

УДК 620.9

## ПИРОЛИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

Вилисов Н.Д., студент группы ТЭм-221, техник научно-исследовательской лаборатории катализа и преобразования углеродсодержащих материалов с получением полезных продуктов, ассистент

Тыра А.В., студент группы ТЭм-231, техник научно-исследовательской лаборатории катализа и преобразования углеродсодержащих материалов с получением полезных продуктов, ассистент

Научный руководитель: Ушаков К.Ю., к.н., старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории катализа и преобразования углеродсодержащих материалов с получением полезных продуктов, доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Развитие процессов переработки древесных отходов в полезные продукты становится все более актуальным направлением. Опилки можно рассматривать как дешевый, доступный и углеродно-нейтральный источник для производства энергии [1]. В России ежегодно образуется более 200 миллиардов тонн древесных отходов [2]. При этом использование таких отходов в промышленности и сельском хозяйстве охватывает лишь 40-50 % образующегося количества. Неиспользованные древесные отходы складируются на больших площадях и создают опасность пожара. Таким образом, разработка технологий переработки древесных отходов в топливо и вещества с добавленной стоимостью представляет большой интерес [3]. На сегодняшний день термохимические методы представляются наиболее эффективными для переработки таких отходов [4]. Пиролиз считается одним из наиболее перспективных и простых методов, позволяющих получать газообразные, жидкие и твердые продукты [5, 6]. Газообразные и жидкие продукты пиролиза могут быть использованы в качестве источников энергии, в то время как твердый остаток является эффективным сорбентом или наполнителем [5].

В свою очередь одним из основных путей использования пиролизной жидкости является получение из неё тепловой энергии. В данном плане пиролизная жидкость имеет ряд преимуществ по сравнению с исходной биомассой. Жидкое агрегатное состояние, а также более высокая энергетическая плотность по сравнению с исходной биомассой позволяют облегчить её транспортировку и хранение [7].

Целью работы является исследование влияния прессования древесных опилок на выход пиролизной жидкости.

В качестве сырья в работе использовались опилки сосны и березы. Перед проведением пиролиза была определена исходная влажность опилок: для сосны она составила 8,46, для берёзы 7,28%.

Также была определена плотность прессованных опилок и насыпная плотность согласно ГОСТ [8]. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Плотность образцов

Образец	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Сосна (прессованная)	182,60
Сосна (насыпная плотность)	122,20
Береза (прессованная)	214,50
Береза (насыпная плотность)	150,60

Для получения материального баланса выхода пиролизной жидкости использовалась экспериментальная установка, основанная на использовании реактора проточного типа объёмом 275 см<sup>3</sup>, описание которой представлено в работе [9]. Пиролиз проводился при температуре 400°C с выдержкой 40 минут. Масса загрузки опилок составляла 25 грамм.

Переработка опилок методом пиролиза на выходе даёт три вида продукта: пиролизный газ, пиролизная жидкость, твердый остаток.

В таблицах 2 и 3 приведены материальные балансы процесса пиролиза опилок.

Таблица 2. Материальный баланс процесса пиролиза сосны

Сырье	Сосна	
Вид образца	Насыпная	Прессованная
Масса загрузки, г	25	25
Температура, °C	400	400
Выход жидкости, %	21,92	23,58
Выход твердого остатка, %	29,80	35,50
Выход пиролизного газа, %	48,28	40,92

Таблица 3. Материальные балансы процесса пиролиза березы

Сырье	Береза	
Вид образца	Насыпная плотность	Прессованная
Масса загрузки, г	25	25
Температура, °C	400	400
Выход жидкости, %	23,68	18,40
Выход твердого остатка, %	26,16	24,53
Выход пиролизного газа, %	50,16	57,07

В случае использование берёзы выход жидких продуктов при предварительном прессовании снижается, а для сосны наблюдается обратный эффект.

Исходя из данных, приведенных в таблицах 1-3 были рассчитаны необходимая масса загрузки опилок и объем реактора для получения 1 кг пиролизной жидкости приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Образец	Объем реактора, м <sup>3</sup>	Масса загрузки, кг
Сосна (прессованная)	0,024	4,245
Сосна (насыпная плотность)	0,038	4,565
Береза (прессованная)	0,025	5,435
Береза (насыпная плотность)	0,028	4,225

Таким образом, для получения пиролизной жидкости целесообразнее делать пиролиз прессованной сосны, так как необходимый объем реактора меньше, чем для сосны насыпной.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта № 075-03-2024-082/2 от 15.02.2024 г. (FZES-2024-0001).

#### Список литературы:

1. Передерий С. // ЛесПромИнформ. 2013. №8. Вып. 98. С.174.
2. Распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018г. № 84-р.
3. Serrano-Ruiz J.C.; Dumesic J.A. // Energy and Environmental Science. 2011. V. 4. P. 83–99.
4. Zhou C.-H., Xia X., Lin C.-X., Tong D.-S., Beltramini J. // Chemical Society Reviews. 2011. V. 40. P. 5588-5617.
5. Zhang J., Choi Y.S., Yoo C.G., Kim T.H., Brown R.C., Shanks B.H. // ACS Sustainable Chemical Engineering. 2015. V. 3. P. 293-302.
6. Butler E., Devlin G., Meier D., McDonnell K. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011. V. 15. P. 4171-4186.
7. Грачёв, А.Н. Утилизация отработанных деревянных шпал методом пиролиза / А.Н. Грачёв, Т.Д. Исхаков, В.Н. Башкиров, Р.М. Иманаев // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2008. – № 5. – С. 166-171.
8. ГОСТ «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний» от 01.11.2013 № 9758-2012 // Издательство стандартов. – 2013. – С. 1-67.
9. Вилисов Н.Д., Макеева Т.С. Разработка технологии переработки резинотехнических изделий с использованием совместно пиролиза и газификации // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Энергетика и энергосбережение: теория и практика». 2021. – С. 116-121.