

Научная статья
УДК 674.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП МЕТОДОМ ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОСКОПИИ В МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ

Даниил Юрьевич Дворянкин ¹, Татьяна Ивановна Маслакова ², Инна Геннадьевна Первова ³

^{1,2,3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ daniil.dvoryankin.02@mail.ru

² maslakovati@m.usfeu.ru

³ pervovaig@m.usfeu.ru

Аннотация. Проанализированы результаты исследования поверхностных функциональных групп модифицированных различными методами мягких древесных отходов (опила сосны уральской) методом ИК-Фурье-спектроскопии. Показано, что химическая модификация способствует повышению сорбционных свойств углеродных сорбентов.

Ключевые слова: древесный опил, отходы, модификация, ИК-спектроскопия

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы № FEUG-2020-0013

RESEARCH OF THE POSSIBILITY TO ASSESS FUNCTIONAL GROUPS IN MODIFIED WOOD WASTE BY IR-FOURIER SPECTROSCOPY

Daniil Y. Dvoryankin ¹, Tatiyana I. Maslakova ², Inna G. Pervova ³

^{1,2,3} Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ daniil.dvoryankin.02@mail.ru

² maslakovati@m.usfeu.ru

³ pervovaig@m.usfeu.ru

Abstract. The article analyzes the results of the study on surface functional groups of modified softwood waste (sawdust of Ural pine) by IR-Fourier spectroscopy. It is shown that chemical modification promotes to increase the sorption properties of carbon sorbents.

Keywords: sawdust, waste, modification, IR spectroscopy

Acknowledgment: the study was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme № FEUG-2020-0013

Мягкие древесные отходы или древесный опил сосны уральской в нашем регионе является распространенным многотоннажным отходом, но который можно достаточно рационально использовать, например, для получения сорбционных материалов. Опил, сохраняя гетерокапиллярную структуру исходной древесины, обладает не только развитой удельной поверхностью, но и широким набором кислородсодержащих функциональных групп, способных участвовать в адсорбции ионов.

С целью улучшения сорбционных характеристик отходов деревообработки в данном исследовании проведена их модификация различными методами, позволяющими изменить физико-химические характеристики, в частности состав и количество поверхностных функциональных групп. Оценку этих групп осуществляли с помощью неразрушающего метода ИК-Фурье-спектроскопии (применяли инфракрасный спектрофотометр IRAffinity-1S фирмы Shimadzu), который позволяет быстро и надежно проводить исследование твёрдых образцов. Однако применение этого метода потребовало определенную пробоподготовку, а именно подбор условий для формирования (измельчение и прессование) образцов для спектрального анализа – выбор соотношения количества древесных отходов и бромида калия.

Образцы для исследования получали с помощью химической и термической модификации опила сосны уральской. Процесс термической обработки (карбонизация или обжиг) в муфельной печи исходных (нативных) опилок осуществляли при температуре (300 ± 10) °C в течение 35 минут. При этих температурных условиях происходит значительное уменьшение массы твердого вещества и увеличение пористости сорбента.

В ИК-спектре нативного углеродного сорбента (образец 1) наблюдаются полосы, относящиеся к валентным колебаниям связей: C–O–C в эфирных и лактонных структурах (область $(1200 \dots 1260)$ см^{-1}), C–O в спиртовых и фенольных фрагментах (в области $(1000 \dots 1200)$ см^{-1}) (рис. 1), наряду с полосами, характерными для древесины: полосы алифатических углеводородных соединений CH, CH₂, CH₃, $(2927, (1500 \dots 1250)$ см^{-1}), ароматических углеводородов (1608 см^{-1}) , ароматических C–H групп $((900 \dots 750) \text{ см}^{-1})$. В спектральной области $(1700 \dots 1750) \text{ см}^{-1}$ регистрируется и полоса, относящаяся к валентным колебаниям связи C=O.

В процессе обжига молекулы органического сырья разрушаются, и спектральная картина обожженного сорбента (образец 2) по сравнению с исходным резко меняется (рис. 1). В ИК-спектрах образца 2 наблюдаются лишь характеристические полосы поглощения валентных колебаний C=O (1701 см^{-1}) , C–O– (1261 см^{-1}) , валентных колебаний C=C-связей (1597 см^{-1}) и деформационных колебаний CH₂-групп (1377 см^{-1}) . Слабая полоса при

1701 cm^{-1} (валентные колебания группы C=O) может свидетельствовать о наличии на поверхности карбонильных и карбоксильных групп.

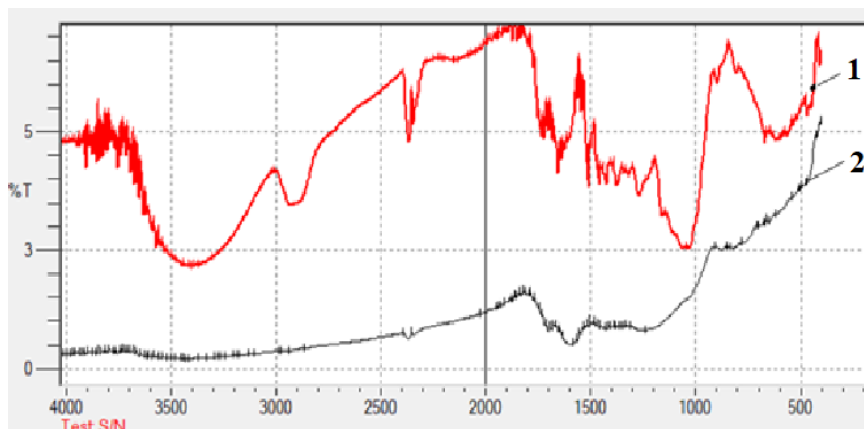


Рис. 1. ИК-спектры нативного (1) и термически модифицированного сорбента (2)

Химическую модификацию исходных образцов опила проводили с использованием 5н HNO_3 , в присутствии которой увеличивается соотношение между ионогенными и неионогенными группами на поверхности углеродного материала*. После модификации исходного образца азотной кислотой был получен образец 3, в ИК-спектре которого дополнительно появляются полосы в области 1616 cm^{-1} (C-N(H)) и 1384 cm^{-1} (асимметричное валентное колебание нитрогруппы) (рис. 2).

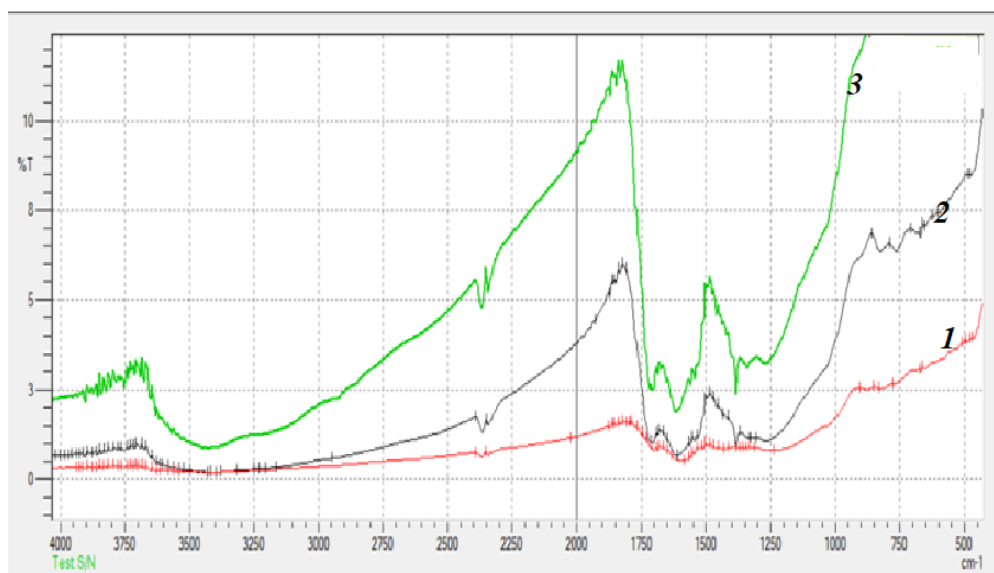


Рис. 2. ИК-спектры образца 2 после термической обработки (1), образца 3 после химической модификации (2), образца 4 с сорбированными ионами меди

* Патент РФ 2105715. Способ получения углеродного катионообменника. Трихлеб В. А., Трихлеб Л. М. Опубл. 27.02.1998.

Кроме того, наблюдается сдвиг полосы валентных колебаний C=O (кетонная группа) (до 1705 см^{-1}) и увеличение ее интенсивности. Таким образом выявлено, что химическая модификация азотной кислотой приводит к более существенному изменению состава функциональных групп углеродного сорбента по сравнению с обжигом. Наличие амино- и нитро- групп на поверхности исследуемого образца повышает его сорбционную способность к извлечению ионов металлов.

ИК-спектроскопические исследования образца 4, полученного в результате адсорбции ионов меди из водного раствора CuSO_4 образцом 3 в течение 20 часов, показали, что в ИК-спектре сохраняются полосы реакционно-функциональных групп в области 1385 , 1620 и 1705 см^{-1} , свидетельствующие о взаимодействии ионов меди с азотсодержащими функциональными группами.

Таким образом, показана возможность получения углеродных сорбентов с настраиваемым набором функциональных групп в зависимости от условий карбонизации и химической активации мягких древесных отходов.

Научная статья
УДК 674.81

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ УПАКОВКИ ДЛЯ МОРОЖЕНОГО

Денис Андреевич Денисов¹, Маргарита Сергеевна Гарт², Артём Вячеславович Артёмов³, Андрей Викторович Савиновских⁴

^{1, 2, 3, 4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ denisov983@bk.ru

² gartmargarita@yandex.ru

³ artemovav@m.usfeu.ru

⁴ savinovskihav@m.usfeu.ru

Аннотация. Предложено внедрение в технологический процесс дополнительных методов лабораторных испытаний и система входного контроля качества упаковочной продукции, получаемой от сторонних организаций. Составлен и описан алгоритм блок-схемы использования дополнительных методов лабораторных испытаний, включающих в себя определение целостности, прочности и герметичности упаковки.