

УДК 622:338:577.4

**Г.Б. Волковский**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ  
ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ  
ЧИСТОГО ТОПЛИВА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ  
ПОТРЕБИТЕЛЯМИ**

*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.*

*Ключевые слова: электроэнергия, окружающая среда, угольное топливо, котлоагрегат, многобалластный уголь.*

**Т**епловые электрические станции, котельные коммунально-бытового хозяйства и отопительные печи у населения были и в обозримой перспективе останутся основными потребителями углей и продуктов их переработки.

В 2008 г. [1] из общего объема расхода углей основным потребителям — электростанциям было поставлено 51,4 %, энергетическим установкам различного профиля — 30,6 % и на производство кокса — 18 %. Бесспорным является также и то, что поставляемые виды угольного топлива названным потребителям во многих случаях не отвечает их требованиям по таким качественным параметрам, как содержание 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 выброшенными 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 не сожженном состоянии.

Влага снижает теплоту сгорания и отрицательно влияет на теплотехнические показатели топливоисполь-

зующих агрегатов, является балластом при железнодорожных перевозках, приводит к смерзанию углей 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 электрические станции 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 сокращение 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 соеди-

нений. Газификация углей имеет относительно долгую историю развития, характерную чередованием периодов подъема и упадка. Это в основном обуславливается 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) высокосольных и высокосернистых углей путем превращения их в энергетический газ.

Второе направление развития газификации имеет практическое значение для большинства стран мира, в топливных балансах которых большей удельный вес занимают каменные и бурые угли. Необходимость развития этого направления в условиях России обуславливается тем, что ресурсы угольного топлива, используемые в энергетике представлены 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 изготовите-

лей основного оборудования технологического процесса — газогенераторов (Лурги, Копперс-Тотчек, 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 — 52 [2].

Газификация углей, торфа и другого сырья в России получила значительное развитие в 50-ые годы двадцатого столетия. В этот период вырабатывалось 35 млрд. м<sup>3</sup> 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 «Ангарскнефтеоргсинтез».

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 опытной установке при Московском коксогазовом заводе (г. Видное). На ней проведены опыты по получению газов энергетического назначения из канско-ачинских углей, характеризующихся большой влажностью (35 %), подмосковных, имеющих высокое содержание серы (3,5 %) и экибастузских с зольностью 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<sup>3</sup>) его нецелесообразно транспортировать на большие расстояния. По этой причине газовое производство (цех, отделение) должно 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. Такого типа электростанции имеются в Нидерландах, США, Италии, Чехии, Испании, Индии.

В России был разработан проект на строительство установки по газификации углей, которая должна была комбинироваться с энергетическим блоком 250 тыс. кВт Ново-Тулской 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,

Таблица 1

**Затраты на производство электроэнергии на электростанциях, сжигающих различные виды топлива**

Статьи затрат	Величина затрат при сжигании, тыс. руб.			
	Бурого угля	Газа из него	Каменного угля	Газа из него
Топливо	266,6	227,2	305,8	296,3
Расходы по сжиганию	152,7	120,5	159,5	108,6
Итого	419,3	347,7	465,3	404,9
Соотношение, %	100,0	82,0	100,0	87,0

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 него и отпускающих в энергосистему равное количество электроэнергии (табл. 1).

На основании приведенных данных можно констатировать об экономической целесообразности газификации многобалластных углей и использовании газа в качестве экологически чистого топлива на тепловых электростанциях.

**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 тако-

го 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 количество рядовых углей с большим содержанием мелочи. Это приводит к дополнительным потерям в сфере использования в размере 15—20 %. Кроме того, используемые сейчас основные виды угольного топлива не отвечают экологи-

ческим требованиям, особенно в части выделения дыма при их сжигании.

Перечисленные негативные последствия в значительной мере могут быть предотвращены при сжигании в коммунально-бытовом секторе окускованного топлива (брикетов), 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 [6]. 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 1,2 млн т термобрикетов в год. Такая мощность предприятия была предусмотрена програм-

мой «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 угля и термобрикетов из него. Величина затрат на получение единицы полезного тепла потребителем ( $Z_{пт}$ ) находится из выражения  $Z_{пт}=(Ц_t+Т_r):Т_k:КПД$ , где  $Ц_t$  — цена топлива в районе,  $Т_r$  — транспортные расходы (тарифы) на перевозку топлива,  $Т_k$  — коэффициент перерасчета затрат с единицы натурального топлива на единицу условного топлива, КПД энергетической установки в зависимости от вида топлива.

Результаты расчета рассматриваемого вида затрат приведены в табл. 3.

На основании данных таблицы можно сформулировать следующие принципиальные положения:

- переработка бурых углей и использование полученных из них новых видов топлива на месте производства является неэффективным для потребителей;
- наиболее эффективным видом топлива для потребителей удаленных от топливных баз на расстоянии свыше 500 км следует признать экологически чистое топливо — термоуголь.

Приведенные в статье материалы подтверждают экономическую эффективность производства и использования экологически чистого топлива на электростанциях и в энергетических установках коммунального бытового хозяйства и населения.

Таблица 2

**Эффективность производства окучкованного топлива (термобрикетов) из бурых углей**

№ п/п	Показатели	Величина показателя
1	Прибыль, руб./т	99
2	Срок окупаемости капиталовложений	6,8
3	Уровень рентабельности производства продукции, %	14,0

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 расстояние, км			
	0	500	750	1000
Бурый уголь	1102	1780	2030	2326
Термобрикеты из него	1009	1260	1353	1462
Экономия	93,0	520	677	864

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Угольная промышленность Российской Федерации. М.: ЗАО Росинформуголь, 2008.
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 на-
- правление 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 целей. // Сб. докладов сессии научного совета РАН. Звенигород. 1998. С. 90. **ГИАЗ**

**КОРОТКО ОБ АВТОРЕ**

Волковский Г.Б. — соискатель, Государственный научно-исследовательский институт горно-химического сырья, gighs@yandex.ru.

