

критериев оптимизации были следующими: $X_1 = 0,05\%$ от а. с. в.; $X_2 = 0,05\%$ от а. с. в.; $X_3 = 3\%$ от а. с. в. Значение частных функций полезности составило: $Y_2 = 71,9\%$; $Y_3 = 2,38$ км. Значение глобального критерия оптимизации: $W_i = 0,86$.

Таким образом, с использованием математического планирования оптимизировано содержание в композиции газетной бумаги компонентов бинарной системы удержания в сочетании с наполнителем. Разработанный режим включает последовательное дозирование высокомолекулярного катионного полиакриламида РС9350, добавляемого в количестве 0,05% от а. с. в. и высококатионного низкомолекулярного органического полимера РС9290, добавляемого в количестве 0,05% от а. с. в. и обеспечивает повышение степени удержания наполнителя в структуре бумаги до 71,9% при сохранении разрывной длины бумаги 2,38 км.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хованский В. В., Дубовый В. К., Кейзер П. М. Применение химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона: учебное пособие. СПб. 2013, 70 с.
2. Исследование влияния химикатов для флокуляции бумажной массы на процесс формования бумаги для печати. Л. Г. Махотина [и др.] // Целлюлоза, бумага, картон, 2002. № 5–6. С. 40–45.
3. Оптимизация средств удержания на бумагоделательной машине бумажной фабрики Palm. Т. Вельт [и др.] // Целлюлоза, бумага, картон. 2004. № 5. С. 60–64.

УДК 661.183.2

К.А. Романенко¹, асп. kristinaromanencko@yandex.ru;
Н.И. Богданович¹, проф., д-р техн. наук;
Н.С. Шелгунова¹, магистрант;
И. Н. Третьяков¹, студ.;
Н.В. Жолнерович², доц., канд. техн. наук
(¹Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Архангельск; ²БГТУ, г. Минск)

ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ КОРЫ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД С КОН

Древесные отходы образуются на всех стадиях технологической цепи, начиная от лесозаготовок и заканчивая механической и химической переработкой древесины. К ним можно отнести вершинную часть деревьев, крупные сучья, ветви, кору, корневища сосны, ели, лиственницы, пихты и берёзы. Обычно лесосечные отходы сжигают или утилизируют без дополнительной выгоды.

Пиролиз подобных отходов с целью получения углеродных адсорбентов рассматривается в настоящее время как один из наиболее перспективных способов их переработки. Однако большинство работ по пиролизу отходов выполнено за рубежом, и несколько снижено внимание к этой проблеме в нашей стране.

Углеродные адсорбенты, благодаря таким свойствам, как развитая активная поверхность, регулируемая пористость, хорошая электрическая проводимость, термическая и радиационная стойкость, находят широкое применение в различных областях народного хозяйства. Огромное количество активных углей необходимо для решения экологических проблем, связанных с подготовкой питьевой воды, очисткой сточных вод и газовых выбросов, рекуперацией органических растворителей. Расширяются области использования АУ в медицине и фармацевтике.

В данной работе показана возможность получения углеродных адсорбентов (УА) с развитой и однородной пористой структурой методом термохимической активации [1, 2].

Для анализа влияния режимных параметров синтеза активных углей (АУ) на формирование их пористой структуры был реализован запланированный эксперимент [3]. Переменными факторами процесса были: температура предварительной карбонизации ($T_{пл}$), дозировка активирующего агента (D) и температура термохимической активации (ТХА). В качестве активирующего агента был использован гидроксид калия.

Полученные экспериментальные данные были использованы для построения поверхностей отклика, которые наглядно демонстрируют влияние режимных параметров на выход, удельную поверхность активных углей, адсорбционную способность по йоду и метиленовому голубому (рисунок 1). Исходя из графиков видно, что наилучший выход АУ наблюдается при повышенной температуре предпиролиза. Повышение температуры пиролиза и увеличение дозировки щелочи также оказывают положительное влияние на данный параметр. Дозировка гидроксида калия не оказывает влияния на адсорбционные свойства по МГ. Повышение температуры предпиролиза и температуры ТХА увеличивает адсорбционные свойства АУ. На формирование адсорбционных свойств по йоду, положительное влияние оказывают температура предпиролиза и температура пиролиза. Увеличение дозировки КОН оказывает положительное влияние на данный параметр.

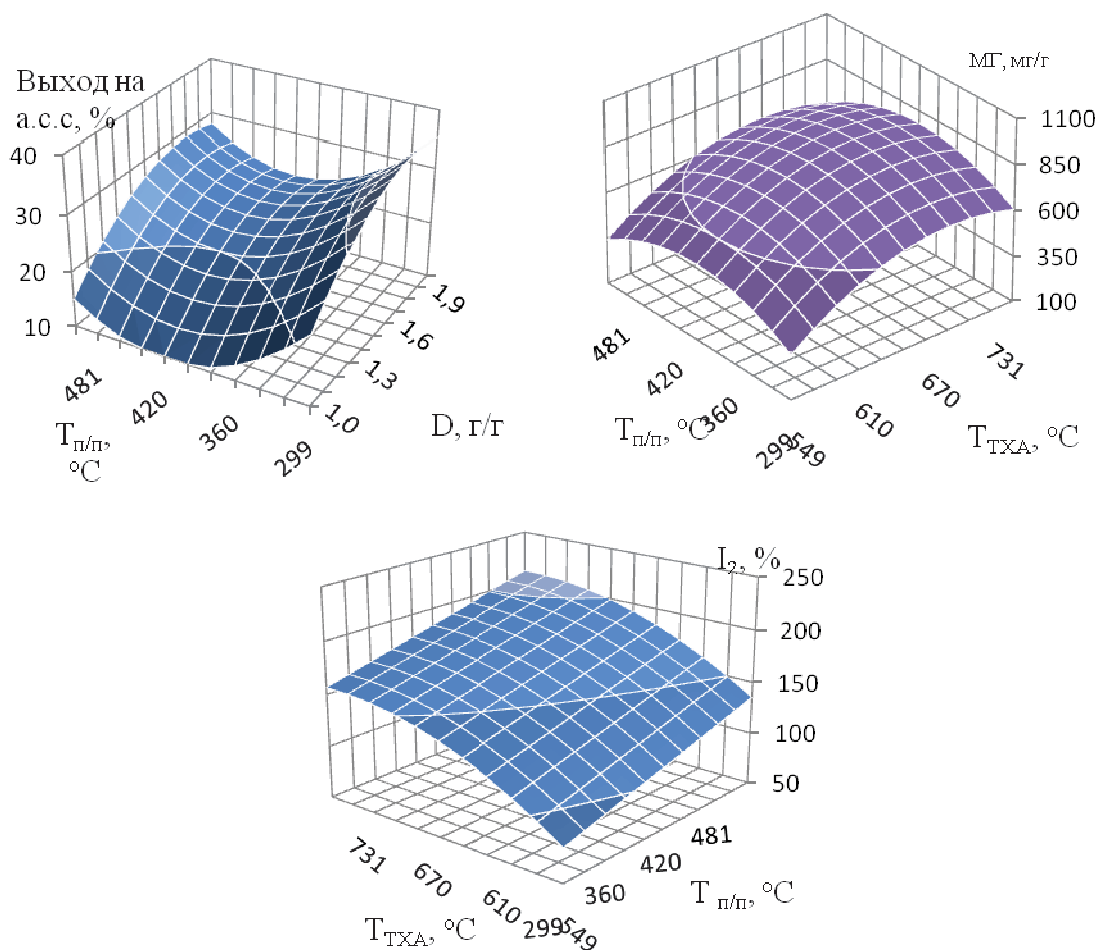


Рисунок 1 – Влияние режимных параметров на выход, удельную поверхность, адсорбционную способность по йоду и МГ

Исследования пористой структуры полученных активных углей проводили на приборе ASAP 2020 MP методом низкотемпературной адсорбции азота при 77 К и относительном давлении P/P_0 от 0 до 1. Для иллюстрации на рисунке 2 приведены некоторые изотермы адсорбции – десорбции азота, полученные для образцов АУ в различных условиях ТХА. С помощью автоматизированной системы был проведен анализ объема микро- и мезопор, их распределения по размерам и определена удельная площадь поверхности. Полученные изотермы относятся к I типу изотерм по IUPAC, характерной для микропористых твердых тел. Анализируя рисунок, можно сказать, что пористая структура представлена в основном микропорами. Мезопоры присутствуют в небольшом количестве. Изотермы адсорбции-десорбции азота использовались для расчета параметров пористой структуры следующими методами: удельная поверхность образцов рассчитывалась по известному методу БЭТ в интервале относительных давлений 0,05-

0,35; по десорбционной ветви изотермы изотермы определяли объемы мезопор (с размером 1,6-50 нм) и их распределение по размерам методом Barrett-Joyner-Halenda (ВЖН),

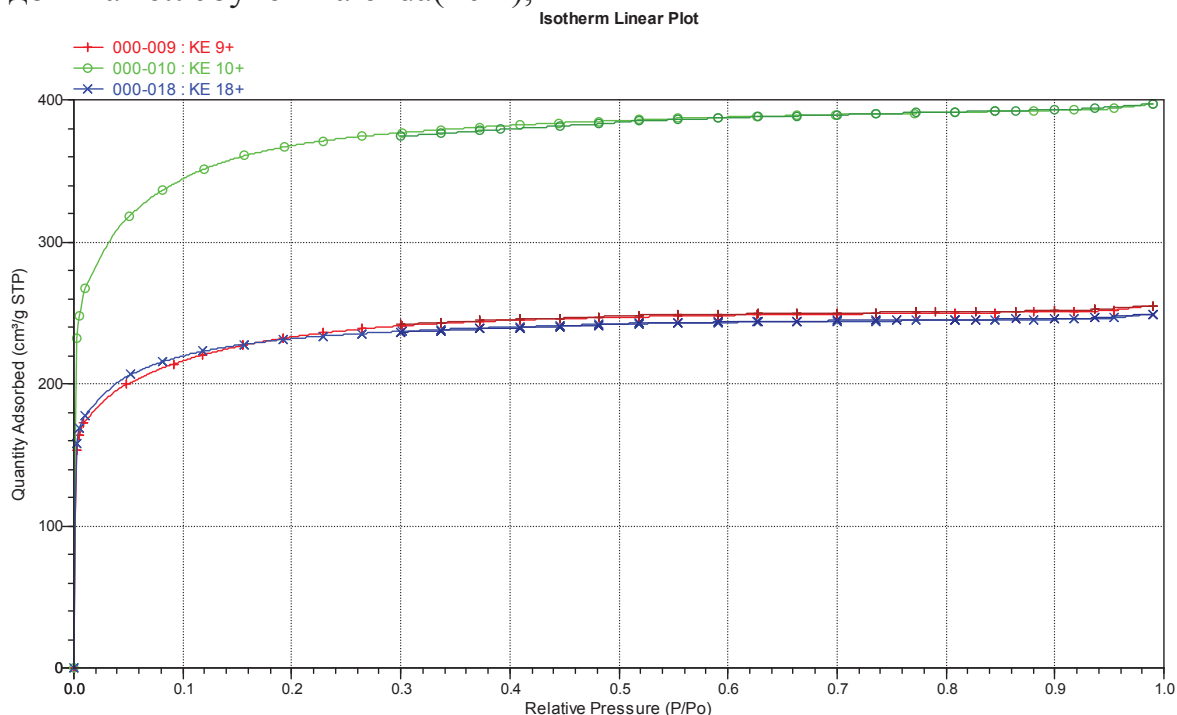


Рисунок 2 –Изотермы низкотемпературной адсорбции азота

Объемы и распределение микропор по размерам в исследованных образцах оценивались методами Horvath-Kawazoe (Х-К), Дубинина – Астахова (Д-А). Объем микропор по всем расчетным методам оказался аналогичен.

Для установки взаимосвязи между значениями удельной поверхности (УП), общего объема пор (ΣV), объема микропор АУ с условиями их синтеза были построены экспериментальные зависимости (рисунок 3).

Исходя из полученных данных выявлено, что оптимальные условия для формирования микропор являются повышенная температура предпирилиза (450-500°C) и повышенные значения температуры ТХА (750°C). При этом увеличение дозировки щелочи оказывает незначительное положительное влияние, а значит, ее можно зафиксировать на уровне 100% к а.с.с. без ущерба для параметров пористой структуры.

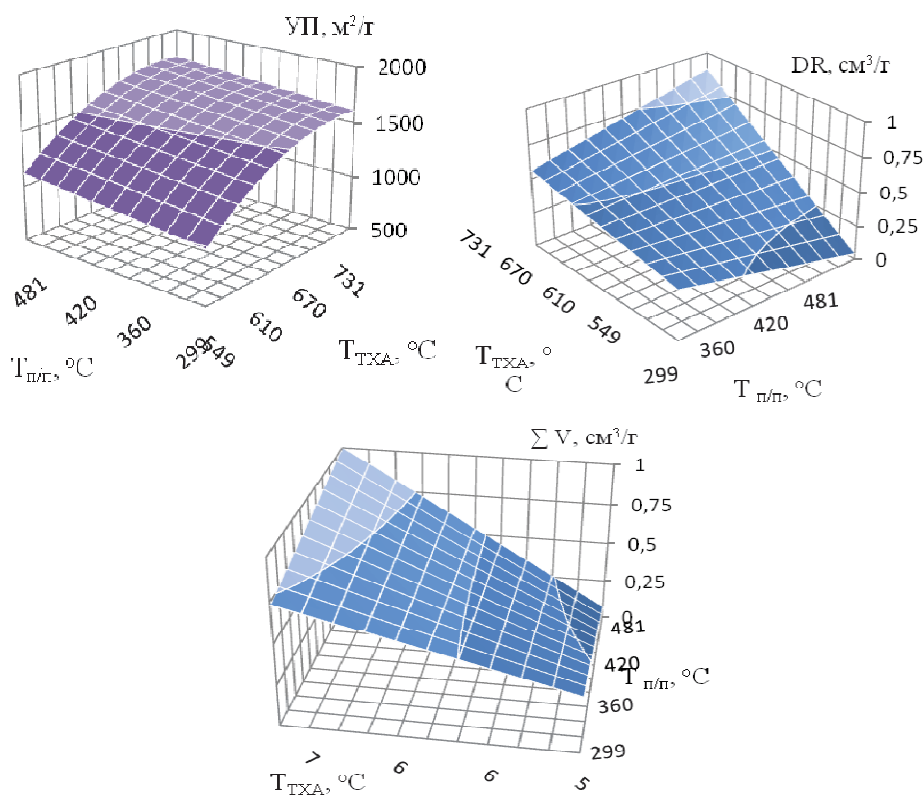


Рисунок 3 – Влияние режимных параметров на формирование пористой структуры АУ

Таким образом, методом планированного эксперимента были получены активные угли с достаточно высокими показателями адсорбции по йоду и осветляющей способности по МГ, с высоким значением пористости и удельной площадью поверхности пор, что доказывает их возможное применение в различных промышленных производствах, в решении проблем экологии и здоровья человека.

ЛИТЕРАТУРА

1 Beletskaya M.G., Bogdanovich N.I. The Formation of Adsorption Properties of Nanoporous Materials by Thermochemical Activation. Russian Journal of Bioorganic Chemistry, 2014, Vol. 40, No. 7, pp. 717–721.

2 Саврасова Ю.А., Богданович Н.И., Макаревич Н.А., Белецкая М.Г. Углеродные адсорбенты на основе лигноцеллюлозных материалов. ИВУЗ Лесной журнал. – 2012.– №1. – Архангельск: С(А)ФУ, 2012, с. 107-112.

3 Богданович Н.И., Кузнецова Л.Н., Третьяков С.И., Жабин В.И. Планирование эксперимента в примерах и расчетах: учеб. пособие. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. – 126 с.