© Н.Н. Димитров, 2007

УДК 65.011.12:662.62

Н.Н. Димитров

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТОПЛИВА ИЗ УГЛЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

Рассмотрено состояние технической базы в области переработки многобалластных углей, дана экономическая оценка технологиям производства из них экологически чистых видов топлива, выявлена эффективность их использования электростанциями и энергетическими установками коммунально-бытового хозяйства и населения.

Тепловые энергетические станции, котельные коммунально-бытового хозяйства, отопительные печи у населения, коксохимические заводы были и в обозримой перспективе останутся потребителями углей и продуктов их переработки.

Бесспорным является также и то, что поставляемые виды угольного топлива названным потребителям во многих случаях не отвечают их потребителям по таким качественным параметрам нахождение в нем золы, серы, мелочи и влаги. Это негативно влияет на теплотехнические показатели работы оборудования, окружающую среду и результаты хозяйственной деятельности потребителей топлива.

Зольность снижает КПД котлоагрегатов и число часов использования установленной мощности электростанций, увеличивает расход электроэнергии на собственные нужды и условного топлива на единицу вырабатываемой электроэнергии.

Сернистые соединения вызывают коррозию и преждевременный износ оборудования, будучи выброшенным, в атмосферу загрязняют окружающую среду и отрицательно влияют на здоровье людей, растительный и животный мир.

Мелкие классы углей, присутствующие в угольном топливе, приводят к снижению КПД Энергетических установок, со слоевой системой сжигания в результате провала значительной их части через колосниковые решетки в несожженном состоянии.

Влага снижает теплоту сгорания и отрицательно влияет на теплотехнические показатели топливоиспользующих агрегатов, является балластом при железнодорожных перевозках, приводит к смерзанию улей в зимний период.

Актуальность устранения перечисленных негативных последствий вполне очевидна. Вместе с тем, исходя из поставленной цели в статье с технических и экономических позиций рассматриваются перспективные технологии, обеспечивающие производство экологически чистого топлива для электростанций и энергетических установок коммунально-бытового хозяйства и населения.

Производство из углей экологически чистого газообразного топлива для электростанций.

Тепловые электростанции потребляют большое количество различных видов топлива и являются источниками загрязнения окружающей среды газообразными и твердыми отходами. При сжигании углей к ним следует отнести сернистые соединения, угольную пыль, окислы азота и шлаки.

Уменьшение или полное исключение образования отходов и сокращения вредных выбросов в атмосферу может быть достигнуто на основе реализации имеющегося технического потенциала в виде существующих и вновь разработанных технологий переработки (облагораживания) углей.

Применительно к сернистым соединениям и угольной пыли, являющихся объектами рассмотрения, эта задача может быть одновременно решена на основе метода газификации, в результате чего из многобалластных углей получается газ, очищенный от пыли и сернистых соединений.

Газификация углей имеет относительно долгую историю развития, характерную чередованиями периодов подъема и упадка. Это в основном обусловливается направлениями использования основного продукта переработки углей – газа, прошедшего путь от источника освещения городских улиц (Англия) до сырья для производства различных видов продукции (Германия, Чехия, ЮАР и др.).

В настоящее время газификацию углей в техническом плане рассматривают в двух аспектах:

во-первых, как метод производства технологических и высококалорийных газов, соответственно предназначенных для использования в качестве сырья и бытового топлива;

во-вторых, как метод подготовки (облагораживания) высокозольных и высокосернистых углей путем превращения их в энергетический газ.

Второе направление развития газификации имеет практическое значение для большинства стран мира, в топливных балансах которых боль-шой удельный вес занимают каменный и бурый угли. Необходимость развития этого направления в условиях России обусловливается тем, что ресурсы угольного топлива, используемого в энергетике, представлены во многих случаях многобалластными углями, сжигание которых в натуральном виде связано с определенными трудностями технологического и экологического характера.

Современный технический потенциал производства газа из углей представлен многими промышленно освоенными технологиями, соответствующие названию фирм-изготови-телей основного оборудования технологического процесса – газогене-раторов (Лурги, Копперс-Тотцек, Винклер, Тексако). В последние годы в эксплуатации находилось 248 единиц газогенераторов различного типа, в том числе в ЮАР – 92, США – 18, Китае – 6, Чехии и Словакии – 62, Германии – 32 [2].

Газификация углей, торфа и другого сырья в России получила значительное развитие в 50-е годы двадцатого столетия. В этот период вырабатывалось 30 млрд. $м^3$ энергетического и технологического газа [3]. В связи с бурным развитием промышленности природного газа это направление переработки твердых горючих ископаемых постоянно сокращалось. В середине 90-х годов прекратилась эксплуатация последнего завода при ПО «Ангарскнефтеторгсинтез».

Научно-исследовательскими и проектными организациями России разработан новый высокоинтенсивный процесс газификации различных углей в кипящем слое под давлением с высокотемпературной очисткой газа от пыли и сернистых соединений. При этом давление и температура газа используются в утилизационной турбине для выработки электроэнергии [4].

Эта технология газификации углей была реализована на опытно-промышленной установке при Московском коксогазовом заводе. На ней проведены опыты получению газов энергетического назначения из Канско-Ачинских углей, характеризующихся большой влажностью (35 %) и Экибастузских с зольность до 50 %. При газификации перечисленных углей был получен газ, полностью очищенный от пыли и на 95 % от сернистых соединений.

Одновременно следует подчеркнуть, что из-за относительно низкой теплоты сгорания (1200-1300 ккал/м^3) его нецелесообразно транспортировать на большие расстояния. По этой причине газовое производство (цех, отделение) дол-жно быть структурным подразделением электростанции и рассматриваться в ее технологической схеме как стадия подготовки топлива к сжиганию.

Техническая возможность сочетания газового производства с электростанциями подтверждена зарубежным промышленным опытом. Такие комбинации производств получили практическую реализацию в некоторых странах. В настоящее время в мире работают, строятся или проектируются около 160 газификационных установок [5], среди которых значительная часть предназначена для производства газа энергетического назначения из угля и использования его на электростанциях. Такие электростанции имеются в Нидерландах, США, Италии, Чехии, Испании, Индии.

В Росси был разработан проект на строительство установки по газификации углей, которая должна была комбинироваться с энергетическим блоком 250 тыс. кВт Ново-Тульской ТЭЦ-5 и Кировской ТЭЦ-5. Из-за финансовых затруднений проект не реализован ни на одной из названных станций.

На основе имеющейся технологической информации, касающейся норм расхода угля, энергоносителей, штатного коэффициента и с привлечением других нормативов, определена целесообразность сочетания газового производства с выработкой электроэнергии.

Расчеты выполнены применительно к электростанциям с установленной мощностью 300 тыс. кВт, сжигающих уголь и газ из негои отпускающих в энергосистему равное количество электроэнергии (табл. 1).

На основании приведенных данных можно констатировать факт экономической целесообразности газификации многобалластных углей и использовании газа в качестве экологически чистого топлива на тепловых электростанциях. На ряду с этим использование экологически чистого газа вместо углей на электростанциях принятой мощности приведет к снижению загрязнения окружающей среды сернистыми соединениями. При замене подмосковных углей эти выбросы сократятся на 55 тыс. т натуральной серы (1921500 т*3 % * 95 %) и донецких – на 22 тыс. т (1174250 т*2%*95 %).

Таблица 1

Затраты на производство электроэнергии на электростанциях, сжигающих различные виды топлива

Статьи затрат	**Величина затрат при сжигании**			
	Бурого угля	**Газа из него**	**Каменного угля**	**Газа из него**
Топливо	365,5	291,1	319,5	234,3
Расходы по сжиганию	90,9	59,0	96,0	59,0
Итого	456,4	350,2	415,5	293,3
Соотношение, %	100,0	77,0	100,0	71,0

Таблица 2

Эффективность производства окускованного топлива (термобрикетов) из бурых углей

Показатели	**Величина показателя**
Прибыль, руб./т	99
Срок окупаемости капиталовложений, лет	7
Уровень рентабельности производства продукции, %	15

Таблица 3

Затраты потребителя на получение единицы полезного тепла при сжигании различных видов угольного топлива, руб/т у.т.

Вид топлива	**Величина затрат при перевозке топлива на расстояния, км**			
	0	**500**	**750**	1000
Бурый уголь	639	1247	1444	1635
Окускованные виды топлива из него				
Брикеты	1291	157	1640	1716
Гранулы	800	1128	1233	1542
термобрикеты	836	1069	1145	1218

Производство из углей экологически чистого твердого топлива для энергетических установок коммунально-бытового хозяйства и населения

Относительно большое количество угольного топлива сжигается в котельных коммунально-бытового хозяйства и отопительных печах, имеющих слоевую систему сжигания. Общеизвестно, что энергетические установки такого типа имеют наиболее благоприятные теплотехнические показатели, если они обеспечиваются топливом определенной крупности (размер куска св. 13 мм). В противном случае, т.е. при сжигании в них рядовых углей с большим содержанием мелочи, появляются сверхнормативные потери топлива. Так, проведенными опытами ИГИ и ИОТТ установлено, что при сжигании в одной и той же печи угольного топлива различной крупности она имеет следующие КПД: рядовой уголь с большим содержанием мелочи - 0,467; угольный концентрат крупностью св. 13 мм - 0,625 и окускованное топливо - 0,75. К сожалению, в России из-за отсутствия достаточных ресурсов крупных классов угольного топлива сжигается значительное коли-

чество рядовых углей с большим содержанием мелочи. Это приводит к дополнительным потерям в сфере использования в размере 15-20 %. Кроме того, ис-пользуемые сейчас основные виды угольного топлива не отвечают эко-логическим требованиям, особенно в части выделения дыма при их сжи-гании.

Перечисленные негативные последствия в значительной мере могут быть предотвращены при сжигании в коммунально-бытовом секторе окускованного топлива (термобрикетов), технология производства которого использует метод горячего брикетирования (давление 75-100 Мпа, температура - 400 °С, брикетирование в штемпельных прессах без применения связующих материалов). Она разработана организациями Минэнерго РФ (ИГИ, Сибгипрошахт) и проверена на опытных установках применительно к углям Канско-Ачинского бассейна. Получаемые термобрикеты имеют теплоту сгорания 6200 ккал/кг (при теплоте сгорания исходного сырья - 3750 ккал/кг) и являются экологически чистым топливом. Дымность термобрикетов в 3,5 раза ниже аналогичного показателя брикетов, изготовленных со связующими материалами. Применительно к имеющейся технологии была разработана проектно-сметная документация на строительство Головной установки по производству термобрикетов из углей Канско-Ачинского бассейна (Березовский разрез), которая из-за отсутствия финансирования до настоящего времени не построена. В данной статье на основе проектных материалов и с привлечением другой исходной информации определена экономическая эффективность производства 1 млн. т термобрикетов в год. Такая мощность предприятия была предусмотрена программой «Экологически чистая энергетика» (табл. 2).

На основе этих и других данных установлены экономические преимущества термобрикетов в сфере использования. Затраты потребителя в расчете на 1 т у.т. полезно полученного тепла определены для углей различной крупности, брикетов и гранул. Величина затрат на получение единицы полезного тепла потребителем (Зпт) находится из выражения: Зпт = =(Цт + Тр): Тк:η, где Цт – цена топлива в районе, Тр – траспортные расходы (тарифы) на перевозку топлива, Тк – коэффициент пересчета затрат с единицы натурального топлива на единицу условного топлива, η – КПД энергетической установки в зависимости от вида топлива.

Результаты рассматриваемого вида затрат приведены в табл. 3.

На основании данных таблицы можно сформулировать следующие принципиальные положения:

- переработка бурых углей и использование получены из них новых видов топлива на месте производства является неэффективным для потребителей;
- наиболее эффективным топливом для потребителей, удаленных от топливных баз на расстоянии свыше 500 км следует признать экологически чистое топливо – термоуголь;
- Затраты на получение полезного тепла при сжигании термоугля на расстоянии 50, 750 и 1000 км соответственно будут меньше на 178 руб. (1247-1069), 299 руб. (1444-1145) и 417 руб. (1635-1218).

* * *

Приведенный в статье материал подтверждает экономическую эффективность производства и использования экологически чистого топлива на элек-

тростанциях и энергетических установках коммунально-бытового хозяйства и населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Угольная* промышленность Российской Федерации, М.: ЗАО Росинформуголь, 2003, 174 с.
2. *Кудинов Ю.С.* Уголь сегодня, завтра, М.: Новый век, 2001, 216 с.
3. *Альтшулер В.С.* Новые процессы газификации твердого топлива, М.: Недра, 1986, 279 с.
4. *Кричко А.А., Черненко И.И., Агеева Т.В.* Газификация углей – основное направление защиты окружающей среды.// Уголь, 1990. №2, с. 7-12
5. *Саламов А.А.* Парогазовые установки с газификацией топлива.// Теплоэнергетика, 2002. №6, с. 74-77
6. *Фомин А.П.* Развитие производства получения кускового бездымного топлива для бытовых углей.// Сб. докладов сессии научного совета РАН, Звенигород, 1998, с.90. ГИАБ

Коротко об авторах

Димитров Н.Н. – аспирант, ИГД им. Скочинского, ФГУП ННЦ ГП.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КУРДЮМОВ Сергей Борисович	Разработка механизма формирования системы контроллинга на предприятиях по добыче коксующихся углей	08.00.05	к.э.н.
СУХОЧЕНКОВ Антон Сергеевич	Эколого-экономическая оценка и выбор вариантов использования шахтного метана	08.00.05	к.э.н.