

**ИЗУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРНОГО ФИЛЬТРСОРБЕНТА И ИЗВЛЕЧЕНИЕ  
С ЕГО ПОМОЩЬЮ ИЗ ВОДЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ**

*С.О. Казанцев<sup>2</sup>, мл. науч. сотрудник, Н.И. Солярский<sup>1</sup>, студент гр. 0401,  
Д.В. Мартемьянов<sup>1,a</sup>, инженер, С.П. Журавков<sup>1</sup>, доцент, к.х.н.*

*<sup>1</sup>Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36*

*<sup>2</sup>Институт физики прочности и материаловедения  
634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4*

*E-mail: <sup>a</sup>martemdv@yandex.ru*

**Аннотация.** Исследована возможность использования микробиологического адсорбента на основе целлюлозы, модифицированной нановолокнами оксигидроксида алюминия, для извлечения культуры *Escherichia coli*.

**Ключевые слова:** Фильтровальный материал, целлюлоза, очистка воды, оксигидроксид алюминия, нановолокна.

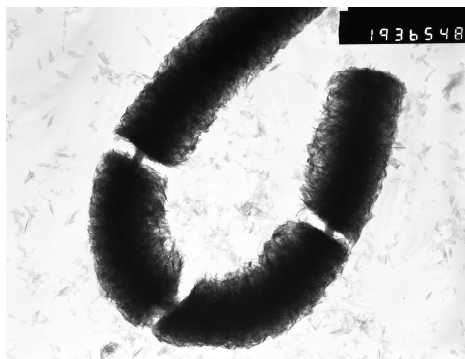
**Abstract.** Explore the feasibility of using microbial adsorbent based on cellulose, modified nanofibers oxohydroxide aluminum, for extracting *Escherichia coli* culture.

**Keyword:** Filter material, cellulose, water purification, aluminum oxohydroxide, nanofibers.

В современном мире, проблема водоочистки имеет первоочередное значение [1-2]. Среди загрязняющих веществ, присутствующих в воде, особо стоит отметить микробиологические примеси, к которым относятся: бактерии, вирусы, паразиты, простейшие и т.д. [3-5]. Микробиологические загрязнители в воде, могут негативным образом влиять на самочувствие человека, при её потреблении. Поэтому является важной задачей надёжное удаление данных примесей из водных сред. Одним из наиболее эффективных и доступных способов очистки воды является сорбционный метод [6-9].

В рамках данного исследования был изучен наноструктурный фильтровальный материал, приготовленный на основе целлюлозы, с иммобилизованными на её поверхности нановолокнами оксигидроксида алюминия [10].

При исследовании морфологии поверхности модифицированного фильтровального материала применяли просвечивающую электронную микроскопию (просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100F (JEOL, Япония). Изучение величины удельной поверхности и удельного объёма пор, фильтровального материала, осуществляли с использованием метода тепловой десорбции азота (БЭТ), на анализаторе «СОРБОМЕТР М» (Россия). Осуществлялись процессы фильтрации в динамических условиях, при пропускании модельного раствора через слой исследуемого фильтровального материала, помещённого в водоочистной модуль. Размеры модуля составляли: высота – 50 мм; диаметр 23 мм. Масса фильтровального материала составляла 8,1 г. Для пропускания модельного раствора собрали водоочистную систему, состоящую из перистальтического насоса, фильтровального модуля, приёмной и раздаточной ёмкости, а также соединительных шлангов. Модельный раствор представлял собой водопроводную воду, обсеменённую культурой *Pseudomonas aeruginosa* (штамм АТСС 27853) – синегнойная палочка, с концентрацией  $3 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Анализ на содержание микроорганизмов в воде проводили с помощью метода Коха.



*Рис. Микрофотография модифицированного фильтровального материала (увеличение в 19000 раз)*

На рисунке, показан снимок исследуемого фильтровального материала на основе целлюлозы, сделанный на просвечивающем электронном микроскопе, при увеличении в 19000 раз.

Результаты электронной микроскопии показали, что образец фильтровального материала, представляет собой волокно целлюлозы, покрытое несферическими (в виде иголок) волокнами оксигидроксида алюминия. Размер нановолокон оксигидроксида алюминия составляет: диаметр – 2 нм.; длина – 150-200 нм.

Проводили исследования свойств образцов фильтровального материала. В таблице представлены некоторые физико-химические параметры исследуемого фильтровального материала: влажность, величина удельной поверхности и удельный объём пор.

Таблица 1

Характеристики по величине удельной поверхности и удельному объёму пор у фильтровального материала

| Образец      | Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г | Удельный объём пор, см <sup>3</sup> /г |
|--------------|---|--|
| На целлюлозе | 63,7                                    | 0,029                                  |

Как показано в таблице, у образца наноструктурного фильтровального материала имеются значительные данные по величине удельной поверхности и удельного объёма пор.

Таблица 2

Определение степени извлечения культуры *Pseudomonas aeruginosa* из модельного раствора в условиях динамики

| Объём пропущенного раствора, дм <sup>3</sup> | Содержание в фильтрате, КОЕ/см <sup>3</sup> | Вода бассейнов                   | Бутилированная вода               |
|--|---|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1  | 0   | Отсутствие в 100 см <sup>3</sup> | Отсутствие в 1000 см <sup>3</sup> |
| 5  | 0   |                                  |                                   |
| 10   | 0   |                                  |                                   |
| 15   | 0   |                                  |                                   |
| 20   | 7   |                                  |                                   |

Из информации, представленной в таблице 2 видно, что исследуемый фильтровальный материал полностью очищает модельный раствор от культуры *Pseudomonas aeruginosa* на протяжении 15 дм<sup>3</sup>. На двадцатом дм<sup>3</sup> фильтрата наблюдается проросок, составляющий 7 КОЕ/см<sup>3</sup>.

Список используемых источников:

1. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Общий курс. Справоч. пособие/ Под ред. И.И. Мазура. – М.: Высш. школа, 1996. – Т.2. – 638 с.
2. Фрог Б.Н., Левченко А. П. Водоподготовка. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.
3. Мартемьянов Д.В., Короткова Е.И., Галанов А.И. Сорбционные материалы нового поколения для очистки водных сред от микробиологических загрязнений // Вестник Карагандинского университета. 2002. № 3. – С. 61-65.
4. Телитченко М.М., Остроумов С.А. Введение в проблемы биохимической экологии: Биотехнология, сельское хозяйство, охрана среды. – М.: Наука, 1990. – 285 с.
5. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец А.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: Наука, 2004. 677 с.
6. Зарубин В.В., Мартемьянов Д.В., Мартемьянова И.В., Рыков А.В. Исследование сорбционных свойств синтетического адсорбента в процессах водоочистки // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 187-189.
7. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As<sup>5+</sup>, Cr<sup>6+</sup>, Ni<sup>2+</sup> из водных сред // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8 (часть 3). – С. 666-670.
8. Мартемьянова И. В., Кутугин В. А., Плотников Е. В., Журавков С. П., Мартемьянов Д. В., Воронова О. А. Получение фильтровального материала для очистки воды от микробиологических загрязнений // Сборник трудов III Всероссийской конференции Экология, экономика, информатика. Т. 1: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. – Ростов-на-Дону, 2015. - С. 337-341.
9. Бухарева П.Б., Мартемьянов Д.В., Назаренко О.Б., Мартемьянова И.В. Использование природного глауконита для очистки воды из реки Ушайка // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 113-116.
10. Лисецкий В.Н., Лисецкая Т.А., Репин В.Е., Пугачев В.Г. Сорбент и способ его получения // Описание изобретения к патенту. – Томск, 2004. – С. 1