

УДК 661.183

*Е. А. Нескоромная, А. В. Бабкин, А. Е. Бураков,  
И. В. Романцова, А. Е. Кучерова*

**АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО  
УГЛЕРОДНОГО НАНОСОРБЕНТА**

Здоровье и продолжительность жизни человека во многом зависят от качества потребляемой им воды. Увеличение численности населения, развитие промышленного производства, создание огромных городских агломератов неизбежно приводят к изменениям ее солевого и микроэлементного состава [1].

В настоящее время очистка водных сред является особенно актуальной задачей. Существующие методы извлечения зачастую не позволяют получить техническую воду, отвечающую современным санитарно-химическим нормам. Некоторые из загрязняющих веществ могут быть чрезвычайно токсичны и опасны, их действие губительно для окружающей среды конкретных регионов и здоровья человека [2].

Мировая практика показывает, что наиболее актуальными и эффективными методами очистки водных сред являются адсорбционные процессы. Одним из наиболее перспективных и практически реализуемых методов активации этих процессов является модифицирование используемых образцов комплексных сорбентов слоем углеродных нанотрубок (УНТ) заданной морфологии.

Перспектива и актуальность разработок в области модифицирования поверхности пористых сорбентов слоем УНТ объясняются особенностями строения углеродных нанотрубок, определяющего их поглощающую способность и применение как сорбирующего материала в топливных и электрохимических элементах, системах для хранения веществ и т.д. [3].

Формирование слоя углеродных нанотрубок (УНТ) на поверхности материала-носителя производилось наиболее рациональным для промышленной реализации методом каталитического пиролиза углеводородов.

Морфология синтезированного слоя УНТ на пористом носителе была исследована методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

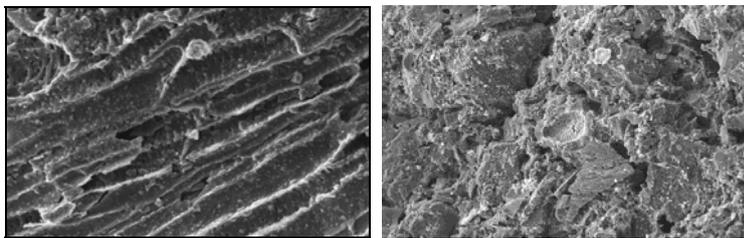
Все образцы, используемые в работе, исследовались в Междисциплинарном центре «Аналитическая микроскопия» Казанского (Приволжского) Федерального Университета (под руководством директора МДЦ АМ Ю. Н. Осина) с применением автоэмиссионного сканирующего электронного микроскопа MERLIN (CARL ZEISS, ускоряющее напряжение 5kV, детектор InLins SE) [4].

---

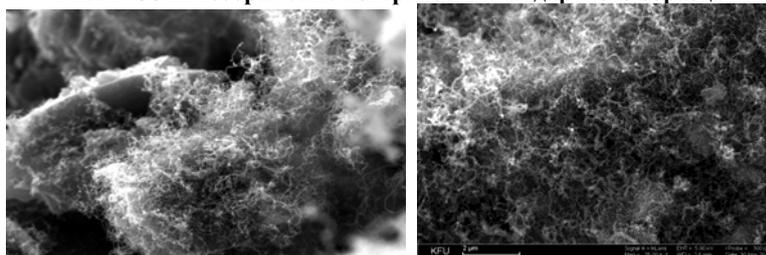
\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. Е. Буракова.

СЭМ-изображения поверхности стандартного активированного угля (рис. 1) позволяют судить о наличии структурированного пористого пространства, отсутствии сажевых агломератов и частиц сторонних примесей.

Анализ полученных снимков исследуемого сорбента позволяет сделать вывод о наличии структурированного слоя УНТ и об отсутствии частиц катализатора, не прореагировавших в процессе пиролитического синтеза (рис. 2).



**Рис. 1. СЭМ-изображение поверхности стандартного образца**

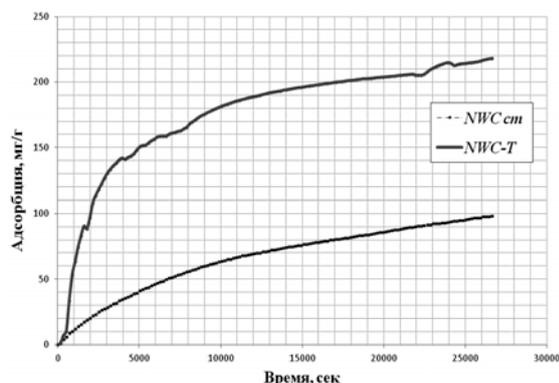


**Рис. 2. СЭМ-изображение поверхности модифицированного образца**

Кинетические исследования адсорбционной активности наносорбента были изучены на примере извлечения молекул органического красителя из водных растворов.

**Методика проведения эксперимента.** В качестве целевого поллютанта в опытах использовался раствор органического красителя гелиантина (п-диметиламиноазобензолсульфонат натрия – метилоранж).

В серию из 10 пробирок с раствором метиленового оранжевого объемом по 50 мл вносили исследуемый образец и выдерживали в течение 45 мин. В объеме раствора имеются частицы сорбента, которые препятствуют измерению истинной оптической плотности образца. Для предотвращения погрешности измерения мерные колбы помещали в центрифугу, предназначенную для разделения суспензий с нерастворимой твердой фазой, и центрифугировали в течение 10 мин при скорости вращения 10 000 об/мин. Используя спектрофотометрический метод определения оптической плотности раствора, рассчитывали остаточную концентрацию адсорбтива.



**Рис. 3. График зависимости адсорбции молекул метилового оранжевого на стандартном и модифицированном образцах**

Результаты кинетических исследований в динамическом режиме показывают высокую адсорбционную активность в первые 10 минут на нанопористом углероде с извлечением 65...70% от всей массы органического красителя и на углеродных нанотрубках – 25...30%. Исследуемый модифицированный образец по ключевым адсорбционным характеристикам превосходит стандартный кокосовый уголь практически в 2 раза по степени извлечения молекул МО из водных растворов.

Анализ эффективности изучаемого поглотителя наглядно показал положительное влияние наноуглеродного модифицирования на сорбционную способность активированного угля.

#### Список литературы

1. *Алехина, О. В.* Некоторые химические аспекты оценки качества питьевой воды / О. В. Алехина, Н. В. Вerveкина, М. С. Веселова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 3. – С. 937 – 940.
2. *Электрокондиционирование жидких сред с применением наноструктурированных комплексных поглотителей* / А. В. Бабкин, И. В. Романцова, Е. А. Нескоромная, А. Е. Бураков, З. К. Кашевич, А. Н. Блохин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 14. – Вып. 3. – С. 496.
3. *Головин, Ю. И.* Введение в нанотехнологию / Ю. И. Головин. – М. : Машиностроение-1, 2003. – 496 с.
4. *Нескоромная, Е. А.* Жидкофазная сорбция органических веществ углеродными наносорбентами, в том числе под влиянием электромагнитного поля : магист. дис. / Е. А. Нескоромная. – Тамбов, 2016. – 80 с.

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»  
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*