

УДК 662.71+662.754

ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ В ПРОЦЕССЕ ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

Вилисов Н.Д., аспирант группы ТТа-241, ассистент кафедры ТЭ
Научный руководитель: Азиханов С.С., к.н., доцент кафедры ТЭ
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Проблема глобального потепления на сегодняшний день является одной из важнейших экологических проблем в мире [1]. По мнению многих ученых ключевым фактором данной проблемы является человеческое воздействие, в частности загрязняющие выбросы в атмосферу [2]. В качестве решения вопроса снижения вредных выбросов можно считать частичную замену традиционного топлива на биотопливо [3]. Такое решение позволяет снизить выбросы диоксида углерода, за счет возврата в цикл роста биомассы углекислого газа, образующегося при сгорании топлива.

В России ежегодно образуется около 68-74 млн. м³ древесных отходов [4]. При этом большая часть таких отходов просто складировается. Таким образом, разработка технологий переработки древесных отходов в топливо и вещества с добавленной стоимостью представляет большой интерес [5].

Пиролиз считается одним из перспективных и простых методов переработки таких отходов в биотопливо [6, 7]. Полученное биотопливо можно применять в качестве добавки к традиционному жидкому топливу в качестве действенного метода сокращения выброса вредных веществ [3].

Целью работы является исследование влияния температуры и времени выдержки пиролиза древесных опилок на выходы жидких продуктов.

В качестве сырья использовались опилки сосны, пихты, березы и осины. Перед проведением пиролиза был определен технический анализ опилок согласно ГОСТ Р 55660-2013, ГОСТ 55661–2013 и ГОСТ 52911–2013. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технический анализ исходных образцов

Образец	Влажность, %	Зольность, %	Выход летучих, %
Сосна	11,80	0,13	77,82
Пихта	10,96	0,56	72,84
Береза	9,97	0,27	79,12
Осина	11,39	0,51	69,87

Из таблицы видно, что пихта отличается от других древесных опилок большей зольностью. Сосна обладает наименьшей зольностью и наибольшей влажностью. Наименьший выход летучих у осины, а наибольший выход летучих у березы.

Для проведения процессов пиролиза использовалась экспериментальная установка, описанная в работе [8], основанная на использовании реактора проточного типа объёмом 3,6 литра [9].

Масса загрузки исследуемых опилок составляла 250 г. Пиролиз проводился при температуре 400 и 500°C и времени выдержки 20, 40, 60 и 80 минут.

На рисунках 1-2 представлены гистограммы по выходу пиролизной жидкости в процессе обработки древесины при разных температурах и времени выдержки.

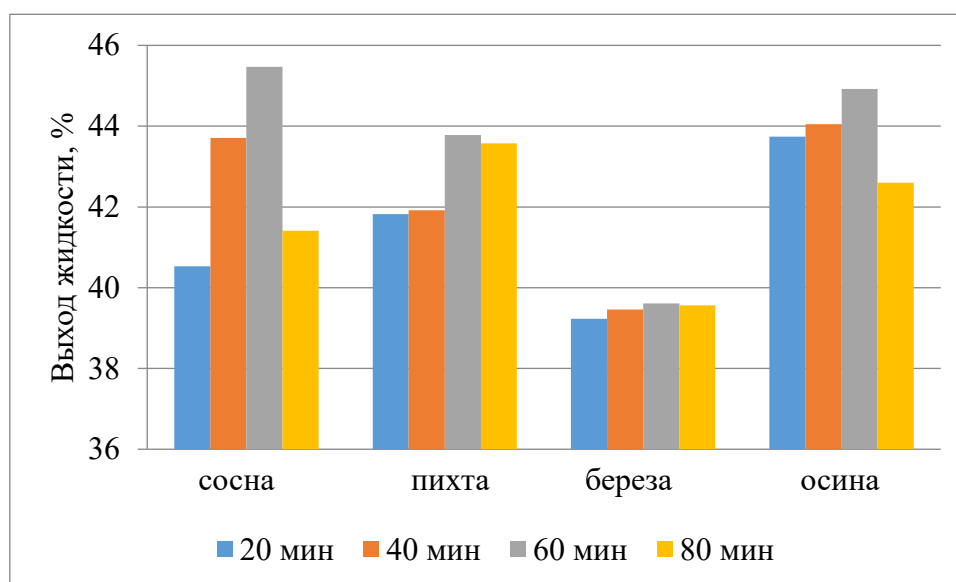


Рис. 1. Выход пиролизной жидкости опилок при температуре 400°C

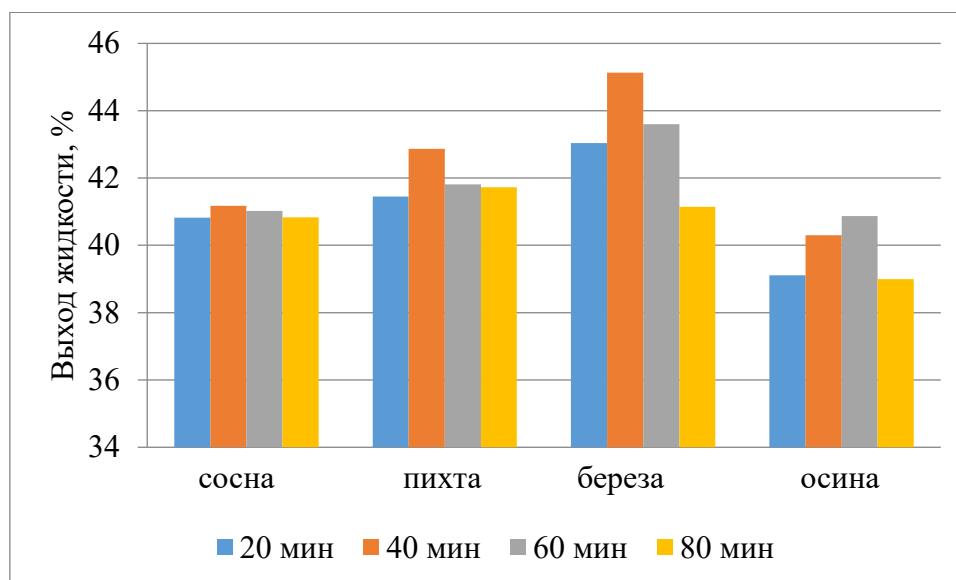


Рис. 2. Выход пиролизной жидкости опилок при температуре 500°C

По данным, представленным на рисунках 1-2, наблюдается стабильное увеличение выхода жидкости с ростом времени выдержки. Рост выхода жидкости происходит при увеличении времени выдержки от 20 до 60 минут и соответствующих температурах процесса для всех образцов. На времени выдержки 80 минут наблюдается снижение выхода жидких продуктов.

Наибольший выход жидких продуктов процесса пиролиза сосны, пихты и осины наблюдается при температуре пиролиза 400°C и времени выдержки 60 мин.

Наибольший выход жидких продуктов процесса пиролиза березы наблюдается при температуре пиролиза 500°C и времени выдержки 40 мин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Szulejko JE, Kumar P, Deep A, et al. Global warming projections to 2100 using simple CO₂ greenhouse gas modeling and comments on CO₂ climate sensitivity factor. *Atmos Pollut Res* 2017; 8: 136–140.
2. de Richter RK, Ming T, Caillol S, et al. Fighting global warming by GHG removal: Destroying CFCs and HCFCs in solar-wind power plant hybrids producing renewable energy with no-intermittency. *Int J Greenh Gas Control* 2016; 49: 449–472.
3. Yuan X, Ding X, Leng L, et al. Applications of bio-oil-based emulsions in a DI diesel engine: The effects of bio-oil compositions on engine performance and emissions. *Energy* 2018; 154: 110–118.
4. Проект Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Р24-106 «Разработка и внедрение оригинальной технологии утилизации накопленных отходов лесопиления с получением комплексного органо-минерального удобрения для сельского хозяйства и лесовосстановле-

ния». URL: https://m.minobrnauki.gov.ru/colleges_councils/kollegialnye-organy/prize_science/public_science/files2024/P24-106.pdf.

5. Serrano-Ruiz J.C.; Dumesic J.A. // Energy and Environmental Science. 2011. V. 4. P. 83–99.

6. 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.

7. Butler E., Devlin G., Meier D., McDonnell K. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011. V. 15. P. 4171-4186.

8. 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.

9. Вилисов Н.Д., Зябрев А.С., Еремеев Е.А. Реактор для пиролиза биомассы // VII Международная молодежная научно-практическая конференция «Энергостарт». 2025. – С. 102.1-102.4.