

АНАЛИЗ КАМЕННОГО УГЛЯ БУРЯТИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПОЛУКОКСОВАНИЯ

А.В. Папин, А.В. Неведров, Е.В. Васильева, Е. А. Макаревич
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Введение

Полукоксование – это способ переработки твердых топлив нагреванием без доступа воздуха до 500 – 650 °C с получением полукокса и летучих продуктов, их улавливания и переработки [1]. Сырьевой базой процесса может служить широкая гамма неспекающихся каменных и бурых углей, а также торфы и горючие сланцы. Полукоксование как технологический процесс менее распространен, чем коксование. Между тем твердые, жидкие и газообразные продукты низкотемпературного пиролиза углей имеют своеобразные свойства, представляющие большую ценность для использования в промышленных процессах [2].

Твердые продукты полукоксования по сравнению с коксом обладают более высокой реакционной и адсорбционной способностью, легче подвергаются последующей активации и газификации. Полукокс может также выступать в качестве облагороженного бездымного топлива для котельных установок и бытовых печей, активного углеродистого восстановителя для химической и металлургической промышленности. Смола, выход которой достигает более 20 % от органической массы, содержит до 50 % фенольного сырья. Газ полукоксования имеет высокую (более 20 МДж/м³) теплотворную способность. Следовательно, полукоксование представляет большие возможности для реализации химического потенциала угля [3, 4]. Особую значимость полукоксование углей приобрело в последнее время, так как современные угольные компании стремятся увеличить количество выпускаемой продукции с более высокой надбавочной стоимостью по сравнению с рядовым углем.

С этой целью были проведены исследования выхода продуктов полукоксования из каменного угля разреза «Тугнуйский» (Бурятия).

Материалы и методы

Показатели технического анализа исследуемых проб угля и полукокса определялись следующим образом: влажность углей по ГОСТ Р 52911-2013 «Топливо твердое минеральное. Методы определения общей влаги» [5], ГОСТ 11014-2001 «Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренные методы определения влаги» [6], зольность углей – по ГОСТ Р 55661-2013 «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности» [7], выход летучих веществ – по ГОСТ Р 55660-2013 «Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ» [8]. Содержание углерода и водорода на сухую массу определялось по ГОСТ 2408.1-95 «Топливо твердое. Методы определения углерода и водорода» [9].

Для исследуемого угля проводился анализ выхода продуктов полукоксования. Метод основан на нагревании испытуемого угля до 650 °C в ретортре,

улавливании смолы полуоксования и воды в приемнике с последующим определением их выхода гравиметрическим методом. Первичный нагрев проводился до 250 °C со скоростью нагрева 10 град/мин., далее скорость нагрева до 650 °C составляла 5 град/мин. Требуемая крупность пробы угля составляет 0,2 мм.

Схема установки определения выхода продуктов полуоксования представлена на рисунке 1. Ретортка 1 обогревается электропечью 2. Регулировка подаваемого на печь напряжения осуществляется лабораторным автотрансформатором. Контроль температуры проводится с помощью термопары 3 и милливольтметра 4. Парогазовая смесь из реторты поступает в приемник конденсата 5, где конденсируются смола и вода. Охлаждение приемника осуществляется в холодильнике 6. Газ пиролиза поступает в газометр 12 за счет разрежения в системе при открытых кранах 8 и 10. Разрежение в системе контролируется манометром 7.

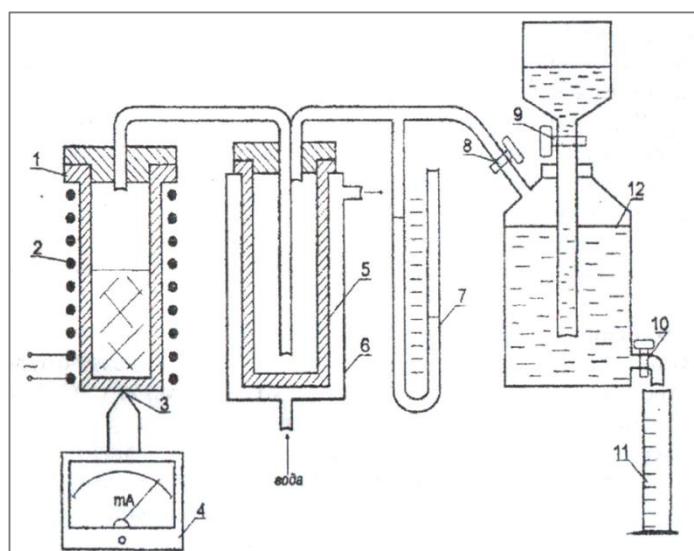


Рисунок 1. – Схема установки определения продуктов полуоксования: 1 – реторт; 2 – печь; 3 – термопара; 4 – милливольтметр; 5 – приемник-конденсатор для смолы и воды; 6 – водяная рубашка; 7 – манометр; 8 – трехходовой кран; 9, 10 – краны на газометре; 11 – мерный цилиндр; 12 – газометр

Анализ газа полуоксования отобранного при температурах 500 °C и 650 °C, производился на хроматографе «Цвет 800».

Результаты

Результаты технического и элементного анализа полуоккса, а также характеристика исходного угля, из которого он был получен, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технический анализ угля и полуоккса

Образец	W ^a ,% мас.	A ^d ,% мас.	V ^{daf} ,% мас.	C ^d ,% мас.	H ^d ,% мас.	Описание ко-ролька
Уголь	3,0	8,4	45,3	71,4	6,0	Слабоспекшийся
Полукокс	4,5	11,9	13,6	77,8	5,4	Порошкообразный

Выход полукокса и химических продуктов полукоксования для исследуемого угля составил: полукокс - 79 % мас., свободная влага - 3,0 % мас., пирогенетическая вода и смола полукоксования - 8,4 % мас., газ полукоксования - 9,6 % мас.

Результаты анализа газа полукоксования по определению его компонентного состава представлены в таблице 2.

Таблица 2

Компонентный состав газа полукоксования

Компонент газа	Содержание при 500 °C, % об.	Содержание при 650 °C, % об.
CO ₂	12,5	10,5
CH ₄	25,5	20,2
CmHn	2,6	1,5
CO	0,9	4,9
H ₂ + N ₂ + O ₂	58,5	62,9

Обсуждение

На основании экспериментальных данных можно заключить, что в процессе полукоксования за счет протекания процесса пиролиза угольного вещества в полукоксе по сравнению с исходным углем увеличивается содержание углерода и уменьшается содержание водорода. Вся зольная часть навески исходного угля остается в нелетучем остатке. За счет выхода летучих продуктов полукоксования и как следствие этого – убыли массы, происходит увеличение зольности получаемого полукокса. Коэффициент озоления при переходе в полукокс для исследуемого угля составляет 1,417.

Выход полукокса составляет 79 % мас., газа полукоксования - 9,6 % мас. Максимальное выделение компонентов газа полукоксования наблюдается при температуре 500 °C. К концу полукоксования при достижении температуры 600 °C снижается содержание углекислого газа, метана и непредельных углеводородов и увеличивается содержание оксида углерода и смеси водорода, азота и кислорода. Соответственно можно заключить, что наиболее полное протекание процесса полукоксования со снижением выхода летучих веществ полукокса происходит при нагреве угля до 600 °C. При этой температуре заканчивается процесс смелообразования и дальнейшее увеличение температуры может приводить к ее пиролизу.

Заключение

На основе полученных данных можно заключить, что исследуемый уголь можно применять в технологическом процессе полукоксования с получением полукокса и химических продуктов полукоксования соответствующего требованиям технических условий. По показателям зольности и выхода летучих веществ полученный полукокс может относиться к маркам П-2 и П-3 согласно ТУ 0772-003-85230995-2009 [10].

Список литературы

1. Ахметов С. А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: Учебное пособие / С. А. Ахметов, М. Х. Ишмияров, А. А. Кауфман. СПб.: Недра, 2009. 832 с.
2. Стрижакова Ю. А. Расчетные формулы выходов смолы при полукоксации горючих сланцев / Ю. А. Стрижакова, А. Н. Рыжов, И. В. Чуваева, Е. А. Смоленский, А. Л. Лапидус // Химия твердого топлива. 2011. № 6. С. 13-18.
3. Школлер М. Б. Современные энерготехнологические процессы глубокой переработки твердых топлив / М. Б. Школлер, С. Н. Дьяков, С. П. Субботин. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2012. 287 с.
4. Школлер М. Б. Полукоксование каменных и бурых углей. – Новокузнецк, 2001. 252 с.
5. ГОСТ Р 52911-2013 «Топливо твердое минеральное. Методы определения общей влаги». Москва: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2014. 8 с.
6. ГОСТ 11014-2001 «Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренные методы определения влаги». Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. 4 с.
7. ГОСТ Р 55661-2013 «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности». Москва: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2014. 11 с.
8. ГОСТ Р 55660-2013 «Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ». Москва: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2014. 11 с.
9. ГОСТ 2408.1-95 «Топливо твердое. Методы определения углерода и водорода». Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001. 23 с.
10. ТУ 0772-003-85230995-2009.