

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА

Е.В. Кондратюк, А.В. Панасенко, Л.Ф. Комарова

Рассматривается проблема обезжелезивания–деманганации артезианской воды путем получения новых материалов, в качестве которых предложены модифицированные бентонитовыми глинами базальтовые волокна («Бентосорб»), полученные на кафедре Химической техники и инженерной экологии. В работе приводится способ получения нового сорбента, а также исследования его сорбционно-ионообменной способности по отношению к ионам железа и марганца. Рассмотрены вопросы регенерации отработанного материала. Для оценки адекватности лабораторных исследований проведены испытания на реальной артезианской воде. Основываясь на полученных результатах, можно судить о перспективности создания технологий водоподготовки и водоочистки с применением фильтровально-сорбционных материалов из модифицированных базальтовых волокон.

Темпы бурения артезианских скважин всё время возрастают, что объясняется высоким качеством получаемой воды, а также технико-экономическими показателями. Артезианские воды обычно содержат несколько десятков химических элементов и соединений. Однако чаще всего препятствует использованию данной воды для питьевого и промышленного водоснабжения наличие в ней ионов железа, марганца, фтора, а также сероводорода, что характерно для подземных вод Алтайского края [1].

Проблема обезжелезивания – деманганации воды является одной из самых распространенных. Для Барнаула и других городов с основным поверхностным источником водоснабжения она актуальна еще и в связи с задачей обеспечения альтернативного источника водоснабжения.

Длительное употребление человеком воды с повышенным содержанием железа и марганца приводит к заболеваниям печени, увеличивает риск инфарктов, негативно влияет на репродуктивную функцию организма [2]. Российские санитарные нормы (СанПиН 2.1.4.1074-01) ограничивают концентрацию железа и марганца в питьевой воде до 0,3 мг/л и 0,1 мг/л соответственно.

В производстве присутствие в потребляемой воде железа и марганца негативно сказывается на качестве производимого продукта, а также приводит к образованию ржаво-карбонатных отложений и способствует размножению железо-бактерий, присутствие которых обуславливает обрастание стенок гидро-технических сооружений, вплоть до полного зарастания всей внутренней поверхности, что сопровождается потерей напора

воды. Помимо этого, соединения железа стимулируют протекание коррозионных процессов в стальных и металлических сооружениях и трубопроводах, теплообменных аппаратах, котлах теплоэлектростанций и др., что снижает эффективность их работы, срок эксплуатации и приводит к различным нарушениям в их работе [3].

Проблема обезжелезивания–деманганации воды может быть решена путем разработки новых технологий, получением новых материалов, способных эффективно извлекать железо и марганец, что позволит оптимизировать технологические схемы очистки, делая их ресурсосберегающими и экологически чистыми, тем самым, способствуя восстановлению равновесия в экосистемах.

В настоящее время для проведения водоочистных и водоподготовительных мероприятий широко применяются зернистые гранулированные загрузки: кварц, песок, иониты, горелые породы. Однако невысокая эффективность очистки, нестабильный гидродинамический режим их работы, неразвитая поверхность контакта, непродолжительный период фильтроцикла, невысокий коэффициент использования внутренней поверхности загрузки (около 10–20%), сложность осуществления регенерации, высокие удельный вес и стоимость материалов (800–1500 руб./кг) делают их использование в практике водоочистки неэффективным.

В качестве альтернативы мы предлагаем использовать микроволокнистый материал, позволяющий резко сократить эксплуатационные издержки на очистку воды.

На кафедре химической техники и инженерной экологии Алтайского госу-

дарственного технического университета им. И. И. Ползунова был создан такой материал, представляющий собой базальтовое волокно с нанесенным на его поверхность бентонитом («Бентосорб»). Для этого использовалось минеральное базальтовое волокно и три разновидности бентонитов Таганского месторождения.

Волокно из горных пород является перспективным сорбентом для очистки воды. Оно не гниет, не выделяет токсичных веществ в воздушной и водной среде, негорюче, невзрывоопасно, не образует вредных соединений с другими веществами, имеет неограниченный срок годности [4]. Внутренняя структура волокна представляет собой матрицу хаотично связанных базальтовых нитей и иголок, образующих достаточно прочный каркас, открывающий большие перспективы для его модификаций и использования в технологиях водоочистки.

Выбор бентонитовых глин в качестве модифицирующей добавки обусловлен ее нанометровой пористостью, поэтому они могут быть нанесены в виде тонкого слоя на различные подложки, придавая им сорбционные свойства.

Известно много способов активации бентонитов, мы применили содовую. Выбор способа активации обоснован тем, что все обменные ионы, входящие в кристаллическую структуру бентонитов, необходимо заменить на ионы Na^+ . Затем активированный бентонит в виде коллоидальной суспензии приводили в контакт с базальтовым волокном путем интенсивного перемешивания в слабокислой среде. В результате получился стабильный, прочный композит, способный сохранять свое состояние длительное время (рисунок 1).

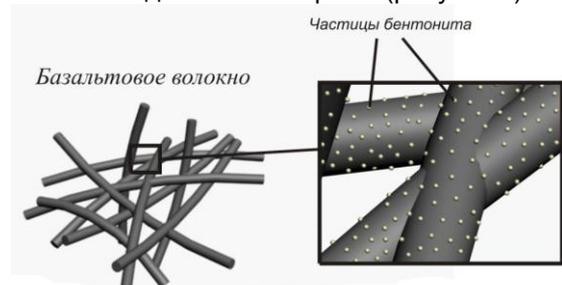


Рисунок 1. Внутренняя структура «Бентосорба»

На способ получения фильтровально-сорбционного материала получен патент [5].

Уникальный состав «Бентосорба» объясняет следующие его преимущества при сравнении с современными фильтрующими загрузками:

– экологически чистый продукт;

– отсутствие коррозионной активности и недостатков, характерных для дорогостоящих неорганических коагулянтов, связанных с загрязнением обрабатываемой среды вторичными ионами алюминия, сульфатами, хлоридами;

– сохранение сорбционно-фильтрационных свойств при низких температурах;

– стабильность и воспроизводимость процесса очистки вследствие регенерации;

– высокая эффективность очистки вод от широкого спектра химических соединений;

– возможность использования отработанного материала в строительстве при производстве асфальта и бетона;

– благодаря волокнистой структуре, «Бентосорб» можно применять как в картриджных фильтрах, так и в обычных промышленных аппаратах, не внося существенных конструктивных изменений.

Для изучения динамической обменной емкости «Бентосорба» по ионам железа и марганца был проведен ряд экспериментов на пилотной установке (рисунок 2).

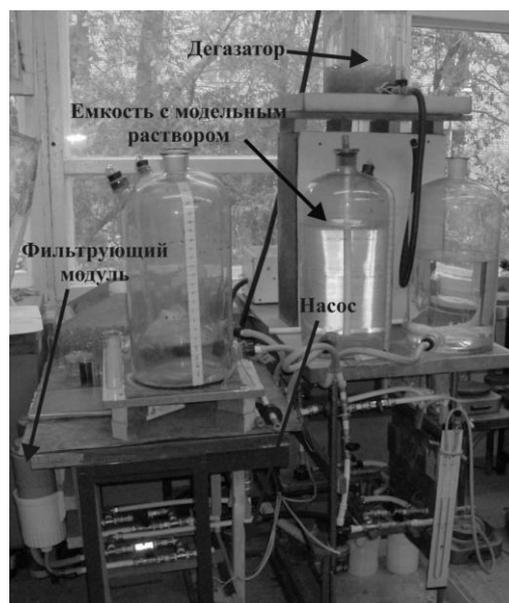


Рисунок 2. Пилотная установка

«Бентосорб» загружался в фильтрующий модуль высотой слоя 6 см. Через колонку со скоростью 6 м/ч пропусклся модельный раствор с разными концентрациями железа и марганца, результаты исследования комплексной очистки представлены на рисунке 3.

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА

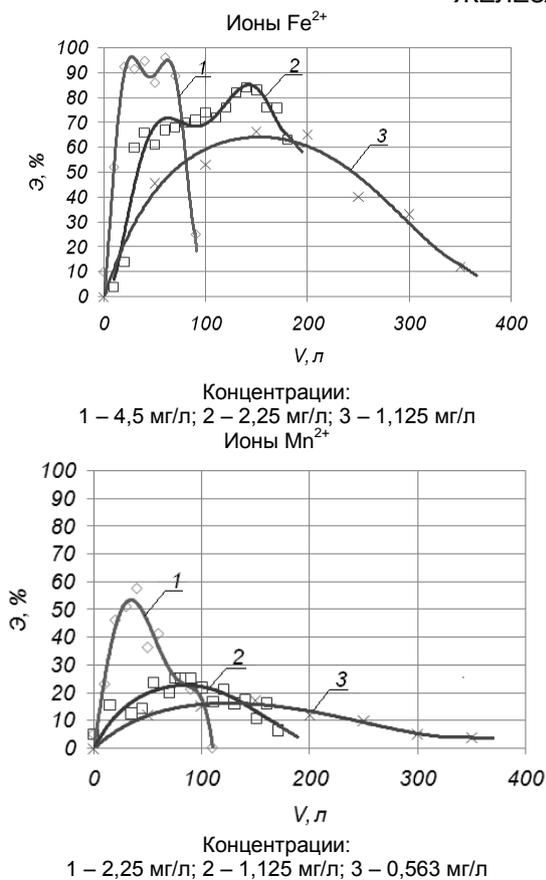


Рисунок 3. Зависимость эффективности (Э) комплексной очистки воды от объема профильтрованного раствора (V) на «Бентосорбе»

Максимальная эффективность очистки 94% по иону железа и 43% по иону марганца в течение фильтрования 20 л наблюдается при концентрациях загрязняющих веществ – 4,50 и 2,25 мг/л соответственно. Различие полученных значений обусловлено каталитическим действием ионов марганца на процесс сорбции ионов железа. Следовательно, увеличение высоты слоя загрузки до требуемых параметров в промышленных установках (до 2,5 м [6]) полностью решит проблему обезжелезивания-деманганации воды.

Для восстановления сорбционных свойств материала были проведены эксперименты по его регенерации раствором щавелевой кислоты концентрацией 0,125 мг/л. и повторному пропусканию модельных растворов железа и марганца через восстановленный материал. Данные представлены на рисунках 4-5.

Эффективность регенерации составила по иону Fe^{2+} около 97%, по иону Mn^{2+} – 92%. Эффективность повторной очистки несколько уменьшилась (на 3-5%), а период фильтрационного цикла сократился. Уменьшение эффективно-

сти связано с тем, что при регенерации происходит вымывание некоторого количества бентонита, который является сорбционно-ионообменным компонентом материала «Бентосорб». Анализируя полученные данные, можно сказать, что регенерация материала возможна с достаточно полным восстановлением сорбционных свойств фильтрующей загрузки.

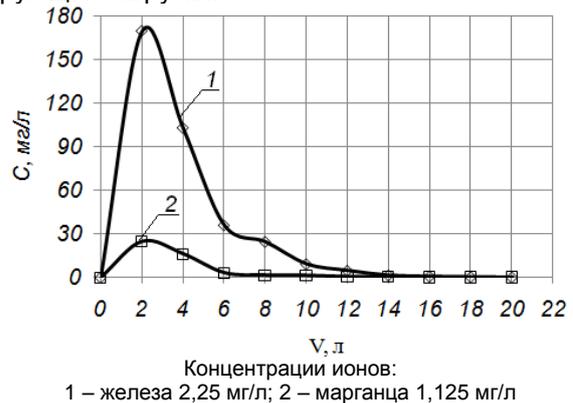


Рисунок 4. Зависимость концентрации ионов Fe^{2+} и Mn^{2+} (C) в регенерационном растворе от его объема (V)

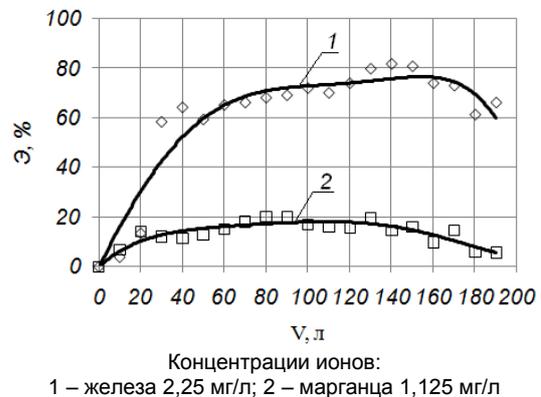


Рисунок 5. Зависимость эффективности очистки (Э) от объема профильтрованного раствора (V) после однократной регенерации «Бентосорба»

Для апробации нового сорбента на реальной артезианской воде были проведены испытания на одной из артезианских скважин г. Барнаула (в р-не п.Новосиликатный). Результаты протокола (таблица 1), предоставленные Центральной Аналитической лабораторией ООО «Барнаульский водоканал», позволяют сделать вывод: новый сорбент снижает концентрации ионов железа Fe^{2+} до предельно-допустимых (с 0,670 до 0,199 мг/л ионов Fe^{2+}).

Таблица 1
Данные исследования артезианской воды из скважины после очистки на «Бентосорбе»

Объем про- фильтрованной воды, л	Определяемые компо- ненты, мг/л	
	ионы Fe ²⁺	ионы Mn ²⁺
исходная вода	0,670	0,248
10	0,299	0,237
20	0,267	0,230
30	0,235	0,222
40	0,234	0,218
50	0,199	0,211

Основываясь на полученных результатах можно судить о перспективности создания технологий водоподготовки и водоочистки с применением фильтровально-сорбционных материалов из модифицированных базальтовых волокон.

К тому же данные материалы могут использоваться в качестве фильтрующих загрузок для очистки воды не только от соединений железа и марганца, но и от многих других веществ, таких как взвешенные минеральные вещества, эмульгированные нефтепродукты, тяжелые металлы и др. Использование таких

материалов способствует сбережению материальных энергетических ресурсов, а значит позволяет сокращать текущие издержки на водоочистные мероприятия и повышать рентабельность продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кормаков В. И., Комарова Л. Ф. Водные ресурсы Алтайского края: качество, использование, охрана. – Барнаул, изд. АлтГТУ, 2007. – 164 с.
2. Николадзе Г. И. // Водоснабжение и санитарная техника: -1998. -№4. -с.2-5
3. Сартакова О.Ю., Горелова О.М. Чистая вода: традиции и новации: Учебное пособие. – Барнаул, 2002.-178с.
4. Lo Howard U., Hung – Yung-Tse. // Int.l. Environ Stud. – 1991. -№3. – P. 65-73.
5. Пат. 2345834 Российская Федерация, МПК⁵¹ B01J20/16, B01D39/06. Способ получения фильтровально-сорбционного материала / Кондратюк Е. В., Комарова Л. Ф., Лебедев И. А, Сомин В. А.; заявл. 23.07.2007; опубл. 10.02.2009.
6. Тимонин А. С. Инженерно – экологический справочник. Т. 2. – Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2003. – 884 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Клейменова М.Н., Лазуткина Ю.С., Комарова Л.Ф., Окунева Е.Н.

Работа посвящена созданию малоотходной ресурсосберегающей технологии в производстве кремнийорганических жидкостей. Определен основной источник образования жидких отходов. Представлены результаты моделирования парожидкостного равновесия в бинарных составляющих водно-толуольно-спиртовой смеси. Проведен термодинамико-топологический анализ и разгонка по истинным температурам кипения, по результатам которых предложены основные принципиальные технологические схемы разделения реакционной смеси рассматриваемого производства.

ВВЕДЕНИЕ

Работа предприятий химической отрасли отличается большим разнообразием выпускаемой продукции и значительной токсичностью компонентов, используемых в основном производственном цикле и получающихся в качестве побочных продуктов реакции. Именно с ними и возникают основные проблемы, связанные с необходимостью их обезвреживания или утилизации, которую в настоящее время осуществляют зачастую

путем термической деструкции образующихся отходов. Это в свою очередь приводит к вторичному загрязнению атмосферного воздуха и потере ценных сырьевых компонентов, которые более целесообразно выделять из реакционных смесей и повторно использовать в производственном цикле.

Целью исследований является разработка малоотходной ресурсосберегающей технологии разделения водно-толуольно-этанольной смеси (ВТЭС) при производстве кремнийорганических жидкостей (КОЖ), кото-