

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

СОЗДАНИЕ ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСОРБЕНТОВ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД

На сегодняшний день в мире очень остро проявляются глобальные экологические и техноферные проблемы, связанные с последствиями безответственного и недобросовестного отношения человека к окружающей среде, что, в частности, влечет за собой появление в ней вредных веществ – ксенобиотиков.

Актуальность очистки воды не вызывает сомнений, но существующие методы не позволяют получить техническую воду без примесей вредных веществ, отвечающую современным санитарно-химическим нормам. Некоторые из этих веществ чрезвычайно токсичны и опасны, их действие может быть губительно для окружающей среды конкретных регионов и здоровья человека [1].

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2015 г. в рамках Десятой межвузовской научной студенческой конференции ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента А. Е. Буракова.

Известно, что адсорбционный метод очистки водных ресурсов является комплексным и эффективным. Поэтому усовершенствование способов очистки водных сред ведется в направлении исследования именно этого подхода к удалению вредных примесей.

Опубликован ряд работ, которые направлены на изучение технологий получения поглотителей, модифицированных углеродными наноструктурами [1, 2]. Благодаря необычным физико-химическим свойствам, данные структуры позволяют обеспечить эффективное проникновение, диффузию и последующее улавливание молекул загрязняющего вещества.

В качестве эффективного способа формирования слоя углеродных нанотрубок (УНТ) на поверхности сорбента предложено использовать каталитический пиролиз углеводородов.

Для изучения эффекта наноуглеродного модифицирования материалов-носителей использовались наиболее широко применимые промышленные адсорбенты: алюмосиликаты со строго регулярной структурой пор (NaX, CaX), пористый активный уголь (NWC) [2].

С помощью методов сканирующей электронной микроскопии была исследована морфология синтезированного слоя нанотрубок на поверхности пористых сорбентов.

Исходя из анализа микроснимков образцов наномодифицированных сорбентов, можно сделать вывод о том, что материал, синтезированный в пористом пространстве носителей, представляет собой УНТ диаметром порядка 15...30 нм, а также содержит частицы катализатора. Обнаружено, что структура поверхности различного вида сорбентов мало влияет на морфологию выращенного слоя нанотрубок.

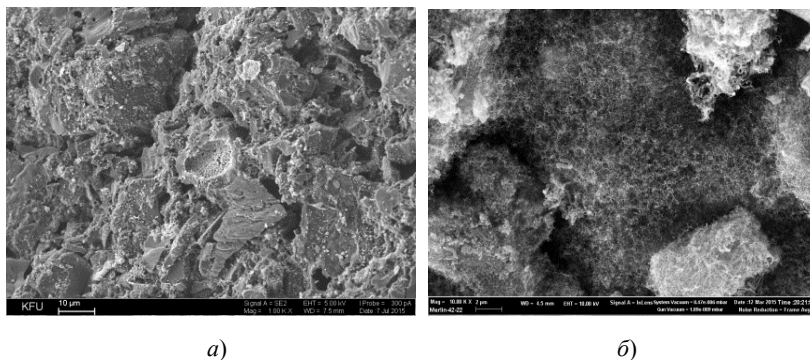


Рис. 1. Структура поверхности активированного угля NWC:

а – стандартного; *б* – модифицированного

Сравнительные адсорбционные характеристики кокосового угля марки NWC были изучены в процессах поглощения органических загрязнителей из водных сред.

Методика проведения эксперимента: в качестве целевого поллютанта в опытах использовался раствор органического красителя гелиантина (*n*-диметиламиноазобензолсульфонат натрия – метилоранж). В серию из 10 пробирок с раствором метиленового оранжевого объемом по 50 мл вносили исследуемый образец и выдерживали в течение 45 минут. 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 минут при скорости вращения 10 000 об/мин. Используя спектрофотометрический метод определения оптической плотности раствора, рассчитывали остаточную концентрацию адсорбтива.

Величину адсорбции рассчитывали по Гиббсу как количество адсорбтива, поглощаемое единицей массы сорбента. Затем строили изотермы адсорбции – графическая зависимость сорбции от равновесной концентрации адсорбтива при постоянной температуре.

Учитывая возможность поглощать молекулы не только органических загрязнителей, но и веществ неорганической природы, таких как ионы тяжелых металлов из растворов, экспериментальная составляющая

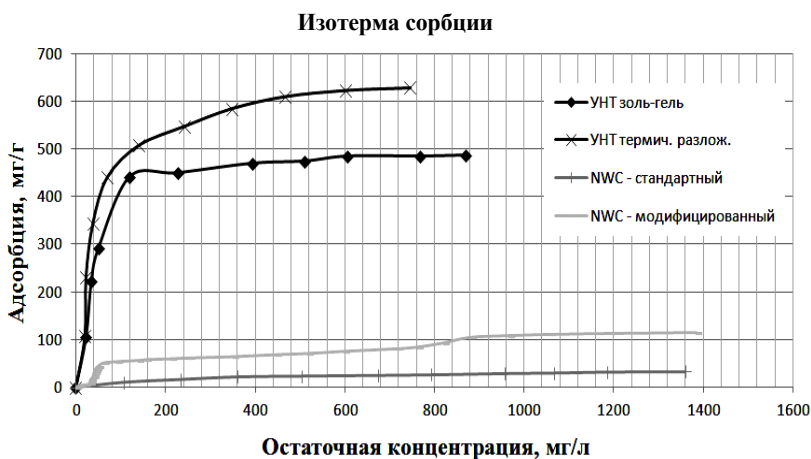


Рис. 2. Сравнительные изотермы сорбции по органическим загрязнителям

последующей работы основана на исследовании адсорбционной способности стандартных и модифицированных поглотителей по отношению к ионам Co^{2+} .

Рабочей средой являлись водные растворы нитрата кобальта ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Начальная концентрация ионов Co^{2+} составляла 0,172...1,856 М.

Изучение адсорбции ионов тяжелых металлов проводили в статических условиях описанным выше способом. Концентрация определялась спектрофотометрически при длине волны 590 нм.

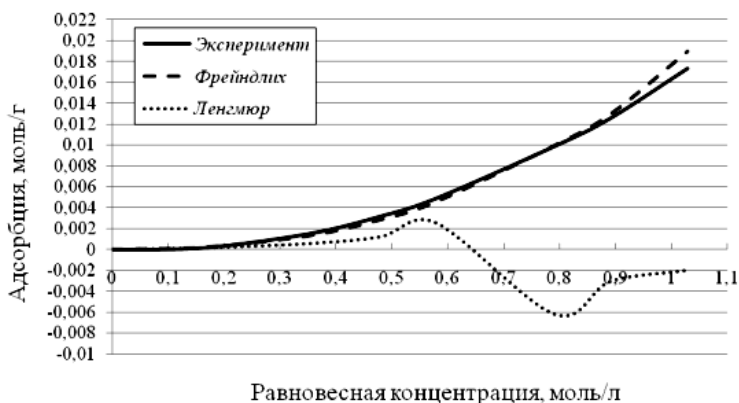


Рис. 3. Экспериментальная и теоретические изотермы сорбции ионов Co^{2+} на стандартном кокосовом угле

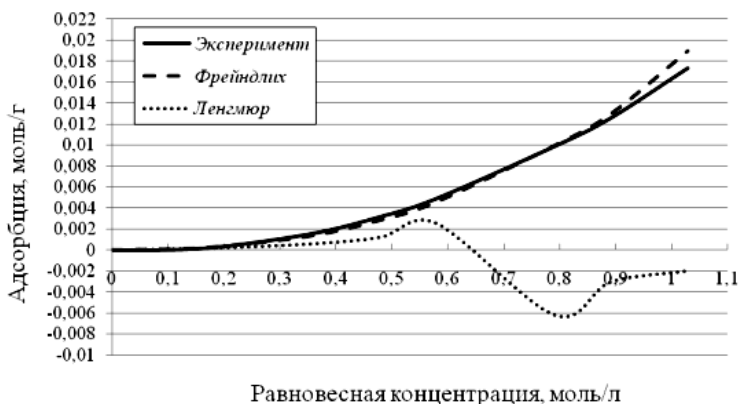


Рис. 4. Экспериментальная и теоретические изотермы сорбции ионов на модифицированном кокосовом угле

Анализ эффективности исследуемых поглотителей наглядно показал положительное влияние наномодифицированного углерода на сорбционную способность активированного угля. Наномодифицированные образцы обладают в два раза большей сорбционной емкостью по органическим соединениям, а по ионам Co^{2+} – наблюдаем увеличение активности на 30% по сравнению со стандартными материалами.

Список литературы

1. *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.
2. *Физико-химические основы пиролитического синтеза комплексных сорбентов, модифицированных наномодифицированным углеродом* / А. Е. Бураков, И. В. Романцова, А. Е. Кучерова, А. В. Бабкин, Е. А. Нескоромная, З. К. Кашевич // Актуальные проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности. – 2015. – С. 45.
3. *Кельцев, Н. В.* Основы адсорбционной техники / Н. В. Кельцев. – М. : Химия, 1976. – 511 с.

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