

## СОЗДАНИЕ ЭКОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УМЯГЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ТИПОВ МАТЕРИАЛОВ

Л.В. Куртукова, В.А. Сомин, Л.Ф. Комарова

*В работе представлена технология умягчения природных вод от соединений жесткости с применением новых материалов на основе базальтовых волокон, модифицированных бентонитовой глиной. Определены статические и динамические параметры очистки воды от ионов жесткости, исследована возможность регенерации сорбента. В результате очищенная вода удовлетворяет требованиям, предъявляемым к подпиточной воде в теплоэнергетике.*

*Ключевые слова: жесткость, ионный обмен, сорбционные материалы, умягчение воды*

Водные ресурсы Алтайского края представлены поверхностными и подземными водами, неравномерное распределение которых по территории края и их интенсивное использование создают проблемы водообеспечения, что усугубляется загрязнением и нерациональным использованием водных источников. Обеспечение населения Алтайского края и промышленности водой требуемого качества является одной из наиболее острых проблем. Для Алтайского края, исходя из его географического положения и гидрогеологических условий, целесообразно рассматривать в качестве потенциальных источников водоснабжения для городов - преимущественно поверхностные воды, для сельских населенных пунктов - подземные. По данным государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае, ряд районов практически не имеет подземных вод с оптимальным солевым составом, отмечается повышенное содержание по сухому остатку (1100-1800 мг/л), хлоридам (300-400 мг/л), сульфатам (400-700 мг/л), общей жесткости (9-15 мг-экв/л). Это обусловлено, в том числе, их принадлежностью к провинции содового засоления (рисунок 1), что является одной из причин высокой заболеваемости жителей этих районов мочекаменной, желчекаменной болезнью [1].

Для технологических процессов значение общей жесткости может изменяться в широких пределах, что определяется требованиями к различным технологическим процессам. Наиболее жесткие требования к используемой воде предъявляются в теплоэнергетике. Так, содержание солей кальция и магния в воде, подаваемой в барабанные

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3/1 2012

котлы, не должно превышать 0,005 мг-экв/л.

Решением проблемы обеспечения населения и промышленности Алтайского края водой надлежащего качества является совершенствование технологий водоподготовки с использованием современных материалов. Большинство применяемых в настоящее время сорбентов и ионитов обладают высокой эффективностью удаления соединений жесткости, однако имеют ряд недостатков: высокая стоимость, необходимость тщательной предварительной подготовки воды и трудность утилизации регенерационных растворов.



повышенное содержание солей жесткости  
нормальное содержание солей жесткости

Рисунок 1 - Районы Алтайского края с повышенным содержанием солей жесткости в подземных водах

Перспективным направлением водоподготовки является создание новых материалов, способных обеспечивать требуемое ка-

чество воды и минимизацию затрат на их производство и очистку. При этом необходимо учитывать основные принципы модификации - малостадийность производства, доступность источников сырья и материалов, экологическую чистоту производства.

В настоящее время в целях водоочистки используются многие природные минералы, обладающие сорбционно-ионообменными свойствами: глаукониты, цеолиты, вермикулиты, бентониты. Последние являются достаточно распространенными, недорогими, и поэтому их использование экономически целесообразно. В связи с этим получение сорбционных материалов на основе бентонитовой глины для очистки природных вод от ионов жесткости и изучение их свойств представляет большой интерес.

Согласно литературным данным, бентонитовые глины целесообразнее использовать после предварительной активации, в ходе которой происходит замена в их глинистой составляющей двухвалентных ионов кальция и магния на одновалентный ион щелочного металла, чаще всего натрия. В этом случае в качестве активаторов используют хлорид и карбонат натрия. Как показали результаты ранее проведенных исследований, активация бентонита по содовому типу с целью умягчения природных вод наиболее эффективна в данных условиях для всех видов бентонитов [2]. Нами в качестве объекта исследования были выбраны бентониты Милосского месторождения (Греция).

Предварительно были изучены сорбционные свойства бентонитовой глины в статических условиях. Для этого были приготовлены модельные растворы с содержанием ионов жесткости от 0,5 мг-экв/л до 40 мг-экв/л. В каждую колбу с раствором добавлялось по 1 г изучаемой бентонитовой глины. Содержимое колб непрерывно перемешивалось в течение нескольких часов, после чего производилось отстаивание суспензии и последующий анализ осветленного раствора на ионы жесткости, который осуществлялся титриметрическим методом с трилоном Б [3].

На рисунке 2 приведены зависимости сорбционной емкости  $A$  от равновесной концентрации  $C$  ионов жесткости в растворе.

Как видно из представленного рисунка, активация позволяет значительно повысить сорбционную емкость исследуемой бентонитовой глины по ионам жесткости (с 0,6 мг-экв/г до 1,9 мг-экв/г).

Однако использование бентонитов в динамических условиях затруднительно, по-

скольку в воде он образует трудноосаждаемую суспензию и уносится с потоком фильтрата. Для предотвращения этого процесса было выбрано два направления: нанесение бентонита на предварительно подготовленный каркас и закрепление глины с применением связующего. В качестве каркаса использовали выщелоченное базальтовое волокно. Ранее проведенные исследования показали, что обработанное кислотой базальтовое волокно обладает развитой поверхностью и может быть использовано в качестве каркаса для нанесения бентонитовой глины [4]. Высушенный и измельченный бентонит наносили на волокно в соотношении 1 к 3. Затем полученный сорбент обрабатывали термически.

Зависимости обменной емкости исследованных материалов от равновесной концентрации в растворе приведены на рисунке 3.

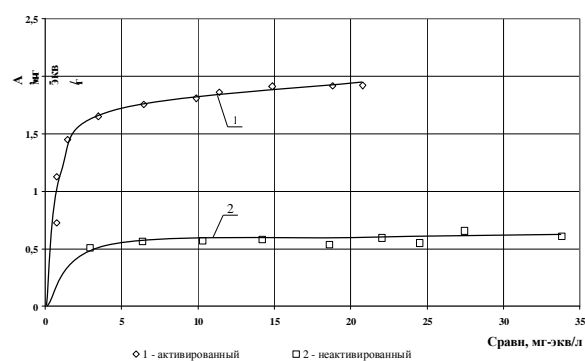


Рисунок 2 - Изотермы сорбции ионов жесткости для бентонита до и после активации

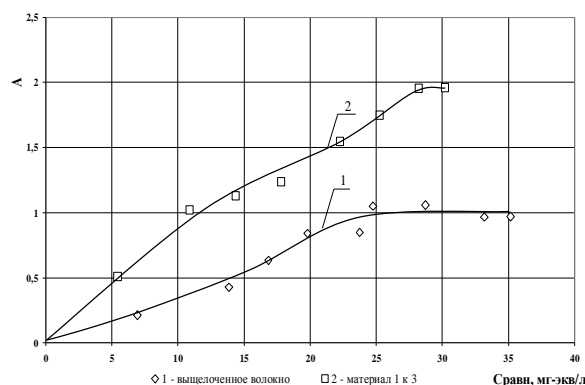


Рисунок 3 - Изотермы сорбции ионов жесткости на выщелоченном базальтовом волокне и материале на его основе

Как видно из представленного рисунка, при нанесении на поверхность волокна бентонитовой глины, происходит увеличение

## СОЗДАНИЕ ЭКОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УМЯГЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ТИПОВ МАТЕРИАЛОВ

сорбционной емкости с 1 мг-экв/г до 1,9 мг-экв/г.

Следующим этапом исследований было определение свойств сорбента, полученного при закреплении бентонита с помощью связующего, в качестве которого использовался парафин. При этом варьировали соотношение компонентов парафин:бентонит от 1:10 до 2:5. Для всех материалов были изучены сорбционные характеристики по ионам жесткости в статических условиях, при этом наибольшей емкостью обладает материал с соотношением компонентов 1:5. Для сравнения была определена статическая сорбционная способность широко применяемой для водоподготовки ионообменной смолы «Леватит». Результаты эксперимента представлены на рисунке 4.

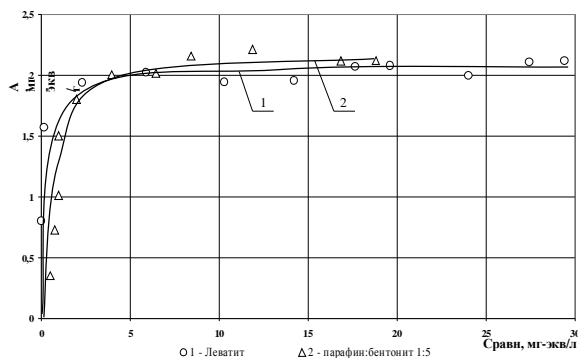


Рисунок 4 - Изотермы сорбции ионов жесткости на различных материалах

Сравнительный анализ обменной емкости полученного материала с современным катионитом «Леватит» показал, что их сорбционные свойства сопоставимы в данных условиях.

Таким образом, получены новые сорбционные материалы, которые могут быть

эффективно использованы для удаления соединений жесткости.

Проведенные исследования показали возможность эффективного применения в целях водоподготовки сорбентов на основе бентонитовых глин, предварительно модифицированных минеральными базальтовыми волокнами и парафином.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2010 году». Барнаул, 2011. 175 с.
2. Куртукова, Л.В. Исследования по очистке воды от солей жесткости с использованием новых минеральных сорбентов/ Л.В. Куртукова, В.А. Сомин, Л.Ф. Комарова, А.А. Боценко// Ползуновский вестник № 4-2, 2011
3. РД 52-24.395-2007 Жесткость воды. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с трилоном Б.
4. Куртукова, Л.В. 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// Ползуновский вестник, №3, 2010. - с. 281-283.

**Куртукова Л.В.**, аспирант кафедры "Химическая техника и инженерная экология"  
**Сомин В.А.**, к.т.н., доц., зам. заведующего кафедрой "Химическая техника и инженерная экология"  
**Комарова Л.Ф.**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой "Химическая техника и инженерная экология"  
e-mail: [htie@mail.ru](mailto:htie@mail.ru),  
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,  
656038, Барнаул, просп. Ленина, 46,  
тел. (83852) 245519.