

# ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УМЯГЧЕНИЮ ПРИРОДНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ

Л.В. Куртукова, В.А. Сомин, Л.Ф. Комарова, Е.М. Обухова, Е.В. Удалова

*В работе рассмотрена очистка природных вод от ионов жесткости с помощью новых минеральных материалов на базе выщелоченных базальтовых волокон, модифицированных бентонитовой глиной. Определены статические и динамические параметры очистки вод от ионов кальция и магния.*

*Ключевые слова: природные воды, ионы жесткости, базальтовые волокна*

Совершенствование технологических процессов водоподготовки является одним из приоритетных направлений в области охраны и рационального использования водных ресурсов. Стремительно растущая потребность в воде и ограниченность ее запасов наряду с удорожанием водоподготовки приводят к необходимости создания и внедрения новых технологий обработки воды, которые позволяют быстро, эффективно и экономически выгодно ее очищать.

В Алтайском крае остро стоит проблема обеспечения населения качественной питьевой водой. Для региона отмечается несоответствие состава подземных вод нормативным требованиям по железу, марганцу и общей жесткости, обусловленное природными условиями их формирования [1].

Одним из наиболее важных показателей качества воды является присутствие в ней катионов кальция и магния, определяющих жесткость.

Для главного поверхностного водотока – р.Обь - она колеблется от 1,45 мг-экв/л до 2,9 мг-экв/л в зависимости от сезона. Наибольшее содержание ионов кальция и магния характерно для соленых озер (5-7 г/л). Значение общей жесткости для питьевой воды не должно превышать 7 мг-экв/л [1]. При этом норма «физиологической полноценности», определяется потребностью организма в жизненно важных макро- и микроэлементах, которые должны находиться в питьевой воде в оптимальных количествах. Критерий физиологической полноценности для ионов кальция и магния по рекомендации ВОЗ составляет 1-4 мг-экв/л. Такое содержание обеспечивает нормальное функционирование организма без ущерба здоровью. Для технологических процессов значение общей жесткости может изменяться в широких пределах, что определяется конкретными нормативами. Наиболее жесткие требования к используемой воде предъявляются в теплоэнергетике.

Так, содержание солей кальция и магния в питательной воде, подаваемой в паровые электрические котлы не должно превышать 0,1 мг-экв/л [2].

Наиболее часто используемым методом умягчения является ионный обмен. При пропускании воды через слой ионита протекает процесс обмена катионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  на катионы  $Na^+$ . Однако традиционно применяемые иониты дорогостоящи, а сам процесс ионного обмена имеет жесткие ограничения по содержанию взвешенных веществ, ПАВ и нефтепродуктов [3].

Поэтому актуальным является поиск новых недорогих материалов, которые позволят эффективно извлекать катионы кальция и магния и не требуют тщательной предварительной подготовки воды.

Проведенные ранее исследования по очистке воды от соединений железа, марганца, висмута, свинца на материале, полученном модификацией базальтовых волокон, показали высокую эффективность извлечения данных компонентов [4]. Поэтому нами было решено использовать базальтовые волокна в качестве основы для получения новых сорбентов, используемых при очистке воды от соединений жесткости. На волокно наносилась бентонитовая глина в соотношении глина/волокно 1/5.

Изучение очистки воды от ионов жесткости осуществлялось в статических условиях при постоянной температуре 20°C на модельных растворах с концентрацией ионов металла от 1 до 100 мг/л.

Определение статической емкости материала показало, что по ионам магния и кальция она составляет 1,4 мг/г и 8 мг/г соответственно. Изотермы сорбции приведены на рисунке 1.

Невысокое значение сорбционной емкости может быть обусловлено выщелачиванием оксидов данных металлов из базальтового волокна при его контакте с водой.

Для улучшения сорбционных свойств материала было решено провести предварительное выщелачивание базальтового волокна соляной кислотой. Для этого отмытое от механических включений волокно помещали в концентрированную соляную кислоту на 30 минут при температуре 75°C, периодически перемешивая, после чего волокно выдерживалось в менее концентрированной кислоте 4 часа при тех же условиях. Полученную массу отмывали горячей дистиллированной водой до отрицательной реакции на хлорид-ионы.

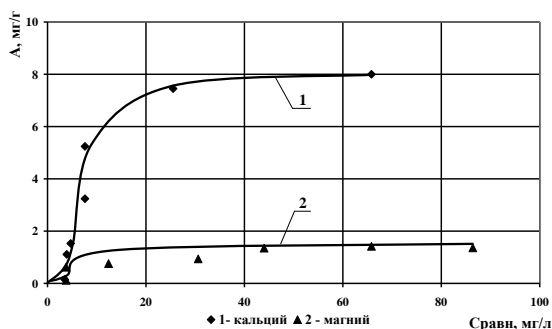


Рисунок 1. Изотермы сорбции ионов кальция и магния на базальтовом волокне, модифицированном бентонитовой глиной в соотношении 1/5

Далее на подготовленную матрицу волокна наносили активированный бентонит в соотношении компонентов 1/5. Для полученного материала были также изучены сорбционные свойства по ионам жесткости. Полученные данные приведены на рисунке 2.

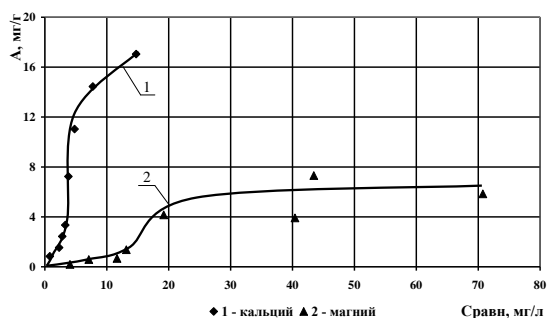


Рисунок 2. Изотермы сорбции ионов кальция и магния на выщелоченном базальтовом волокне, модифицированном бентонитовой глиной в соотношении 1/5

Как видно из данного рисунка, максимальное значение сорбционной емкости возросло и составило для ионов кальция и магния 17 и 7 мг/г соответственно. Однако емкость все равно осталась невысокой.

С целью повышения сорбционной емкости было решено увеличить долю бентонита в составе материала до 1/3. При этом диапазон начальных концентраций был расширен до 400 мг/л.

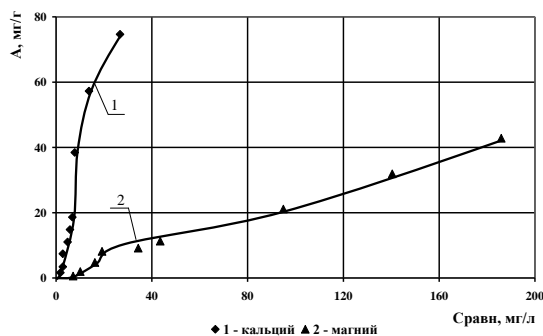


Рисунок 3. Изотермы сорбции ионов кальция и магния на выщелоченном базальтовом волокне, модифицированном бентонитовой глиной в соотношении 1/3

Последний сорбент показал более высокую обменную емкость по сравнению с предыдущими материалами, поэтому в дальнейшем на нем были проведены исследования в динамических условиях. Фильтрация осуществлялась пропусканием модельных растворов с концентрациями ионов жесткости 10, 25 и 50 мг/л через модуль, загруженный сорбентом массой 5 грамм.

Результаты исследований процесса извлечения ионов кальция в динамических условиях из модельных растворов приведены на рисунке 4.

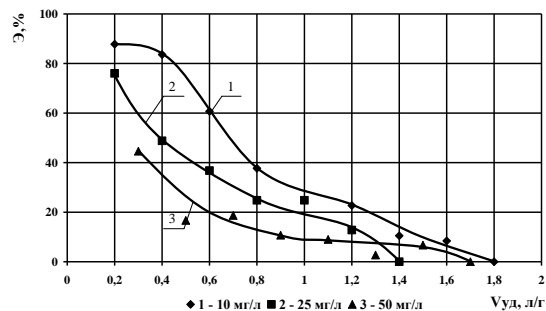


Рисунок 4. Зависимость эффективности извлечения ионов кальция от удельного объема раствора

Как видно из представленного рисунка, ход кривых для различных растворов аналогичен. Максимальный эффект наблюдался для раствора с концентрацией 10 мг/л при пропускании первых порций модельной смеси и составил 87 %.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УМЯГЧЕНИЮ ПРИРОДНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ

Зависимости эффективности извлечения ионов магния от удельного объема пропущенного раствора приведены на рисунке 5

Сорбция магния характеризовалась более продолжительным фильтроциклом по отношению к аналогичному процессу для катионов кальция. При этом максимальный эффект извлечения также достигался для раствора с концентрацией 10 мг/л и составил 68 %. При концентрации 50 мг/л эффект очистки был близок к нулю.

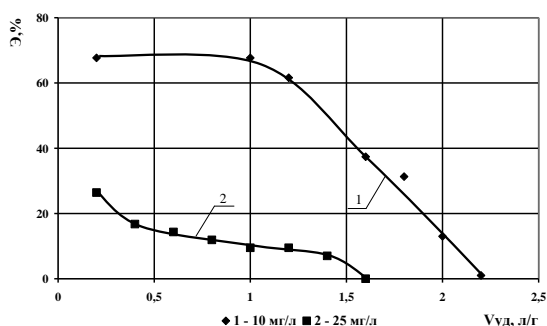


Рисунок 5. Зависимость эффективности извлечения ионов магния от удельного объема раствора

Для восстановления сорбционной способности материала была проведена его регенерация раствором соды концентрацией 100 мг/л. Для регенерированного сорбента изучалась эффективность извлечения ионов магния и кальция в зависимости от удельного объема раствора. Результаты экспериментов представлены на рисунках 6 и 7.

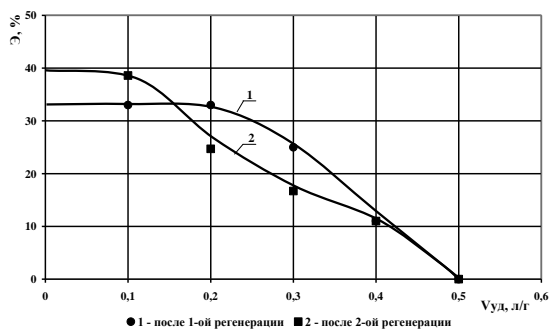


Рисунок 6. Зависимость эффективности извлечения ионов кальция от удельного объема раствора после регенерации

Как видно из рисунка 6, эффективность извлечения ионов кальция при пропускании первых порций модельной смеси после обеих регенераций снизилась до 40 % с уменьшением удельного объема раствора до 0,5 л/г.

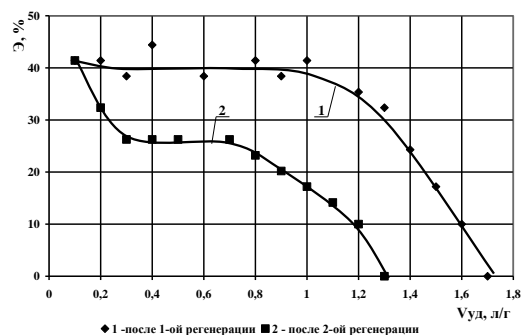


Рисунок 7. Зависимость эффективности извлечения ионов магния от удельного объема раствора после регенерации

Для ионов магния характерно меньшее снижение эффективности и незначительное падение удельного объема пропущенного раствора – до 1,8 л/г после первой регенерации и до 1,3 л/г после второй.

В целом можно отметить, что регенерация материала раствором соды возможна, но для повышения ее эффективности требуется подбор оптимальных параметров.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что материал на основе выщелоченного базальтового волокна и бентонитовой глины может использоваться для умягчения воды.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПин 2.1.4-1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
2. Водоподготовка/ Под ред. Беликова С.Е. - М.: Издательский Дом «Аква-Терм», 2007. – 240 с.
3. СНиП 2.04.02-84\* Водоподготовка. Наружные сети и сооружения
4. Пат. 2345834 Российская Федерация, МПК51 В01J20/16, В01D39/06/ Кондратюк Е.В., Комарова Л.Ф., Лебедев И.А., Сомин В.А.; заявл. 23.07.2007; опубл. 10.02.2009.