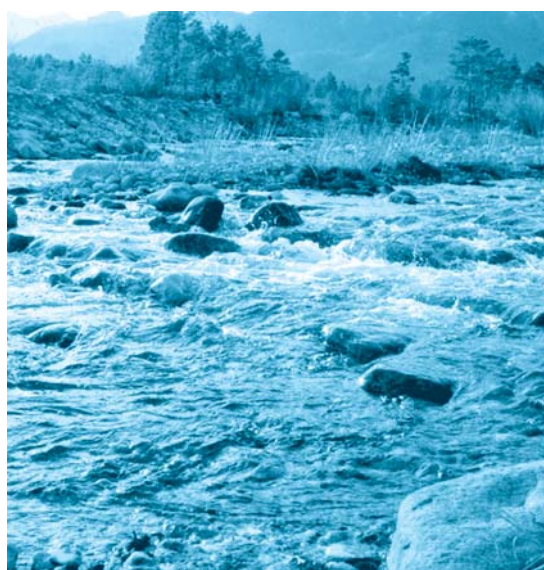


МОНИТОРИНГ и физико-химические ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Представлены результаты физико-химических исследований подземных и поверхностных источников питьевых вод населенных пунктов Республики Таджикистан и возможности применения активированных бентонитовых глин и метода электроосаждения для обработки воды. Методами рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии установлено, что предварительная обработка природных бентонитовых глин открывает широкую возможность по их применению для очистки питьевых вод. Представлены результаты бактериологических исследований питьевой воды источника «Гелот» и показана важная роль метода электроосаждения в значительном уменьшении содержания кишечной палочки (*E. coli*) в воде.



Введение

В Таджикистане 51,7 % населения использует для хозяйственно-питьевых целей водопроводную воду и 48,3 % – воду непосредственно из рек, каналов, арыков, колодцев и других источников. В сельской местности, где проживает около 73 % населения республики централизованное водоснабжение развито крайне слабо [1]. В последние годы наблюдается тенденция загрязнения подземных вод различными загрязнителями, поступающими с поверхностными водами из орошаемых сельскохозяйственных земель и при проливных дождях. Для достижения высоких урожаев многие фермеры вносят в сельскохозяйственные земли ненормированное количество пестицидов и минеральных удобрений. В период вегетации они смываются с полей и попадают в водные артерии, которые явля-

М.О. Холмирзоева*,
научный сотрудник,
Институт водных
проблем,
гидроэнергетики
и экологии Академии
наук Республики
Таджикистан

А.С. Раджабова,
научный сотрудник,
Институт водных
проблем,
гидроэнергетики
и экологии Академии
наук Республики
Таджикистан

ются источниками массового водоснабжения. Не исключено образование мутагенных загрязнителей и их распространение водным путем. Постоянный мониторинг состояния поверхностных и подземных источников водоснабжения является одной из актуальных задач, требующей неотлагательных решений.

Обнаружение и своевременное предотвращение опасных для жизни химических и бактериологических загрязнителей стимулируют поиск и создание современных методов обработки вод. Разработка прогрессивных методов очистки питьевых и сточных вод с использованием природных абсорбентов страны и внедрение их в общую технологическую линию очистных сооружений является требованием времени.

* Адрес для корреспонденции: inomnor@gmail.com

Республика Таджикистан представляет собой горную страну и занимает площадь 143 тыс. км². В пределах Таджикистана находятся высочайшие горные хребты Памира и Северного и Южного Тянь-Шаня с максимальными высотами 5000–6000 м. Между хребтами располагаются обширные горные впадины, занятые долинами самых крупных рек Средней Азии – р. Амударья и р. Сырдарья с многочисленными притоками.

Территория Таджикистана является частью Тянь-Шань–Джунгарско–Памирской гидрогеологической складчатой области с системой межгорных артезианских бассейнов [2]. Отдельные части территории Таджикистана принадлежат к системе:

- ♦ гидрогеологических складчатых зон, межгорных и предгорных артезианских бассейнов Западного Тянь-Шаня, включая а) гидрогеологические массивы и малые артезианские бассейны Северо-Таджикского и Центрально-Таджикского регионов; б) сложные межгорные артезианские бассейны Северо-Восточных и Юго-Западных регионов.

- ♦ гидрогеологических складчатых зон, предгорных и межгорных артезианских бассейнов Памира и Дарваза.

- ♦ бассейнов трещинных вод – гидрогеологический регион Петро-Заалайского района.

По условиям залегания на территории Таджикистана воды отнесены к пластовым и трещинным типам.

Для Таджикистана принята следующая классификация вод по минерализации (г/дм³):

- ♦ очень пресные воды – менее 0,1;
- ♦ пресные – 0,1–1,0;
- ♦ соленые – 1,0–35,0;
- ♦ рассолы – более 35.

С.А. Буранова,
старший научный
сотрудник,
Институт химии
им.В.И. Никитина
Академии наук
Республики
Таджикистан

И.Ш. Норматов,
член-корреспондент
Академии наук
Республики
Таджикистан, доктор
химических наук,
профессор, Институт
водных проблем,
гидроэнергетики
и экологии Академии
наук Республики
Таджикистан

По химическому составу воды Таджикистана очень пестрые, но основными типами являются:

- ♦ карбонатные (гидрокарбонатные, кальциевые, натриевые);
- ♦ сульфатные и хлоридные (хлоридные, кальциевые).

Материалы и методы исследования

Настоящая работа посвящена мониторингу качества подземных и поверхностных вод источников водоснабжения населения питьевой водой. Для выбора поверхностных и подземных источников питьевой воды как объектов для исследований руководствовались следующими критериями:

- ♦ количество жителей, использующих воды источника;
- ♦ месторасположение источника (в сельской и городской местности) и близость источников в сельской местности к орошаемым землям.

С учетом первой критерии и учитывая важность источника в обеспечении жителей населенного пункта г. Куляба Хатлонской области Таджикистана проводился комплекс физико-химических исследований источника подземных вод на населенном пункте Гелот. Для разработки адекватных методов обработки воды важным является наличие информации о составе солей и их содержании в исследуемой воде. Наиболее информативным методом является (наряду с химическим методом анализа) рентгенофазовый анализ твердых осадков, формирующихся после упаривания определенного количества исследуемых вод.





Таблица 1

Химический и минералогический состав бентонитов Шаршарского месторождения

Химический состав, % масс						
Si	Ti	Al	Fe	Mg	Ca	Na
28,33	2,425	7,85	2,92	1,05	0,02	0,15
К	Р	H ₂ O	CO ₂	SO ₂	ППП (Прочие подобные продукты)	
1,87	0,020	5,78	36,50	0,18	12,45	
Минералогический состав, % масс						
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO
60,8	0,71	13,90	4,12	0,29	–	2,33
CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	ППП	
0,88	0,81	2,26	5,78	0,06	12,45	

Примечание: «–» – нет данных

Ранее [3] было установлено большое значение адсорбционных свойств бентонитовых глин (БГ) и их перспективность в очистке питьевых и сточных вод. БГ Шаршарского месторождения Республики Таджикистан, химический и минералогический состав которых представлены в табл. 1, были использованы нами для обработки питьевых подземных вод «Гелот».

Из табл. 1 видно, что содержание Al₂O₃ в БГ является незначительным, однако наличие оксидов железа в составе бентонита дает основание утверждать, что при кислотном разложении не исключена возможность получения смешанного алюминиожеlezосодержащего коагулянта и высокоэффективных сорбентов. Для активации БГ применялись методы сернокислотного разложения и термическая обработка, которая проводилась в реакторе с мешалкой в интервале температур 17-90 °С. Было установлено, что увеличение температуры обработки способствует резкому возрастанию степени извлечения Al₂O₃ и Fe₂O₃ из состава бентонитов, а при температуре 90 °С достигается почти полная степень их извлечения. Обнаружена тесная взаимосвязь степени извлечения Al₂O₃ и Fe₂O₃ от продолжительности обработки. Например, при изме-

Ключевые слова:

минерализация, бентонитовые глины, электроосаждение, подземные воды, E. coli

нении длительности процесса от 5 до 45 мин степень извлечения Al₂O₃ и Fe₂O₃ возрастает до 87,5 %.

Следует отметить, что для извлечения компонентов важную роль играет концентрация и дозировка кислоты. При низкой концентрации и дозировке кислоты степень извлечения компонентов низкая, она возрастает с увеличением концентрации и дозировки. Это объясняется тем, что при низких концентрациях и дозировке кислоты не полностью растворяются и смачиваются полезные компоненты.

Для изучения состава и свойств БГ и физико-химических превращений при кислотной обработке были проведены рентгенофазовый анализ на дифрактометре «ДРОН-1,5» с применением CuKα-излучения и ИК-спектроскопические исследования на спектрофотометре «М-80» в области 200-4000 см⁻¹. Рентгенофазовый анализ показал, что бентонит содержит монтмориллонит Al₂[OH]₂(Si₄O₁₀)_m·H₂O, α, γ-Al₂O₃, кварц (SiO₂) и гематит (Fe₂O₃). С применением ИК-спектроскопических исследований установлено, что кислотная обработка приводит к значительному возрастанию адсорбционной емкости и полному удалению карбонатной фазы из состава глин.

Таблица 2

Основные характеристики бентонитовой глины

Плотность (d), г/см ³	Пористость (P), %	Удельная поверхность (S), см ² /г	Суммарный объем пор (V), см ³ /г	Статическая емкость (A), см ³ /г
2,24-2,28	22-25	0,801-0,823	0,11-0,13	0,070-0,076

Результаты и их обсуждение

Этот раздел (его начало) содержит материал, который следует перенести в Материалы и методы, и наоборот. В Материалах и методах дан материал, который может быть перенесен в Результаты. Исследования адсорбционных свойств БГ проводились при умягчении подземных вод различной жесткости из южных районов республиканского подчинения Таджикистана (табл. 2). Активацию БГ проводили солянокислотным методом. Для этого БГ фракцией 0,5 мм в количестве 50 г загружали в емкость с 20 %-ым раствором HCl и выдерживали в течение 6 ч. при непрерывном перемешивании. После промывки глины дистиллированной водой до нейтральной реакции и сушки при комнатной температуре она загружалась в емкость с водой определенной жесткости. При сравнении данных, представленных в табл. 2 видно, что при солянокислотной обработке существенно возрастает адсорбционная емкость и способность БГ к умягчению природных вод.

На рис. 1 представлены ИК-спектры поглощения БГ до и после активации. На спектрах поглощения исходного бентонита наблюдаются интенсивные полосы поглощения при 1410 и 880 см⁻¹ (валентные и деформационные колебания CaCO₃), которые не проявляются в случае активированных бентонитовых глин. Полученные результаты свидетельствуют о том, что кислотная обработка приводит к полному удалению карбоната кальция из состава БГ. Наблюдаемые изменения в составе активированной БГ отражаются и на ее адсорбционных свойствах, заключающихся в увеличении удельной поверхности и статической емкости почти на 25 % и 35 %, соответственно (табл. 2).

Результаты химического анализа вод из источника «Гелот» представлены на рис. 2, которые свидетельствуют о том, что содержание большинства компонентов намного превышает установленные для питьевой воды предельно-допустимые концентрации (ПДК). Из рис. 2 также видно, что применение активированной БГ для обработки вод вносит существенный вклад в их очистку от химических компонентов.

Проведен комплекс исследований по применению метода электроосаждения для бакте-

Рис. 2. Результаты физико-химических анализов питьевой воды «Гелот» до и после активации бентонитом. →

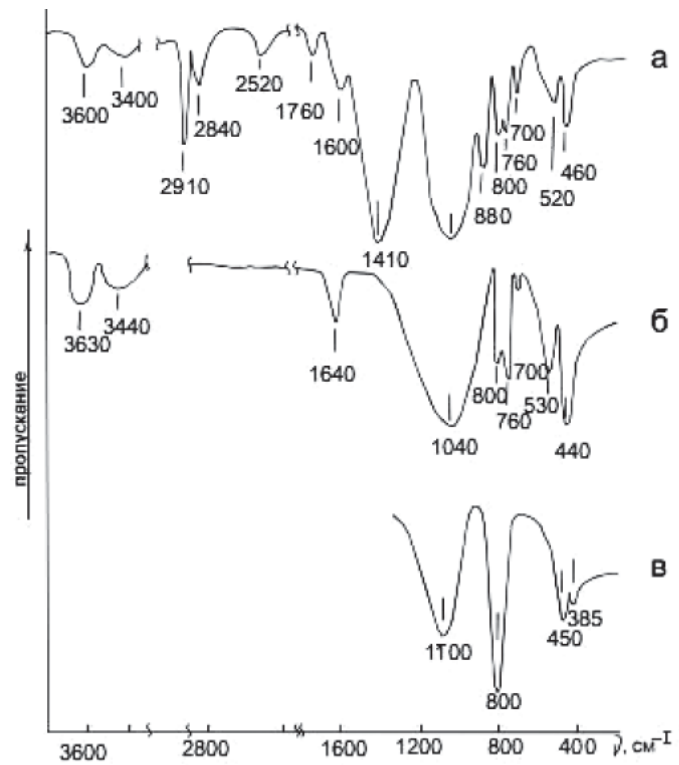
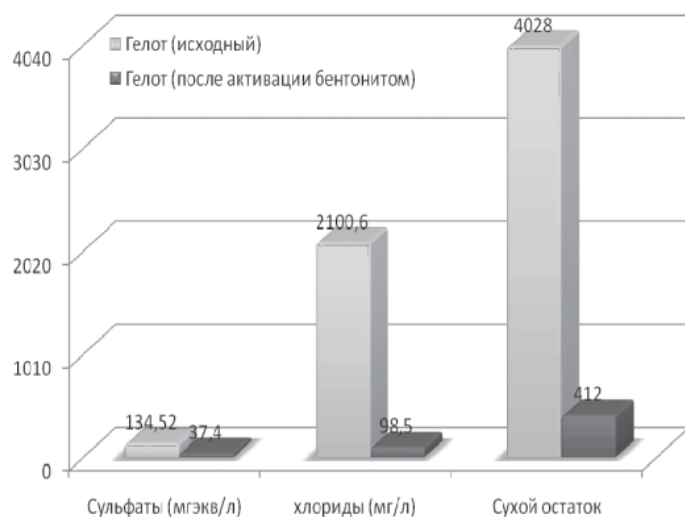
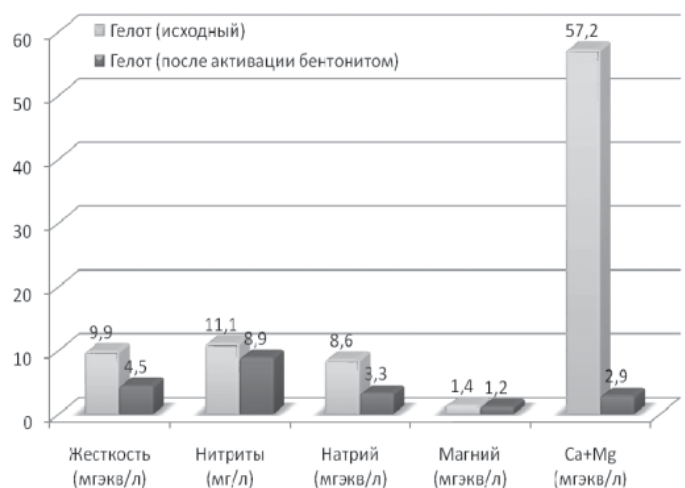


Рис. 1. ИК-спектры поглощения бентонитовой глины: исходной (а); активированной в течение 4 ч (б) и 6 ч (в).



риологической обработки и очистки подземных вод «Гелот», результаты которых представлены на *рис. 3* и *рис. 4*, соответственно.

Заключение

Мониторингом поверхностных и подземных питьевых вод районов Хатлонской области Республики Таджикистан и г. Душанбе установлено, что химический состав вод и степень их загрязненности изменяется в широких пределах и для обработки каждой из них требуется индивидуальное техническое решение. Установлена высокая эффективность активированных БГ и метода электроосаждения для обработки питьевых вод и уменьшения содержания химических компонентов в составе воды.

Литература

1. Национальная программа «Чистая вода и санитария», ТФ ИК МФСА, 2001.
2. Подземные воды Республики Таджикистан. Душанбе, 2005. 32 с.
3. Холмирзоева М.О. Комплексное исследование химического состава подземных источников питьевой воды «Тебалай» и «Момирак» Кулябского региона / М.О. Холмирзоева, А.Ш. Ахмадов, Ф.И. Шаймурадов // Докл. АН Р. Таджикистан. 2009. Т. 52. № 5. С. 382-385.

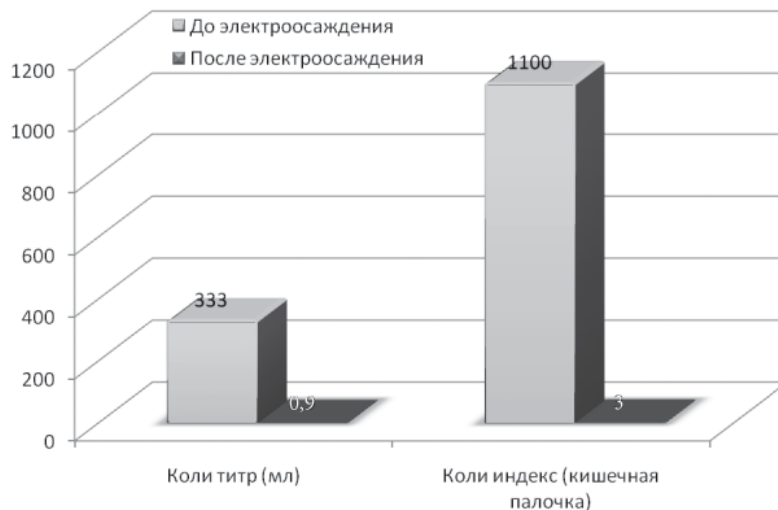


Рис. 3. Результаты бактериологического анализа питьевой воды «Гелот».

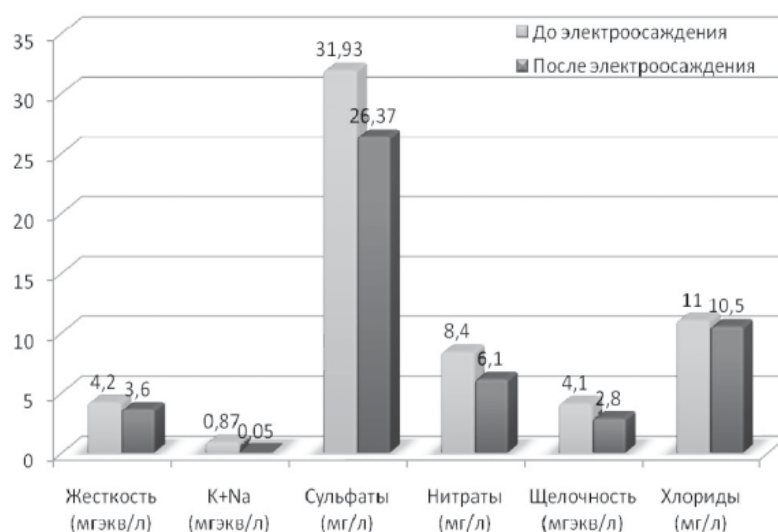


Рис. 4. Результаты применения электроосаждения для очистки вод «Гелот».

M.O. Holmirzoeva, A.S. Radjabov, S.A. Buranova, I.S. Normatov

MONITORING AND PHYSICAL-CHEMICAL STUDIES OF GROUND AND SURFACE WATER SOURCES OF REPUBLIC OF TAJIKISTAN

The results of physico-chemical studies of surface and underground sources of drinking water settlements of the Republic of Tajikistan and the possibility of using activated bentonite clays and electro deposition method for water treatment have been presented.

On the basis of X-ray diffraction and infrared spectra it was found that pretreatment of natural bentonite clay offers an opportunity to use them for drinking water purification. The results of bacteriological examinations of water source "Gelot" show the

important role of the electro deposition method, and a significant decrease of Escherichia coli (E. coli) in water.

Key words: salinity, bentonite clay, electro deposition, groundwater, E. coli