

# ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТА МИЛОССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И МАТЕРИАЛА НА ЕГО ОСНОВЕ

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

*Изучены сорбционные характеристики различных слоев активированного бентонита Милосского месторождения относительно солей жесткости. Предложен композиционный сорбционный материал, изучены параметры его работы в динамических условиях.*

*Ключевые слова: водоподготовка, умягчение, бентонитовые глины*

## ВВЕДЕНИЕ

Организация водного режима на предприятиях теплоэнергетики является одним из определяющих факторов ее надежной работы. Для подпитки котлов часто используется вода из артезианских скважин. Особое внимание уделяется показателю общей жесткости, значение которого в питательной воде не должно превышать 0,02 мг-экв/л [1].

Для очистки воды все чаще используются сорбенты естественного происхождения – глинистые породы, цеолиты, глаукониты. Их применение обусловлено достаточно высокой сорбционной емкостью, ионообменными свойствами, доступностью и низкой стоимостью. Наиболее часто в качестве сорбентов выступают глинистые минералы, к которым относятся бентонитовые глины.

Бентониты входят в группу слоистоленточных алюмосиликатов с расширяющейся структурой, обуславливающей их высокую сорбционную емкость и способность к набуханию. К истинным бентонитам относится монтмориллонитовая глина с содержанием основного компонента - монтмориллонита - более 70 %. Все глины, в которых содержание основного компонента меньше или вместо монтмориллонита присутствует какой-либо другой минерал из группы смектитов, следует относить к бентонитоподобным глинам или "бентоноидам". По наличию главного обменного катиона бентониты делятся на щелочные (натриевые) и кальциевые. Кроме  $\text{Ca}^{2+}$  в монтмориллоните в значительном количестве может присутствовать  $\text{Mg}^{2+}$ , в некоторых бентонитах он занимает преобладающее положение. Наиболее часто встречаются кальциево-магнезиальные (щелочноземельные) разновидности глин, которые характеризуются более низким качеством, однако их можно перевести в разряд щелочных путем обработки растворами натриевых солей. Такие бентониты называются активированными,

а процесс ионообменного замещения – активацией [2].

В России отсутствуют месторождения высококачественных щелочных бентонитов и она вынуждена ввозить сырье и бентопродукты из республик Закавказья, Украины, Греции, Индии. В настоящее время в нашей стране добываются только щелочно-земельные бентонитоподобные глины и в небольшом количестве щелочно-щелочноземельные бентониты. В частности, запасы последних находятся в республике Хакасия (месторождение Десятый Хутор), где в последние годы существенно возросла их добыча за счет внедрения современных технологий модификации сырья [3].

В работе [4] представлены данные по изучению сорбционной способности бентонитовых глин ряда месторождений относительно солей жесткости. Исследования проводились на бентонитах Таганского, Милосского и Хакасского (2 типов) месторождений (рисунок 1).

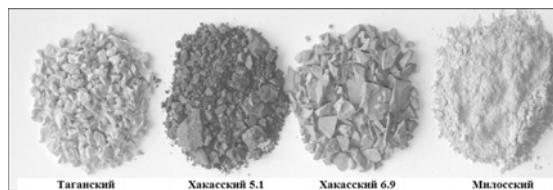


Рисунок 1 – Образцы бентонитов различных месторождений.

Все образцы были подвергнуты кислотной, солевой и содовой активации. В результате было установлено, что для всех образцов глин наблюдается увеличение сорбционной обменной емкости в ряду кислотная-солевая-содовая активация. Отмечено, что содовая активация увеличивает максимальное значение сорбционной обменной емкости практически в 3 раза по сравнению с нативной (в естественном состоянии) глиной. Максимальное значение обменной емкости отмечено для Милосского бентонита содовой активации. Дальнейшие исследования по полу-

## ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТА МИЛОССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И МАТЕРИАЛА НА ЕГО ОСНОВЕ

чению новых сорбентов проводились с данным образцом.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

При активации бентонита отмечено, что водная суспензия расслаивается на верхний взвешенный слой и более плотный нижний. Известно, что более легкая фракция характеризуется повышенным содержанием монтмориллонита, поэтому представляет интерес сравнение сорбционных свойств различных слоев активированной глины. Для этого слои были промыты и высушены, после чего была определена сорбционная емкость каждого образца в статических условиях.

На рисунке 2 представлены результаты изучения статической емкости образцов верхнего и нижнего слоев Милоцкого бентонита содовой активации.

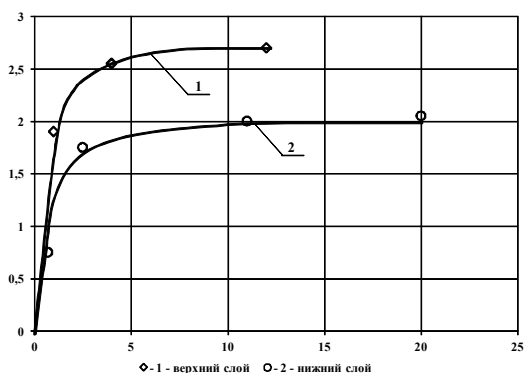


Рисунок 2 – Изотермы сорбции солей жесткости на различных слоях Милоцкого бентонита.

Из рисунка 2 видно, что верхний слой обладает большей сорбционной емкостью по солям жесткости (2,75 мг-экв/г) по сравнению с нижним (2,05 мг-экв/г). Таким образом, предпочтительным является использование верхнего слоя активированного бентонита.

Дальнейшие исследования были направлены на получение сорбционного материала, способного эффективно работать в динамических условиях, поскольку бентониты при контакте с водой, как указывалось выше, набухают и фильтрование через такую загрузку затруднительно. Решением данной проблемы может быть нанесение бентонитов на подготовленную поверхность. Авторами [5-7] предложено в качестве каркаса использовать древесные опилки, необработанное и выщелоченное базальтовое волокно.

В данной работе рассмотрена возможность применения пенополиуретана в качестве матрицы для нанесения активированного

бентонита. Зависимости эффективности извлечения соединений жесткости от удельного объема пропущенного раствора и восстановления сорбционных свойств исследуемого материала в процессе регенераций представлены на рисунке 3. Исследования проводились на модельном растворе с концентрацией солей жесткости 10 мг-экв/л.

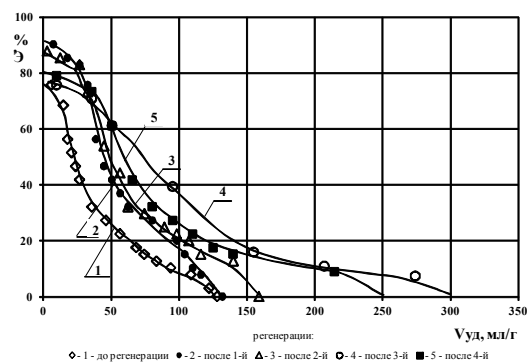


Рисунок 3 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов жесткости от удельного объема пропускаемого модельного раствора ( $V_{уд}$ ).

Проведенные исследования по регенерации материала раствором карбоната натрия показали высокую эффективность восстановления его сорбционных свойств. Увеличение удельного объема пропущенного раствора при проведении трех последовательных регенераций можно объяснить дополнительной активацией бентонита в ходе обработки раствором карбоната натрия. При проведении четвертого цикла восстановления сорбционных свойств увеличение объема пропущенного раствора не отмечено.

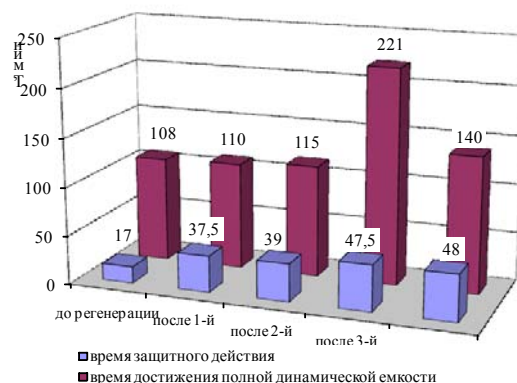


Рисунок 4 – Временные характеристики работы фильтра.

На рисунке 4 представлены временные характеристики работы фильтра при использовании загрузки из нового материала. Как видно, при проведении регенераций отмеча-

ется увеличение времени защитного действия, наиболее заметное после проведения первой регенерации, в дальнейшем оно изменяется незначительно. Время достижения полной динамической емкости увеличивается после проведения двух циклов восстановления сорбционных свойств, существенный рост отмечается после проведения третьей регенерации, что также может быть объяснено дополнительной активацией материала. Четвертая регенерация приводит к снижению времени достижения полной динамической емкости.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлено, что при активации бентонита целесообразно использовать верхний слой, характеризующийся более высокой (на 25 % по отношению к нижнему слою) сорбционной способностью.

2. Получены зависимости эффективности умягчения воды при использовании материала на основе активированного бентонита и пенополиуретана.

3. Определены временные характеристики работы фильтра с загрузкой из полученного сорбента.

Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельно-

сти Минобрнауки РФ на 2014-2016 гг. (№ проекта 773).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 20995-75 Котлы паровые стационарные давлением до 3,9 МПа. Показатели качества питательной воды и пара.
2. Дриц, В.А. Глинистые минералы, смектиты, смешанослойные образования / В.А. Дриц, А.Г. Коссовская. – М.: Наука, 1990. – 214 с.
3. Шевелев А.И. Нерудное металлургическое сырье России / А.И. Шевелев, А.А. Сабитов, В.А. Тимесков, В.С. Тохтасьев, А.В. Коплус // Разведка и охрана недр, №9, 2005. – С. 15-19.
4. Куртукова, Л.В. Умягчение подземных вод Алтайского края сорбционным и обратноосмотическими методами: автореф. дисс. канд. техн. наук / Куртукова Любовь Владимировна – Барнаул, 2013. – 16 с.
5. Сомин В.А. Способ получения сорбционного материала / В.А. Сомин, А.А. Фогель, Л.Ф. Комарова // Патент на изобретение РФ №2460580, 2012.
6. Кондратюк Е.В. Способ получения фильтровально-сорбционного материала /Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова, И.А. Лебедев, В.А. Сомин // Патент на изобретение РФ № 2345834, 2009.
7. Куртукова Л.В. Исследования по удалению из воды солей жесткости с применением сорбентов на основе минеральных волокон и бентонитовых глин // Л.В. Куртукова, В.А. Сомин, Л.Ф. Комарова // Успехи современного естествознания, №12, 2011. – С. 29-31.