

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 04.06.01 Химические науки
Школа Инженерная школа природных ресурсов
отделение Химической инженерии

Научно-квалификационная работа

Тема научно-квалификационной работы
Исследование свойств наноструктурных сорбционных фильтрующих материалов для очистки воды от микробиологических загрязнений

УДК 66.067.122.3-022.532-047.37:628.161.081

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A4-16	Мартемьянова Ирина Владимировна		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Колпакова Нина Александровна	д.х.н., проф.		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Короткова Елена Ивановна	д.х.н., доцент		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Короткова Елена Ивановна	д.х.н., доцент		

Томск – 2018 г.

Аннотация

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 80% всех инфекционных болезней (500 млн. случаев в год), от которых ежегодно умирает около 5 млн. человек, связано с неудовлетворительным качеством воды. С каждым годом данная проблема только усугубляется из-за увеличивающегося дефицита водоснабжения.

Существуют различные методы по нейтрализации микробиологических загрязнений в водных средах: кипячение, ультрафиолетовая стерилизация, химическая обработка (озонирование, хлорирование), мембранная очистка, сорбционный метод. Но у некоторых из представленных методов имеются существенные недостатки и не все из них именно очищают воду от микробиологических загрязнений.

В настоящее время в мире развивается два подхода к решению задачи очистки водных сред от микробиологических загрязнений с помощью фильтрации.

В первом подходе происходит использование мембранных технологий, т.е. на принципе соответствия размера пор мембраны размеру удаляемых частиц вещества. Но здесь требуется создание повышенного давления для прохождения воды сквозь мембрану, а также предварительная очистка водной среды от крупных примесей. Второй подход, который начал активно развиваться последнее десятилетие, основан на использовании модифицированных адсорбционных фильтров с положительным зарядом поверхности. Поскольку большинство встречающихся в природе примесей электроотрицательны, в том числе и микроорганизмы, фильтровальный материал с положительным электрокинетическим потенциалом будет эффективно улавливать примеси, размеры которых меньше размеров пор материала. Очевидно, что фильтровальный материал, действие которого основывалось бы на сочетании электрокинетического улавливания, Ван-дер-ваальсовой адсорбции и механической фильтрации, может существенно расширить диапазон размеров частиц и типов веществ, которые могут удаляться из водных сред.

На сегодняшний день уже имеются подобные фильтровальные материалы, но, несмотря на это, используемыми на практике материалами часто не удаётся достигнуть таких норм как: высокая степень очистки от микробиологических загрязнений, большой ресурс работы материалов, хорошие гидродинамические свойства, возможность многократной регенерации, бактериостатические свойства материалов и низкая себестоимость. Решить данные проблемы возможно путём создания серии новых сорбционных, фильтровальных материалов, с применением их в системах водоочистки. Новые фильтрсорбенты будут на синтетической и минеральной основах. Имеющиеся фильтрсорбенты и режимы их использования зачастую не обеспечивают необходимую эффективность и поэтому данные технологии пока не имеют широкого использования.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы явилось исследование физико-химические закономерности извлечения

микроорганизмов из водных сред и разработка на этой основе серии наноструктурных сорбционных, фильтровальных материалов, ориентированных на извлечение широкого спектра микробиологических загрязнений из водных сред.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) Разработка технологических основ синтеза сорбционных, фильтровальных материалов на природных минералах и синтетических носителях, с использованием оксигидроксида алюминия, для очистки водных сред от микробиологических загрязнений;
- 2) Разработка технологических основ придания минеральному и синтетическому носителям бактериостатических свойств посредством иммобилизации на их поверхности наночастиц цинка полученных методом электроискрового диспергирования;
- 3) Оценка физико-химических характеристик разработанных фильтрсорбентов;
- 4) Определение фильтрационных свойств полученных материалов, по извлечению микробиологических загрязнений из водных растворов, в динамических условиях;
- 5) Исследование бактериостатических свойств разработанных фильтрсорбентов;
- 6) Подобрать водоочистную систему с использованием в ней разработанных сорбционных, фильтровальных материалов, для дальнейшего проведения на ней экспериментов по извлечению микробиологических загрязнений из водных сред.

В рамках работы были созданы два модифицированных фильтрсорбента с положительным зарядом поверхности обладающих бактериостатическими свойствами. Фильтрсорбенты были получены на основе природного цеолита Холинского месторождения и на основе синтетического цеолита NaX модифицированных нановолокнами оксигидроксида алюминия и тонкодисперсными частицами соединений цинка. Иммобилизованные на поверхности носителей нановолокна оксигидроксида алюминия придавали поверхности положительный заряд и увеличивали их удельную поверхность, а тонкодисперсные частицы соединений цинка создавали бактериостатический эффект у материалов.

В работе проводились исследования физико-химических свойств полученных фильтрсорбентов, а именно: определялась величина удельной поверхности и удельный объём пор; изучалась морфология поверхности материалов с помощью просвечивающей электронной микроскопии; определялся дзета-потенциал поверхности исследуемых образцов.

Выяснено что в процессе модификации носителей происходит увеличение величины их удельной поверхности и удельного объёма пор. Придание основам положительного заряда поверхности. Доказан

наноструктурный характер изучаемой модифицированной поверхности фильтрсорбентов.

В процессе работы изучены фильтрационные характеристики объектов исследования при извлечении из модельных растворов культуры *Escherichia Coli* и определены их бактериостатические свойства. Выяснено, что разработанные образцы фильтрсорбентов обладают высокой степенью извлечения микроорганизмов из водной среды (99,9999-100 %) и подавлением бактерий *Escherichia Coli* на своей поверхности и в зоне вокруг частиц материала.

Осуществлено применение полученных сорбционных, фильтровальных материалов в походной водоочистой установке при очистке воды из реки Ушайка (г. Томск, Россия). Эффективность извлечения микроорганизмов (общего микробного числа) составила 99,99-100 %.