

УДК 662.71: 662.631: 662.638

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ ИЗ ОПИЛОК ОТХОДОВ БЕРЕЗЫ

Дудник А.Н.¹, Стрижак П.Е.², Калишин Е.Ю.², Соколовская И.С.¹¹*Институт угольных энерготехнологий НАН Украины, Киев, Украина*²*Институт физической химии им. Л.В. Писаржевского НАН Украины, Киев, Украина*

АННОТАЦИЯ

Внедрение новых процессов газификации твердой биомассы в промышленном масштабе тормозится необходимостью разложения смол. Для решения этой проблемы предлагается использовать предварительный процесс карбонизации твердой биомассы в древесный уголь с теплотой сгорания 25-30 МДж/кг. На примере карбонизации отходов опилок березы показана возможность увеличения выхода древесного

угля на 12,8-20,9% за счет предварительной пропитки исходной древесины водными растворами H_3PO_4 и $FeCl_3$. После предварительной пропитки увеличивалась доля фиксированного углерода в исходной древесине на 6,6-13,2%, что наряду с выбором оптимальных режимов конверсии имело решающее влияние на увеличение эффективности процесса карбонизации древесины в 1,6-1,8 раза.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ, МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

За основу разработки новой концепции конверсии биомассы в заменитель природного газа, синтез-газ и водород принята схема, в которую включен модуль конверсии биомассы в древесный уголь.

Теплота сгорания выделившихся из биомассы летучих используется для сушки исходной биомассы, ее разогрева и конверсии летучего углерода в фиксированный углерод. Продуктом конверсии является низкотемпературный древесный уголь с пониженным содержанием соединений серы.

Высокореакционный древесный уголь с низким содержанием летучих (до 20% на рабочую массу) экологически чисто и эффективно можно использовать в газификаторах кипящего и плотного слоя, а также в поточных газификаторах для производства заменителя природного газа, синтез-газа и водорода, что особенно актуально при использовании независимых систем производства энергоносителей [1]. Кроме того, древесный уголь является ценным продуктом для химической и пищевой промышленности [2].

В Институте угольных энерготехнологий НАН Украины создан стенд для исследований процессов одновременной карбонизации четырех образцов биомассы, который состоит из электрической печи с регулятором электрической мощности от 0,1 до 1кВт. Внутри печи размещены модуль карбонизации (с четырьмя секциями для биомассы) и термопара с выхо-

дом показаний температур через интерфейс на персональный компьютер. На рис.1 показана конструкция модуля карбонизатора.

В Институте физической химии

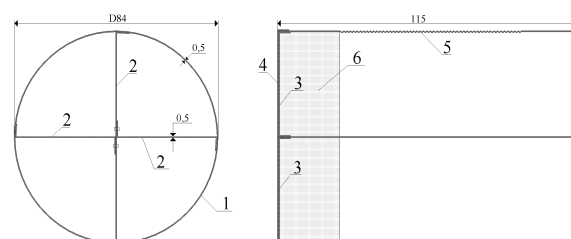


Рис.1. Модуль карбонизации: 1 – цилиндрический корпус, 2 – стенки секций, 3 – крышки секций, 4 – крышка модуля, 5 – компенсатор, 6 – фильтр

им.Л.В.Писаржевского НАН Украины разработаны новые методики пропитки исходной биомассы водными растворами H_3PO_4 , $FeCl_3$.

Три образца опилок березы обрабатывались 0,5% и 5% раствором H_3PO_4 (в пересчете на P_2O_5) и 5% раствором $FeCl_3$ (в пересчете на $FeCl_3$) в течение суток. В процессе обработки образцы древесины были полностью покрыты соответствующим раствором. По окончании пропитки растворы декантировали и анализировали. После этого образцы сушили в сушильном шкафу при температуре $110^{\circ}C$ в тече-

ние суток. Количество H_3PO_4 и $FeCl_3$ определяли титрометрически. $FeCl_3$ титровали 0,1 н раствором трилона Б в присутствии 25%-го раствора сульфосалициловой кислоты. H_3PO_4 титровали 0,12н раствором щелочи в присут-

№	Летучие	Зола масс. %	Влага	$C_{фикс}$	$\rho_{нас}$ кг/м ³
1	74,52	0,33	9,64	15,5	178
2	69,43	1,17	7,69	21,7	185
3	60,00	4,65	9,09	26,26	194
4	57,86	10,39	11,32	20,43	210

Табл.1. Результаты технического анализа опилок отходов березы

вии фенолфталеина. Количество фосфорной кислоты определяли из количества кислоты, которая может перейти из древесины в пропиточный раствор. Для этого древесину помещали в воду на сутки. После этого раствор воды титровали 0,12 н раствором щелочи в присутствии фенолфталеина.

В таблице 1 показаны результаты технического анализа опилок отходов березы без пропитки (1) и после пропитки 0,5% (2) и 5% (3) водными растворами H_3PO_4 , 5% водным раствором $FeCl_3$ (4), а также насыпные плотности образцов.

В результате пропитки и сушки происходи-

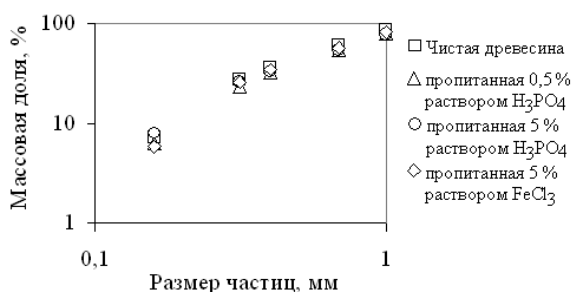


Рис.2. Фракционный состав чистых опилок и опилок после пропитки и сушки

ло изменение состава опилок. После пропитки 0,5% раствором H_3PO_4 в фиксированный углерод переходило 20,1% летучего углерода, 5% раствором H_3PO_4 - 40,3% летучего углерода, 5% раствором $FeCl_3$ - 27,1% летучего углерода.

На рис.2 показан фракционный состав чистых опилок и опилок после пропитки и сушки. Фракционный состав опилок не изменялся.

Карбонизация четырех образцов опилок происходила в 4 стадии: нагрев печи с модулем карбонизатора при температуре от 19°C до 396°C при темпе нагрева 14°C/мин, выгорание части летучих при температуре в печи до 674°C без внешнего подогрева, поддержание темпера-

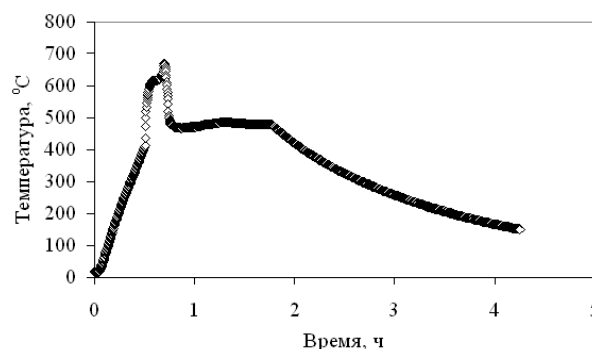


Рис.3. Температура в печи во время карбонизации опилок

туры в течение 1 часа на уровне 472-488°C с использованием внешнего подогрева печи, остывание печи до 150°C в течение 2,5 часов (рис.3).

В таблице 2 показаны результаты технического анализа полученных древесных углей из опилок березы без пропитки (1) и с пропиткой 0,5% (2) и 5% (3) водными растворами H_3PO_4 , а также 5% водным раствором $FeCl_3$ (4).

В результате карбонизации в фиксированный углерод дополнительно переходило из опилок, пропитанных 0,5% раствором H_3PO_4 - 12,3% летучего углерода, 5% раствором H_3PO_4 - 7,3% летучего углерода, 5% раствором $FeCl_3$ - 4,2% летучего углерода. Выход древесного

№	Летучие	Зола	Влага	$C_{фикс}$	Выход
					древесного угля
масс. %					
1	18,69	1,52	9,09	70,70	22,10
2	15,39	3,29	9,74	71,58	34,94
3	10,74	11,16	10,07	68,03	43,04
4	14,87	24,67	9,38	51,08	41,19

Табл.2. Результаты технического анализа полученных образцов древесного угля

угля из березовых опилок в пересчете на сухую массу составил соответственно: 22,1%, 34,94%, 43,04% и 41,19%.

Химический КПД получения древесного угля составил при использовании: чистых опилок - 36% (низшая теплота сгорания древесного угля $Q_n^p = 27,1$ МДж/кг, зольность в пересчете на сухую массу $A^d = 1,7\%$); опилок, пропитанных 0,5% раствором H_3PO_4 - 57% (Q_n^p древесного угля = 26,3 МДж/кг, $A^d=3,6\%$); опилок, пропитанных 5% раствором $FeCl_3$ - 59% (Q_n^p древесного угля = 19,9 МДж/кг, $A^d=27,2\%$); опилок, пропитанных 5% раствором H_3PO_4 - 67% (Q_n^p древесного угля = 25,1 МДж/кг, $A^d= 12,4\%$).

ВЫВОДЫ

- Экспериментально показана возможность эффективной карбонизации предварительно пропитанных и подсушенных опилок березы
- Новый двухступенчатый процесс получения древесного угля может быть использован в незави-

симых системах получения газообразного топлива, тепла и электрической энергии

- Полученный древесный уголь после активирования водяным паром можно использовать в системах очистки газов и жидкостей

ЛИТЕРАТУРА

1. Дудник А.Н. Парогазовые установки с внутрицикловой газификацией твердых и жидких видов органического топлива/ Энергетическая политика Украины. - 2003. - № 10. - С. 74-78

2. Исследование процессов подготовки и карбонизации отходов свежесрезанной березы / П.Е.Стрижак, А.И.Трипольский, Е.Ю.Калишин, А.Н.Дудник/ Prace Institute Nafty I Gazu. Efektywność Energetyczna, Kraków, Poland. - 2009, N162. - С. 203-208