопотребления обеспечивалось в основном газомазутными энергоблоками, понятие «сжигание без подсветки» относилось только к нагрузке пылеугольных блоков, близкой к номинальной; при нагрузке ниже 80% подсветка считалась обязательной. Ко второй категории относится уголь, сжигание которого возможно только с подсветкой (калорийность не менее 4200-4800 ккал/кг, соответственно), к третьей – промпродукт (не менее 4000 ккал/кг), к четвертой – шлам (не менее 3000 ккал/кг).

Стандарт ограничивает влажность угля по маркам и категориям качества, устанавливает порядок контрольного опробования и браковки партий на ТЭС, вводит метод расчетного определения калорийности по марке, зольности и влажности угля. Для целей ценообразования в стандарте установлены коэффициенты энерготехнологической ценности по категориям качества (1 - 1,0; 2 - 0,75; 3 - 0,5; 4 - 0,3), учитывающие как затраты на обогащение, так и затраты ТЭС на сжигание угля ухудшенного качества (при соотношении цен газа и угля на 2002 г.). Это позволило заменить многопозиционный прейскурант тремя базовыми ценами на уголь 1 категории с базовой зольностью A^d: для марки А - 19,8% (5800 ккал/кг), Т - 20,2% (5880 ккал/кг), Г - 27,2% (5040 ккал/кг). Такая ценовая шкала оказалась удобной для заключения договоров, однако ступенчатый характер затруднял ее использование при расчетах за отдельные партии. К другим недостаткам ДСТУ 4083 следует отнести то, что он игнорировал понятие «приемка по качеству на ТЭС», а метод расчета калорийности пренебрегал карбонатами минеральной части угля, что завышало ее значения на 50-150 ккал/кг.

Исходя из основных положений ДСТУ 4083 и основываясь на опыте его применения, ГТР 34.09.110-2003 „Входной контроль топлива на ТЭС и организация претензионной работы. Методические указания" (разработка Института угольных энерготехнологий) установил правила составления договоров на поставку угля требуемого качества, правила его приемки по качеству на ТЭС с использованием ручного и механизированного опробования, поправку на карбонаты в методе расчета калорийности. ГТР ввел понятие договорного базового значения и допустимого диапазона показателей качества, который может быть уже, чем границы категории качества, и узаконил прогрессивную шкалу скидок-надбавок (за каждый процент отклонения зольности от базового значения в пределах допустимого диапазона - 2,5% цены, до 3% за пределами допустимого диапазона – 5%, свыше 3% за пределами допустимого диапазона – 10% цены). Эта шкала отличается от ступенчатой шкалы ДСТУ 4083 монотонностью, что делает ее удобной для повседневного использования, в то же время она совпадает со шкалой ДСТУ примерно в серединах 1 и 2 категорий. Поскольку по законодательству Украины требования стандартов становятся обязательными только после ссылки на них в технических регламентах, договорах и декларациях соответствия, это усилило значение ГТР и заключаемых в соответствии с его требованиями договоров поставки угольной продукции.

В результате внедрения данных нормативных документов, единообразной прогрессивной ценовой шкалы, привлечения независимых инспекторских организаций к приемке по качеству, в этот период удалось значительно ограничить поставку на ТЭС рядовых углей, высокозольных отсевов и «бутербродов», снизить среднюю зольность угля для ТЭС до 24-26% (5100-5200 ккал/кг, рис.1) [6]. В структуре поставок угля на ТЭС в 2006 г. по сравнению с 1997-98 гг. произошли существенные изменения: поставка на ТЭС рядового антрацита практически прекратилась, каменных углей – значительно сократилась, при этом их зольность снизилась от 35-39% до 30-35% [5, 2]. Из добытых в 2006 г. 45,4 млн т энергетических углей через ОФ было пропущено 32,9 млн т против 26,7 млн т в 1997 г. Выход отсева сократился с 6,4 до 4,4 млн т, его средняя зольность снизилась с 37 до 32%. Увеличился выход концентрата мелких классов – от 5,5 до 11,0 млн т, зольность обогащенных

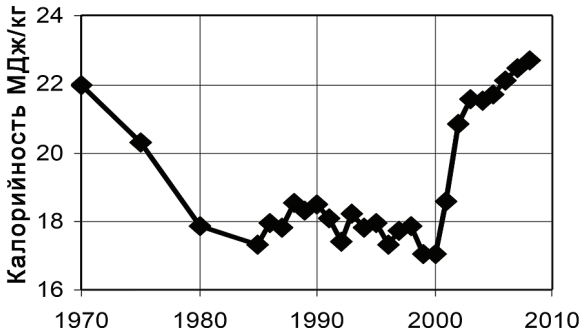

Рис.1 Динамика калорийности угля на приходе ТЭС Украины за 40 лет [2, 6]

мелких классов, включая Т 0-100, снизилась с 22-28% до 20-26%.

Базовые цены на уголь при этом постепенно повышались, достигнув к 2006 г. уровня (по маркам А, Т, Г) 232, 250, 236 грн/т, или 277, 297, 328 грн/т у.т., соответственно (здесь и далее - без НДС и транспорта). Однако благодаря прогрессивной шкале скидок-надбавок, стимулировавшей поставку качественного топлива, требовавшего меньшей подсветки, отпуск электроэнергии с ТЭС стал рентабельным, что обеспечило выполнение мероприятий по восстановлению проектной

тонины помола, температуры горячего воздуха, футеровки зажигательного пояса, снижению присосов [7]. Совокупно с улучшением качества угля, это позволило снизить мехнедожог до 3-10% (марки А, Т) – менее 1% (марки Г, ДГ), а долю газа на подсветку – до менее 20% [6]. В результате ТЭС Украины оказались подготовлены к вынужденному ограничению доли газа в структуре топлива до 10-12% в начале 2006 г.

ЦЕНОВАЯ ШКАЛА КАК РЫЧАГ ВЛИЯНИЯ НА КАЧЕСТВО УГЛЯ И ДОЛЮ ПОДСВЕТКИ

В 2007-2010 гг. в условиях быстрого роста цены импортируемого природного газа актуальным стала проблема полного (кроме использования на розжиг котлоагрегатов) вытеснения газа из топливной базы ТЭС. Это усложнилось тем, что, при неиспользовании газомазутных блоков, на пылеугольные ТЭС легла основная тяжесть регулирования графика энергопотребления, т.е. значительную часть времени пылеугольные блоки вынуждены работать на частичной нагрузке, причем без подсветки. Это потребовало дальнейшего повышения качества угля, которого удалось достичь за счет усовершенствования в 2007 г. прогрессивной ценовой шкалы. В действующей шкале за базовый уровень качества принято совокупность показателей, близких к проектным требованиям пылеугольных котлоагрегатов ТЭС (в частности, базовая зольность для углей газовой группы снижена с 27,2 до 23,0%). При отклонении показателей от базового уровня применяют скидки, уровень которых зависит от границ отклонения, суженных по сравнению со шкалой ГТР 34.09.110 (см. табл.). Эта шкала по сути в пределах каждой марки угля является прогрессивной шкалой про калорийности, она еще более стимулирует поставки качественного угля. Благодаря ее внедрению, средняя калорийность на приходе ТЭС в 2007-2010 гг. держится на уровне 5400 ккал/кг, на производство – 5300 ккал/кг [8].

Марка угля	А	Т	Г, ДГ
Базовое качество	A^d=19,8%, W_t^r=7,6% 5800 ккал/кг	A^d=20,2%, W_t^r=8,6% 5880 ккал/кг	A^d=23,0%, W_t^r=8,9% 5300-5400 ккал/кг
Базовая цена	621 грн./т (на 01.01.2010, без НДС и транспорта)		
Скидка-надбавка за 1% отклонения зольности от базовой в пределах A^d:			
2,5%	18-22%	18-24%	20-25%
3,5%	22-25%	24-26%	25-27%
7,0%	> 25%	> 26%	> 27%
Скидка за 1% отклонения влажности от базовой в пределах W_t^r:			
1,3%	7,6-10,0%	8,6-10,0%	8,9-12,0%
5,0%	10-11%	10-11%	12-14%

Конечно же, газ является более технологичным и экологически чистым топливом, чем уголь. Основным стимулом развития угольной энергетики является меньшая по сравнению с газовой цена угля в тепловом эквиваленте. Сейчас мировое соотношение цен 1 т у.т. газа к углю составляет от 2,5 до 3,0. Окупаемость угольной энергетики по сравнению с газовой начинается при соотношении цен более 1,8-2,0, когда меньшая цена угля компенсирует большие капитальные, технологические и экологические затраты на его сжигание. Противоположный пример – Россия: в большинстве ее регионов это соотношение не превышает 1,2-1,6, что усложняет вытеснение газа углем [9].

В Украине по состоянию на 01.11.2010 цена газа на приходе ТЭС была 2960 грн. за 1000 м^3, или примерно 2600 грн./т у.т. Из табл. с учетом НДС 20% и средней цены внутреннего транспорта 65 грн./т получим базовую цену энергетического угля 810 грн./т, или, в зависимости от марки, от 965 до 1070 грн./т у.т. (более высокая цена газового угля соответствует его способности сжигаться без подсветки в более широком диапазоне регулирования нагрузки). Таким образом, при базовом качестве угля соотношение цен т у.т.

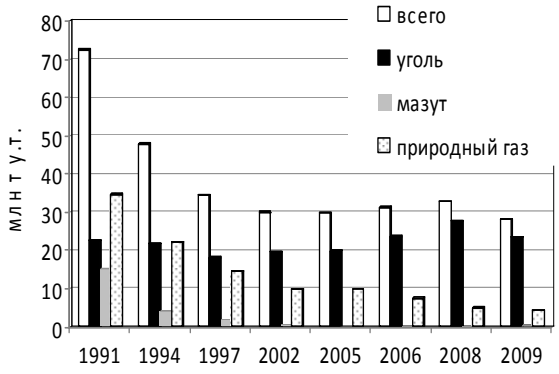

Рис.2 Динамика структуры топливных ресурсов в производстве электроэнергии на ТЭС и ТЭЦ ОЭС Украины

газ/уголь в Украине составляет от 2,4 до 2,7. При средней зольности 24-25% (примерно 5400 ккал/кг) средняя цена угля составляет 735 грн./т, или 950 грн./т у.т., что в 2,74 раза ниже цены газа в тепловом эквиваленте. Это соотношение попадает в среднемировой диапазон.

При удельном расходе топлива на отпуск электроэнергии на газомазутных энергоблоках 350 г у.т./(кВт·ч), на пылеугольных энергоблоках 400 г у.т./(кВт·ч) топливная составляющая себестоимости электроэнергии в Украине равна 91 коп./(кВт·ч) и 38 коп./(кВт·ч), соответственно, что становится существенным стимулом развития угольной энергетики.

Результаты внедрения действующих нормативных документов и прогрессивных ценовых шкал показаны на рис.2,3 [1]. Можно видеть, что заметное потребление газа, с учетом экологических

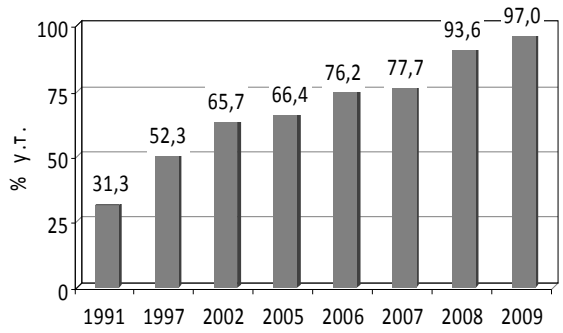

Рис.3 Динамика доли угля в топливной базе ТЭС Украины

требований в городах, осталось только на ТЭЦ.

Для более детального анализа влияния именно качества топлива на такие основные показатели пылевидного сжигания, как мехнедожог угля и необходимая доля подсветки, воспользуемся данными по антрацитовым ТЭС согласно отчетности 3-тех-ТЭС за 2009 г. На рис. 4 видно, что несмотря на разброс, связанный с техническим состоянием котлоагрегатов и пылесистем, мощностью и средней нагрузкой энергоблоков, долей тощего угля, добавляемого к антрациту для снижения подсветки, с ростом калорийности угля оба эти показателя имеют тенденцию к снижению.

С учетом этого в настоящее время ДСТУ 4083 пересматривается с повышением нижней границы

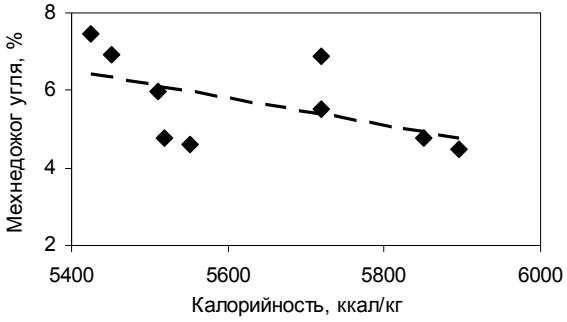

Рис.4 Зависимость показателей эффективности пылевидного сжигания на антрацитовых ТЭС от калорийности угля

калорийности первой категории качества. Среди других его положений, требующих пересмотра, - принципы ценообразования, в частности, стандартизация действующей прогрессивной ценовой шкалы.

Выше отмечалось, что действующая шкала скидок-надбавок по зольности на деле является монотонно прогрессивной шкалой по калорийности, в чем легко убедиться, пересчитав цену угля на тонну условного топлива. Она уже не совпадает со шкалой ДСТУ 4083 в серединах категорий (рис. 5). Однако эффективный опыт ее применения дает основания для пересмотра ценовой шкалы ДСТУ. Действительно, повышение нижних границ калорийности 1 и 2 категорий качества на 200 ккал/кг, обоснованное необходимостью частой работы котлоагрегатов на пониженных нагрузках, и снижение коэффициентов энерготехнологической ценности 2 категории от 0,75 до 0,7, 3 категории от 0,5 до 0,4, обоснованное изменением ценового соотношения газ:уголь, возвращает шкалы в соответствие. Здесь важно отметить, что низкая

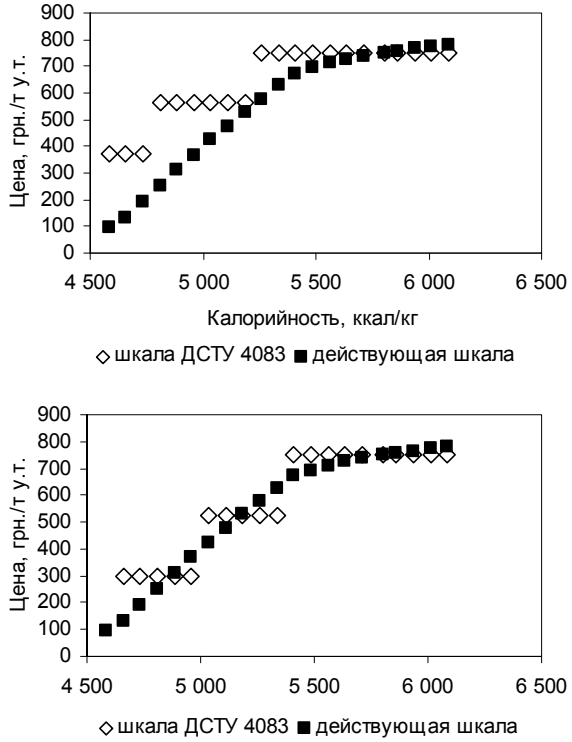

Рис.5 Сравнение ценовых шкал ДСТУ 4083 в старой (вверху) и предлагаемой редакции (внизу) с действующей шкалой в пересчете на т у.т.

цена высокозольного угля не означает ущемления шахтеров: наоборот, работая в интеграции с углеобогатителями, они получают возможность повышать качество угольной продукции и сбывать ее по более высокой цене. Таким образом, эффективность ценовых шкал базируется на их равной привлекательности для производителей угольной продукции и для ТЭС.

В пакет нормативных документов по качеству угля входят и стандарты по его опробованию и анализу. В этом направлении за последние годы внедрены гармонизированный с европейским стандарт по механизированному опробованию угля ДСТУ ISO 13909:2006 [2, 6], стандарт по классификации углей ДСТУ 3472-2009, стандарты по техническому и элементному анализу ДСТУ ISO 17246:2008 и ДСТУ ISO 17247:2008, что заметно сократило количество спорных ситуаций при опробовании и анализе угля на ТЭС.

ВЫВОДЫ

Опыт Украины показывает, что с помощью внедрения современных стандартов на качество и опробование (приемку) угля и прогрессивных ценовых шкал по калорийности можно добиться взаимовыгодных для угольных и энергетических предприятий поставок на ТЭС углей с качеством, близким к проектным требованиям котлоагрегатов. Существующие мощности ОФ обеспечивают необходимое качество для всего объема энергетических углей. Следствием этого будет возможность снижения или даже устранения подсветки, в том числе в полупиковых режимах работы существующих морально устаревших энергоблоков, и уменьшение мехнедожога топлива в пересчете на уголь. В условиях существенно большей цены т у.т. из газа по сравнению с углем это обеспечивает, с одной стороны, сдерживание роста тарифов на электроэнергию, с другой – создает предпосылки для накопления средств на модернизацию и реконструкцию угольных электростанций, которые были и остаются фундаментом энергетической безопасности Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майстренко О.Ю., Топал О.І., Гапонич Л.С. Сучасний стан вугільної енергетики України та перспективи її оновлення і розвитку // Наукові праці НУХТ. – 2010. - № 32. – С.43-47.
2. Майстренко А.Ю., Чернявский Н.В., Стегний Н.Г. Техническое обоснование нормативных требований к качеству энергетических углей и ценовая шкала как средство их обеспечения // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2007. - №6. – С.3-8.
3. Современное состояние угольных электростанций Украины и перспективы их развития / Ю.П.Корчевой, А.Ю.Майстренко, А.К.Шидловский, С.В.Яцкевич // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1996. - № 3. - С. 3-8.
4. Принципи ціноутворення на вугільну продукцію для теплових електростанцій / Ю.О.Насєдкін, М.В.Чернявський, С.В.Яцкевич, Ю.М.Філіппенко // Енергетика: економіка, технології, екологія. - 2001. - № 1. – С.71-74.
5. Чернявский Н.В. Топливные потери при поставках на ТЭС необогащенного и обогащенного угля // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2000. - № 5. - С.3-7.
6. Нормативная база по качеству угля для сжигания на ТЭС Украины / Чернявский Н.В., Скляр П.Т., Филиппенко Ю.Н. и др. // Тез.докл. 3-й научн.-практ. конф. “Угольная теплоэнергетика: проблемы реабилитации и развития” (14-18.09.2006, Алушта). – Алушта: НПВК «ТРИАКОН», 2006. – С.57-60.
7. Майстренко А.Ю., Чернявский Н.В. Вопросы повышения эффективности использования твердого топлива на ТЭС // Энергетика и электрификация. – 2004. – №12. – С. 17–27.
8. Сердюк С.Д., Стегний Н.Г., Чернявский Н.В. Особенности работы ТЭС Украины в современных условиях топливно-энергетического рынка // В сб.: Современная наука. – 2010. - №1(3). – С.35-37.
9. Ryabov G.A. The Russian perspective of the low rank coal industry // Low rank coal: Proc. of Intern. Conf. (Melbourne, April 27-30, 2010).