УДК 662.742

СОВМЕСТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КОКСА И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

А.М. Сидоров, к.т.н., А.А. Скрябин, к.т.н. (НИЦ ПО «Бийскэнергомаш», г. Барнаул)
С.Р. Исламов, к.т.н. (ООО «Сибтермо», г. Красноярск)

Освоение новых месторождений углей, характеризующихся низким качеством или отдаленностью от потребителей, связано с необходимостью повышения эффективности отдачи капиталовложений.

Особенно актуальна эта проблема для низкокачественных углей, транспортировка которых на расстояние более 400 – 600 км от места добычи в натуральном виде неэффективна из-за высоких железнодорожных тарифов. В связи с этим технологическая переработка угля в целевые продукты становится единственным рациональным способом повышения эффективности работы угледобывающих предприятий. Это достигается строительством на месте добычи энерготехнологических комплексов по переработке угля с целью получения облагороженных твердых топлив типа полукокса, а также ряда дешевых углеродных сорбентов и катализаторов, пригодных для использования в энергетике, в металлургии (агломерация руд, ферросплавные производства взамен традиционной коксовой мелочи), а также в качестве топлива в коммунальном хозяйстве и для бытовых нужд в брикетированном виде.

Сегодня из существующих технологий термической переработки угля с производством коксового продукта наиболее перспективна и малозатратна технология термоокислительной обработки в кипящем слое. Вырабатываемая попутно тепловая и электрическая энергия могут использоваться для собственных нужд или реализованы на энергетическом рынке.

При термоокислительной переработка угля из технологической схемы исключается стадии выделения и переработки малоценной смолы, значительно ухудшающие экологичность процесса и условия работы обслуживающего персонала. Сущность термоокислительной обработки состоит в нагревании угля за счет горения выделяющихся летучих веществ. Загружаемый в установку уголь проходит стадии сушки и коксования. Выделение и горение летучих препятствует доступу кислорода и окислению углерода угольного зерна. Для предотвращения горения обуглероженного продукта его выгружают из установки. Физическое

тепло выделяющихся при термоокислительной обработке газов и теплота их сгорания используются для выработки тепловой энергии.

Твердые продукты термической переработки углей – кокс, полукокс, термооблагороженное топливо и т.п., имеют высокую калорийность (25116 кДж/кг и выше на рабочую массу) и пониженный выход летучих веществ (от 3 до 25 % на горючую массу в зависимости от температуры и способа обработки). Потенциальный рынок термооблагороженного топлива, например из КАУ оценивается в 5 млн. т. в год [1]. При этом перспективны следующие направления:

- использование буроугольного полукокса в качестве технологического топлива и компонента шихты при производстве глиноземного спека в агломерационных печах Ачинского глиноземного комбината. Объем потребления – 1,2-1,3 млн. т. в год взамен кузнецких углей марки Т и коксовой мелочи;

- использование при производстве железорудных окатышей взамен коксовой мелочи. Потребность Западносибирского металлургического комбината – 500 тыс. т в год и Абагурской аглофабрики – 500 тыс. т в год;

- замена коксового орешка при производстве ферросплавов в ОАО «Кузнецкие ферросплавы» в объеме 50 тыс. т. в год;

- производство углеродных сорбентов для цветной металлургии, очистки сточных вод, газовых выбросов и питьевой воды;

- производство термооблагороженного бытового топлива (брикетов), в том числе на экспорт;

- производство формованного и гранулированного недоменного кокса.

Анализ требований к термооблагороженным бытовым топливам в развитых странах (выход летучих веществ до 20 %, калорийность не ниже 27209 кДж/кг, содержание золы до 10–12 %, серы до 1,5 %) показывает, что из КАУ возможно производство таких топлив.

Углеродные сорбенты из КАУ уже применяются в промышленности и успешно конкурируют с сорбентами из каменных углей и древесного угля. С ужесточением требований по охране окружающей среды рынок углеродных сорбентов неизбежно будет расширяться.

В 2006 г. В котельной ОАО «Разрез Березовский 1» запущена в эксплуатацию опытно-промышленная энерготехнологическая установка по производству полукокса из Березовского бурого угля.

Установка спроектирована на базе серийного водогрейного котла КВ-ТС-20, выпускаемого ОАО «Дорогобужкотломаш». Характерной особенностью установки является при-

менение реактора низкотемпературного кипящего слоя (НТКС), находящегося под топочным блоком котла, и наличие охладителя полукокса.

Уголь из бункера подается в кипящий слой по четырем течкам, расположенным с фронта котла. В реакторе при температурах 580–700ºС, осуществляется его пиролиз, сопровождающийся горением летучих и мелочи, выносимой из слоя. Воздух под решетку реактора подводится от высоконапорного вентилятора ВДН-8,5×3000.

Из реактора получаемый полукокс «переливом» поступает в трубчатый охладитель.

Охлажденный там до температуры 100–120ºС при помощи системы транспортеров он выводится в бункер-накопитель.

На фронтовой стене, по центру, на уровне течек угля установлена растопочная горелка, предназначенная для зажигания слоя при растопках котла. Взамен демонтированного воздухоподогревателя за котлом установлен экономайзер, который включен в водяной контур котла.

Во время испытаний использовался Берёзовский бурый уголь марки 2Б, осредненные характеристики которого представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики угля

Характеристика	Обозначение	Значение
Влажность на рабочую массу, %	W^r	34,1
Зольность на рабочую массу, %	A^r	2,93
Выход летучих на горючую массу, %	V^{daf}	45,8
Низшая теплота сгорания на рабочую массу, кДж/кг	Q_i^r	16168
Насыпная плотность, кг/м3	$\rho_{нас}$	620,5

Фракционный состав топлива:								
Размер сита, мм	0	1	1,6	2,5	5	7	10	20
Остаток на сите, %	100	99,1	98,85	98,78	97,82	95,88	79,25	16,34
Медианный размер частиц, мм	31							
Среднемассовый размер частиц, мм	15,95							

В результате термохимической обработки угля в реакторе кипящего слоя получается полукокс с характеристиками, приведенными в табл.2

Таблица 2

Характеристики полукокса

Характеристики	Обозначение и размерность	Полукокс
Калорийность	Q_i^r, кДж/кг	27251-27774
Зольность	A^r, %	7,95-8,25
Влажность	W^r, %	4,2-3,42
Выход летучих	V^{daf}, %	7,88-8,64
Среднемассовый размер частиц	$\delta_{ср}$, мм	1,02
Температура продукта в охладителе:		
- на входе	$T_{вх}$, °С	647-755
- на выходе	$T_{вых}$, °С	90-125

Весовой выход полукокса, осредненный по всем опытам, составил около 25% от расхода угля, подаваемого в котел.

В ходе испытаний энерготехнологической установки были определены оптимальные соотношения первичного и вторичного воздухов и подаваемого топлива, позволяющие при минимальных для данной конструкции потерях теплоты и вредных выбросах, обеспечить устойчивый выход полукокса требуемого качества и при хороших экономических показателях. Расчетный срок окупаемости инвестиционных затрат составляет не более 17,5 месяцев.

Л и т е р а т у р а

1. Степанов С.Г. Разработка автотермических технологий переработки угля. // Автореферат. дисс. д.т.н., Красноярск, 2003 г