

УДК 661.183.2

К.А. Романенко¹, асп. kristinaromanenko@yandex.ru;
Н.И. Богданович¹, проф., д-р техн. наук;
А.И. Смирнова¹, студ.; В.Л. Флейшер², доц., канд. техн. наук
(¹Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Архангельск; ²БГТУ, г. Минск)

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНИНОВ

Определяющими факторами при синтезе активных углей (АУ) с использованием методов термохимической активации являются выбор и дозировка активирующего агента, а также температура процесса. В качестве активирующего агента предлагают использовать ортофосфорную кислоту, гидроксиды щелочных металлов, карбонаты щелочных и щелочноземельных металлов, оксид кальция, хлориды [1,2].

Цель настоящей работы – изучение свойств углеродных адсорбентов, полученных пиролизом гидролизного лигнина с гидроксидом калия.

Задачи, которые решались для достижения цели:

– определялось влияние температур предпиролиза и пиролиза на формирование адсорбционных свойств и пористой структуры адсорбентов.

– определялось влияние расхода активирующего агента – гидроксида калия на формирование адсорбционных свойств и пористой структуры адсорбентов.

Для анализа влияния параметров синтеза активных углей из гидролизного лигнина использован один из методов математического моделирования, в частности, центральный композиционный ротатабельный.uniform – план второго порядка для трех факторов [3]. Наиболее значимыми переменными факторами синтеза активных углей являются температура предпиролиза ($T_{п/п}$), расход активирующего агента (D) и температура термохимической активации (TXA).

На первом этапе проводили предпиролиз гидролизного лигнина, в результате которого сформировалась первичная пористая структура угля-сырца. На следующем этапе провели пиролиз - активацию угля-сырца.

Адсорбционные свойства активных углей оценивали по адсорбции йода (I_2) и метиленового голубого (МГ) из стандартных водных растворов [4].

Важными характеристиками адсорбентов, керамики, нанотрубок, а также других наноструктурированных пористых и высокодис-

персных материалов являются удельная поверхность (S уд.), размер и объём пор.

Удельная поверхность является одной из мер силы взаимодействия твердого тела с окружающей средой, будь то газ, жидкость или другое твердое тело. Поэтому определение удельной поверхности является одним из самых распространенных методов исследования показателей развитой пористой структуры наноматериалов.

Определение удельной поверхности основано на измерении количества газа-адсорбата, который адсорбируется на поверхности исследуемого адсорбента при различных относительных парциальных давлениях P/P_0 при температуре кипения жидкого азота $t = 77$ К.

Для практической реализации данной методики наиболее широко используются адсорбционные волюметрические (измерение объема) анализаторы, основанные на методе низкотемпературной адсорбции азота.

В настоящей работе исследование пористой структуры полученных адсорбентов проводили на анализаторе удельной поверхности ASAP 2020 MP. В качестве газа - адсорбата использовали азот.

По полученным данным построены изотермы адсорбции, которые использованы для определения удельной поверхности и пористой структуры синтезированных углеродных адсорбентов. Расчет удельной поверхности ($S_{уд.}$, $\text{м}^2/\text{г}$) проводили по уравнению полимолекулярной адсорбции БЭТ [8]:

$$S_{уд.} = \frac{1}{(a(P_0/P)-1)} = \frac{1}{a_m C} + \frac{C-1}{a_m C} (P/P_0), \quad (1)$$

где P/P_0 – относительное парциальное давление; a – величина адсорбции, моль/г; a_m – удельная емкость монослоя, $\text{нм}^{-3}/\text{г}$; C – константа BET, характеризующая взаимодействие адсорбент/адсорбат.

Существует много типов пористых систем. При этом как в различных образцах, так и в одном и том же образце пористого тела отдельные поры могут значительно различаться по форме и размеру. В таблице 1 представлены результаты исследования пористой структуры полученных экспериментальных образцов АУ.

Анализ пористой структуры АУ показал, что она представлена в основном микропорами. Средняя полуширина микропор изменяется в интервале от 1,11 нм до 1,16 нм. По классификации ИЮПАК этот интервал размера пор относится к области супермикропор. *Супермикропоры* представляют собой промежуточную область пористости тел между микропорами и мезопорами.

Таблица 2 – Объем пор и удельная поверхность образцов активного угля из термохимически обработанного гидролизного лигнина в присутствии гидроксида калия

Образец	Объем пор, см ³ /г			S _{уд.} , м ² /г по BET
	Микропор по Dubinin- Radushkevich	Мезопор по BJHдес, Broekhoff-deBoer	Суммарный объем пор по BET	
Л-1	0,28	0,03	0,31	553
Л-2	0,47	0,02	0,51	903
Л-3	0,32	0,04	0,37	612
Л-4	0,41	0,02	0,43	755
Л-5	0,29	0,02	0,32	563
Л-6	0,41	0,13	0,56	809
Л-7	0,37	0,04	0,42	717
Л-8	0,70	0,03	0,81	1446
Л-9	0,29	0,06	0,36	600
Л-10	0,57	0,03	0,62	1147
Л-11	0,44	0,03	0,49	885
Л-12	0,49	0,03	0,54	941
Л-13	0,35	0,03	0,38	731
Л-14	0,77	0,10	1,07	2024
Л-15	0,35	0,02	0,39	685
Л-16	0,39	0,04	0,44	775
Л-17	0,43	0,04	0,49	868
Л-18	0,42	0,03	0,47	816
Л-19	0,43	0,03	0,57	831
Л-20	0,55	0,03	0,60	795

По полученным экспериментальным данным рассчитаны уравнения регрессии, использованные для построения графических зависимостей - поверхностей отклика (рис. 1-2), показывающих характер зависимости выходных параметров от технологических параметров получения АУ.

Как видно из результатов, представленных на графиках, увеличение дозировки KOH и температуры термохимической обработки гидролизного лигнина положительно сказывается на формировании микропор.

Наблюдается взаимное положительное влияние факторов на данный выходной параметр. При повышении температуры предпиролиза. Однако, повышение температуры активации целесообразно только при высоких дозировках гидроксида калия.

Известно, что активные угли с высоким объемом микропор характеризуются наиболее развитой удельной поверхностью. Микропоры имеют высокое соотношение удельной поверхности к объему и,

следовательно, вносят наибольший вклад в значение удельной поверхности активных углей.

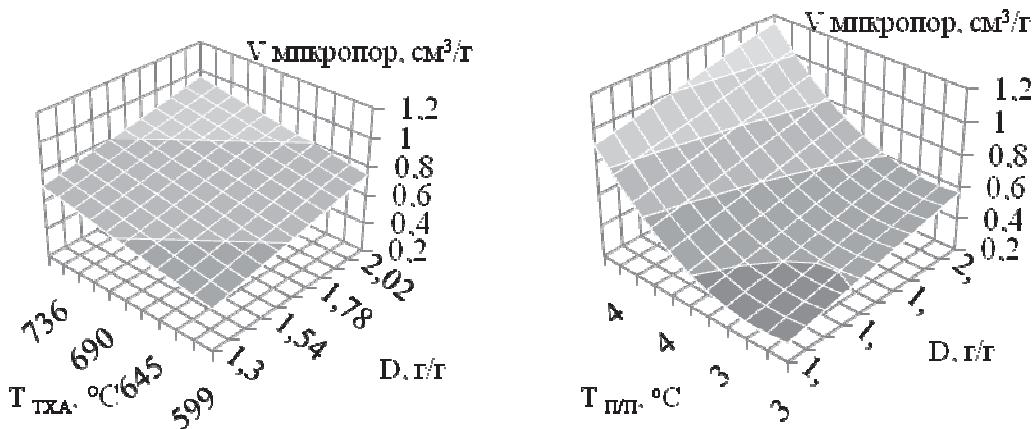


Рисунок 1 – Влияние температуры термохимической обработки гидролизного лигнина и расхода KOH на объем микропор АУ

Размер микропор сопоставим с размером молекул и играет важную роль в селективности адсорбции, так как ограничивает диффузию и обеспечивает эффект молекулярного сита.

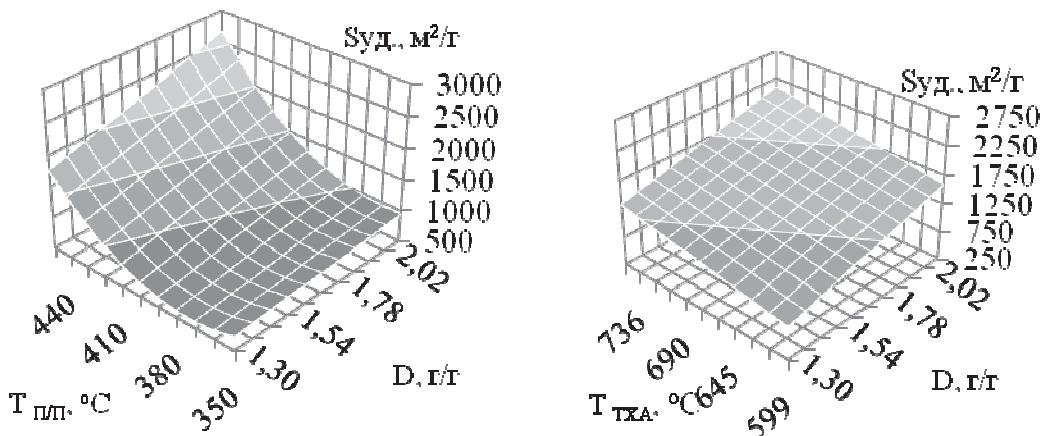


Рисунок 2 – Влияние температуры термохимической обработки лигнина и расхода KOH на удельную поверхность активного угля

Изучение удельной поверхности образцов АУ показало, что расход гидроксида калия, а также температура термохимической обработки гидролизного лигнина положительно влияют на формирование удельной поверхности синтезируемых активных углей (рис. 2).

При повышении температуры термохимической обработки гидролизного лигнина, а также увеличении расхода активирующего агента, улучшаются и адсорбционные, и структурные свойства АУ.

Повышение температуры термохимической активации до 750 °С и увеличение расхода гидроксида калия до 2,1 г/г при синтезе активных углей из гидролизного лигнина оказывает положительное влияние на формирование адсорбционных и структурных свойств АУ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Богданович Н.И., Калиничева О.А., Добеле Г.В. Предпиролиз древесного сырья в синтезе активных углей с NaOH// ИВУЗ Лесной журнал. 2008. № 2. С.117–122.

2 Бубнова А.И., Романенко К.А., Богданович Н.И., Формирование адсорбционных и структурных свойств углеродных адсорбентов пиролизом древесных отходов в присутствии NaOH// В сб. Тенденции развития техники и технологий – 215: сборник статей Международной научно-технической конференции. НДМ. Тверь. 2015. С. 25–29.

3 Богданович Н.И., Кузнецова Л.Н., Третьяков С.И., Жабин В.И., Планирование эксперимента в примерах и расчетах. Архангельск. 2010. С. 46–60.

4 Белецкая М.Г., Богданович Н.И., Романенко К.А. Синтез активных углей из гидролизного лигнина с использованием гидроксидов Na и K// ЕСУ. 2014. №7. С. 19–21.

УДК 676.252.3 : 676.1

Маслова Н.А., магистрант mna94@mail.ru;

Сысоева Н.В., доц., канд. техн. наук
(С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ВОДЕ И ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

На сегодняшний день одной из ключевых проблем российских производителей фильтровальных бумаг является отсутствие технологии получения высоко - качественной продукции. Так, одним из путей ее решения может быть создание новых производств высокотехнологичных материалов или разработка программы диверсификации существующих. К высокотехнологичным материалам относят бумаго-подобные материалы фильтровального назначения системы «стеклянное волокно – минеральное связующее».

Цель работы заключается в определение удельных расходов волокнистого сырья, воды и ресурсов на производство фильтрованных материалов.

В ходе опытно-производственных работ, были получены данные не только удельных расходов, но и потерь.