

УДК 662.732

О ПЕРСПЕКТИВАХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ УГЛЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.Е. Прошунин, д.т.н., директор
Общество с ограниченной ответственностью «Энергоресурс»
М.Б. Школлер, д.т.н., профессор
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Наиболее перспективным вариантом парогазовых установок (ПГУ) на твердом топливе, предлагаемым к реализации в настоящем докладе, является сочетание энергоустановок с установками полукоксования. В данном случае не требуется производства кислорода и возможно исполнение как в виде комплекса газотурбинного цикла с использованием продуктов сжигания охлажденного газа полукоксования (цикл Брайтона), так и паротурбинного цикла сжигания полукокса (цикл Ренкина). В этом варианте необходимо организовать переработку химических продуктов полукоксования. Возможен и энергометаллургический вариант с газотурбинным циклом и производством полукокса для черной металлургии [1,2].

Известно, что наиболее экологически чистыми топливами являются бурые угли и полукокс (БПК), полученный при их переработке. Следует отметить, что на территории Кемеровской области расположены два крупнейших месторождения бурых углей: Итатское и Барандатское, относящихся к Канско-Ачинскому бассейну. Запасы бурых углей Кемеровской области – 66 млрд. т., наиболее перспективного Барандатского месторождения - 36 млрд. т. Средняя мощность угольного пласта Барандатского месторождения – 44-58 м (максимально до 100 м). Себестоимость добычи БУ разрезах Канско-Ачинского бассейна была в 5 раз ниже средней себестоимости по Министерству угольной промышленности СССР и составляла примерно 50 коп./т. Требуемые инвестиции в развитие добычи БУ в 1,5 раза ниже, чем при строительстве разрезов на Ерунаковском месторождении и в 3,5 раза ниже, чем при строительстве шахт [2, 3].

В качестве сырья для реализации данного проекта может быть предложен высококачественный бурый уголь Барандатского месторождения Канско-Ачинского бассейна (расположено в Тисульском районе Кемеровской области). Качество данного угля приведены в таблице 1.

Таблица 1

Качество углей Барандатского месторождения

Месторождение	Марка угля	W_t^r	A^d	V^{daf}	S^d
Барандатское	Б2-Б3	32-36	7-8	44-48	0,3

В настоящем проекте предлагается создать комплекс по энерготехнологической переработке бурых углей Кемеровской области путем реализации отечественной технологии полукоксования с применением твердого теплоносителя (УТТ-3000). Такая установка производительностью ~ 1 млн. т сланца в год или 3 300 тонн сланца в сутки эксплуатируется на Заводе Масел в г. Нарва с 1980 г. Принципиальная схема установки с твердым теплоносителем УТТ-3000 [3] представлена на рис. 1.

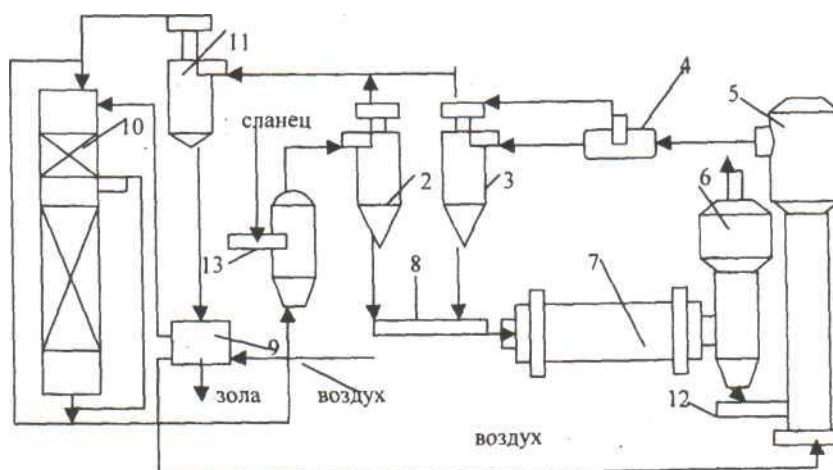


Рис. 1 - Технологическая схема термической переработки топлива на установке УТТ-3000:

1 - аэрофонтанная сушилка; 2 - циклон сухого сланца; 3 - циклон теплоносителя; 4 - байпас; 5 - технологическая топка; 6 - пылевая камера; 7 - реактор; 8 - смеситель; 9 - зольный теплообменник; 10 - котел-утилизатор; 11 – зольный циклон; 12, 13 - шнековые питатели.

Принцип работы УТТ в этом случае будет основан на высокоскоростном термическом разложении (пиролизе) органической части бурого угля при нагревании его в реакторе без доступа кислорода до 450⁰С градусов во время перемешивания с твердым теплоносителем - БПК. При разложении органической части бурого угля выделяется углеводородная парогазовая смесь, сжигаемая для получения тепло- и (или) электроэнергии.

Уверенность авторов настоящего проекта в его осуществимости базируется на результатах многолетних исследований, выполненных ЭНИНом, по полукоксованию бурых углей Канско-Ачинского бассейна с использованием

установок с твердым теплоносителем. Прежде всего, это пилотная установка на ТЭЦ-4 (г. Тверь), перерабатывавшая четыре тонны в час угля. В длительных (10-20 суток) испытаниях были отработаны основные технологические режимы. Проведены балансовые замеры, определены выходы и составы всех получаемых продуктов. Термический КПД процесса составил 92-95%. В промышленном масштабе процесс реализован на установке Красноярского металлургического завода «Сибэлектросталь», перерабатывающего шесть тонн бурого угля в час. Всего на установках в г.г. Тверь и Красноярск было переработано 100 000 тонн бурого угля Канско-Ачинского бассейна [3].

На опытно-промышленной установке термоконтактной переработки углей в кипящем слое (ТККУ) производительностью четыре тонны бурого угля в час (ТЭЦ им. В.В. Куйбышева, г. Екатеринбург) ЭНИН и ВУХИН в длительных испытаниях (около трех лет) отработан процесс получения зернистых и порошкообразных сорбентов из бурых и каменных углей [3].

Выполненные расчеты и наш опыт показывают, что основные параметры, реализованные в этих процессах (температура теплоносителя (800°C), температура БПК (400°C) и время пиролиза 15-20 минут) могут быть достигнуты на установке УТТ-3000. При этом детально изучено изменение технологических свойств бурых углей в процессе их переработки и характеристики получаемого основного продукта – БПК, разработаны параметры процессов складирования используемых материалов.

Учитывая многолетний успешный опыт эксплуатации оборудования установки УТТ-3000, тот факт, что принципиальных изменений в работе оборудования не планируется, а технологические параметры полукоксования будут корректироваться методами режимной наладки, процесс сжигания газопаровой смеси не должен вызвать особых сложностей (он был решен еще в 1980-х годах применительно к пуску промышленной установки ЭТХ-175) можно, по нашему мнению, рекомендовать процесс к внедрению [2,3].

В состав энерготехнологического комплекса входят три установки с твердым теплоносителем УТТ-3000 для получения буроугольного полукокса, тепло- и электроэнергии, установка для приема и хранения бурых углей и угля марки ТР, установки для приготовления и отгрузки полупродукта пылеугольного топлива.

Основные технологические параметры получения БПК показаны в таблице 2.

Таблица 2

Основные технологические параметры получения БПК

Общее потребление угля:	
Расход угля, тыс. т/год	3000
Теплосодержание угля (3700 ккал/кг), миллионов Гкал/год	11,1
Производство энергетической продукции:	
Теплоэнергия, миллионов Гкал/год	4,3
Производство буроугольного полукокса:	
Теплосодержание производимого полукокса (6900 ккал/кг), миллионов Гкал/год	4,9
Выход кокса, тыс. т/год	1300
Удельный расход угля, тонн/т кокса	2,25
Всего полезной продукции (100%), миллионов Гкал/год	9,2
в том числе:	
горячая вода (46,7%), миллионов Гкал/год	4,3
теплосодержание полукокса (53,3%), миллионов Гкал/год	4,9
Энергетический КПД производства в целом	83 %

Сырье для производства БПК – бурый уголь – на первом этапе может приобретаться на разрезе Березовском. На втором этапе целесообразна организация добычи бурого угля на разрезе Барандатского месторождения Кемеровской области. БПК крупностью 0-0,25 мм может отгружаться потребителям в виде смесей с мелкими классами каменных углей.

Предлагаемым проектом энерготехнологического комплекса для переработки бурых углей предусмотрено строительство трех установок с твердым теплоносителем УТТ-3000. Предложенная технология позволяет получить не только тепло- и (или) электроэнергию (при сжигании углеводородной парогазовой смеси), но и БПК, на основе которого может быть организовано производство следующих видов продукции [2, 3]:

- полупродукт пылеугольного топлива (ПУТ) для доменных печей или энергогенерирующих установок с использованием БПК;
 - пластические формовки на основе БПК в качестве:
 - составной части шихты для коксования;
 - высокорекреационного бездымного топлива для коммунально-бытовых и технологических нужд;
 - углеродистого восстановителя для ферросплавной промышленности.
- Основные технологические свойства БПК приведены в таблице 3.
Реализация предложенного проекта имеет следующие достоинства:

- получение высококачественного продукта, сбыт которого в течение ближайших 4-5 лет составит как минимум 5-7 миллионов тонн только в качестве компонента пылеугольного топлива (не менее перспективным является использование его в качестве компонента шихты для коксования, экологически чистого энергетического топлива);
- отрицательная себестоимость БПК вследствие низкой стоимости сырья и большого количества выделяющихся попутно тепло- и (или) электроэнергии;
- снижение удельного расхода топлива на выработку тепло- и (или) электроэнергии на 10-15%;
- уменьшение выбросов вредных веществ на выработку единицы тепло- и (или) электроэнергии на 20-30 %.

Таблица 3

Физико-химические свойства БПК [3,4]

Показатели	БПК
W^a (влага аналитическая)	1,17
A^d (зольность на сухую массу)	8,59
V^{daf} (выход летучих веществ на горючую массу)	8,31
S^d (сод. серы на сухую массу)	0,12
P^d (сод. фосфора на сухую массу)	0,003
Элементный анализ, на горючую массу, %:	
C (содержание углерода)	90,85
H (содержание водорода)	1,97
O (содержание кислорода)	6,16
S (содержание серы)	0,13
Теплота сгорания, ккал/кг	
Высшая (Q_{s}^{daf})	7760
Низшая (Q_i^r)	6908
Реакционная способность по CO_2 при 1000^0C , $cm^3/g \cdot c$	6,48
Плотность, $г/см^3$:	
действительная	1,846
кажущаяся	0,924
Пористость, %	49,9
Общий объем пор, $см^3/г$	0,540
Структурная прочность, %	3,2

Достоинства использования БПК в качестве компонента ПУТ обосновываются следующим образом [3, 4]. Максимальный расход ПУТ ограничи-

вается для углей с высоким выходом летучих веществ повышенным эндотермическим эффектом их разложения, а для углей с низким выходом летучих веществ – возрастанием неполноты газификации угольных частиц за время их пребывания в фурменной зоне. Применение БПК в качестве инициатора зажигания эффективно с точки зрения экономии кокса, так как он имеет более низкий выход летучих веществ, к тому же состоящих в основном из СО и Н₂, являющихся восстановителями (рис. 2).

Использование ПУТ, состоящего из БПК и тощего угля [4] в равной пропорции, позволит повысить производительность доменного производства на 7,5%, снизить расход доменного кокса до 330 кг на одну тонну чугуна или на 23,4 %, полностью исключив при этом подачу природного газа, снизить себестоимость чугуна на 8,8 %. Угольная пыль может заместить в доменной печи 100 % природного газа и 20-40 % кокса, существенно улучшить технико-экономические показатели процесса, а стоимость строительства установки вдувания в 4 раза меньше, чем строительство коксовой батареи производительностью заменяемого ПУТ кокса. На 4,1% сокращается подача кислородного дутья и, вследствие высокой основности золы БПК, подача флюсов может быть сокращена на 60-80 % или не понадобиться вовсе.

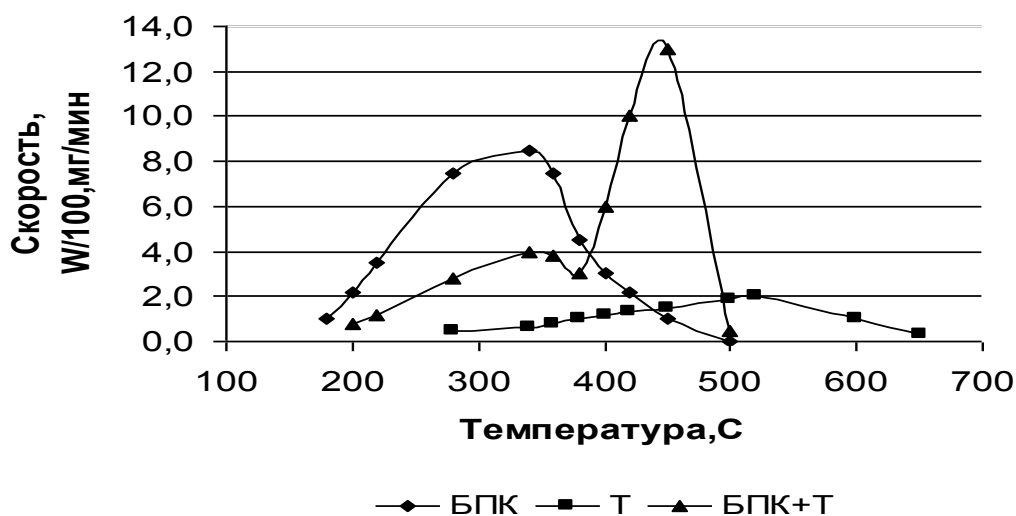


Рис. 2 – Влияние температуры на скорость окисления кислородом БПК и угля марки Т.

Исследование процессов полукоксования конкретных бурых углей, оценка технологических свойств полученного БПК, жидких и газообразных продуктов полукоксования, составление материального баланса, проектирование УТТ-3000, установок для получения пластических формовок на основе БПК, для приготовления полупродукта ПУТ, разгрузки и подготовки сырья и отгрузки готовой продукции может быть осуществлено ОАО «ВУХИН», НТЦ «Экосорб» (Москва), ЭНИН (Москва), Атомэнергoproject (Санкт-Петербург).

Основные экономические показатели проекта: общая стоимость проекта – 160 млн. долларов США; срок выполнения проекта (с начала получения финансирования до вывода установки на проектный режим) – 30 месяцев; дисконтированный период окупаемости 28 месяцев с начала серийного производства.

Список литературы:

1. Школлер М.Б. О развитии углеперерабатывающей промышленности в Кузбассе / М.Б. Школлер, Ю.Е. Прошунин // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2001. – №2. – С. 142 – 155.
2. Прошунин Ю.Е. Уголь в высоких технологиях. О кластерном подходе к формированию стратегии социально-экономического развития Кузбасса / Ю.Е. Прошунин, М.Б. Школлер // Металлы ЕВРАЗИИ. – 2007. – №2. – С. 46 – 47.
3. Школлер М.Б. Полукоксование каменных и бурых углей / М.Б. Школлер. – Новокузнецк: Инженерная академия России, Кузбасский филиал, 2001. – 235 с.
4. Школлер М.Б. Сырьевая база производства пылеугольного топлива для вдувания в горн доменных печей. / М.Б. Школлер, Ю.Е. Прошунин, С.Г. Степанов, С.Р. Исламов // Пылеугольное топливо – альтернатива природному газу при выплавке чугуна. Труды Международной научно-технич. конф. 18-21 декабря 2006. – Донецк, 2006. – С. 144 – 151.