



## ХИМИЯ

УДК 613.31.543.3(048.8)

### О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ГЛИНЫ И ШУНГИТА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

**Л.Ф. Голдовская-Перистая**  
**В.А. Перистый**  
**А.В. Канищева**  
**С.В. Королькова**

*Белгородский государственный университет*

*Россия, 308015 г. Белгород, ул. Победы 85*

*E-mail: peristaya@bsu.edu.ru*

Исследована возможность использования глины месторождения Поляна Шебекинского района Белгородской области и шунгита Зажогинского месторождения в Карелии для устранения повышенной жесткости питьевой воды. Установлено, что обогащенная глина указанного месторождения позволяет снижать жесткость воды до необходимых нормативов в основном за счет уменьшения концентрации ионов кальция. Показана нецелесообразность использования шунгита для этих целей.

Ключевые слова: питьевая вода, глина, шунгит, жесткость воды, кальций, магний.

#### Введение

Вода, используемая для питьевых целей, в каждом регионе мира имеет свои химические особенности, обусловленные природными факторами данной географической зоны, так называемыми геохимическими аномалиями – избытком или недостатком того или иного химического элемента в воде и почве [1].

Для Центрального региона одной из таких особенностей химического состава природной воды, используемой для питьевых целей, является повышенная общая жесткость (рис. 1) [2].



Рис. 1. Карта жесткости водопроводной воды в городах России. Условные обозначения: x – вода средней жесткости; • – жесткая; ▲ – очень жесткая



Анализ карты жесткости водопроводной воды в городах России, представленной на рис. 1, показывает, что к регионам с повышенной жесткостью воды относятся преимущественно области Центрального региона, северокавказские республики, Южный Урал, Новосибирская область и Алтайский край. Более мягкой является вода в Красноярском крае, Иркутской области, в республике Саха (Якутия) и некоторых областях Восточной Сибири [2].

Исследования, проведенные нами ранее, показали, что жесткость воды централизованных систем питьевого водоснабжения (ЦСПВ) в подавляющем большинстве районов Белгородской области превышает санитарно-гигиенический норматив 7 ммоль/л и варьирует в интервале 5.8–11.4 ммоль/л [3, 4]. По этому показателю белгородская водопроводная вода относится к группе жестких вод, для которых интервал жесткости по существующей классификации составляет 5.4–10.7 ммоль/л [5]. А в трех районах области вода является очень жесткой (более 10.7 ммоль/л).

Жесткость белгородских вод в основном обусловлена присутствием ионов кальция, содержание которых составляет от 104 до 174 мг/л. Концентрация же ионов магния значительно меньше и составляет 7–58 мг/л [3, 4].

Систематическое употребление питьевой воды повышенной жесткости является одним из факторов, способствующих развитию таких патологических изменений в организме человека как мочекаменная болезнь, склероз, гипертоническая болезнь и др. [6].

Из вышесказанного следует, что поиск методов устранения повышенной жесткости питьевой воды является весьма актуальной задачей.

Общезвестным является применение ионообменных сорбентов – катионитов для уменьшения жесткости воды. Этот принцип положен в основу использования некоторых бытовых фильтров, например фильтра Аквафор В100-5.

Глина – сорбент, хорошо зарекомендовавший себя в очистке воды от таких поллютантов, как ионы тяжелых металлов, нефтепродукты, патогенные бактерии, вирусы и др. [7]. Однако в опубликованной литературе нами не обнаружено сведений об использовании глины для уменьшения жесткости воды, равно как и о применении шунгита для этих целей. Шунгит – горная порода, представляющая собой необычный по структуре природный композит, – равномерное распределение высокодисперсных кристаллических силикатных частиц в аморфной углеродной матрице. Шунгит предлагается для обеззараживания воды, очистки ее от примесей тяжелых металлов, хлорорганических соединений, аммиака и нитратов [8].

Целью данной работы явилось исследование возможности использования природных материалов глины и шунгита в доочистке водопроводной воды для устранения ее повышенной жесткости.

### **Материалы и методы исследования**

Для сорбционной очистки воды от солей жесткости использовали обогащенную глину месторождения Поляна Шебекинского района Белгородской области и природный шунгит Зажогинского месторождения в Карелии.

Обогащение природных глин проводят с целью получения концентрата, т. е. продукта, качество которого выше исходного сырья. Основным сорбционно-активным минералом глин Белгородской области является монтмориллонит.

Обогащение природной глины производили следующим методом. Исследуемые глины сушили в сушильном шкафу при 105°C. Затем измельчали в фарфоровой ступке. Измельченные глины в количестве 100 г помещали в два цилиндра и доливали дистиллированную воду так, чтобы объем суспензии был равен одному литру, и выдерживали 24 часа. Затем суспензии в двух цилиндрах взмучивали в течение одной минуты и оставляли на 20 мин. Отделение песка от монтмориллонита проводили отбором суспензии глины из верхнего 10-сантиметрового слоя через 20 мин. после перемешивания. Суспензия с размером глиняных частиц менее 0,01 мм отстаивалась, осветленную воду сливали, а осадок высушивали в сушильном шкафу при 105°C, затем его измельчали в фарфоровой ступке до пылеобразного состояния. Полученные обо-



гащенные образцы глин были использованы в дальнейшей экспериментальной работе [9, 10].

Доочистку воды сорбционным методом с помощью глины и шунгита проводили в статических условиях. Шунгит, согласно инструкции по его применению, должен помещаться в сосуд с тремя литрами воды на двое суток при массовом соотношении сорбент: очищаемая вода = 1 : 8,57. В аналогичных условиях мы проводили очистку воды с помощью глины.

Определение общей жесткости воды и концентрации катионов кальция и магния проводили методом комплексометрического титрования, который основан на реакции комплексообразования катионов кальция и магния с комплексоном III (этилендиаминтетраацетатом натрия) в присутствии индикатора эриохрома черного T.

Для определения элементного состава сорбентов (глины и шунгита) использовали микрорентгеноспектральный метод (энергодисперсионный анализатор EDAX, совмещенный с растровым электронным микроскопом Quanta 200 3D).

### Результаты и их обсуждение

На рис. 2 показано изменение жесткости водопроводной воды в результате доочистки с помощью выше указанных сорбентов (глины и шунгита).

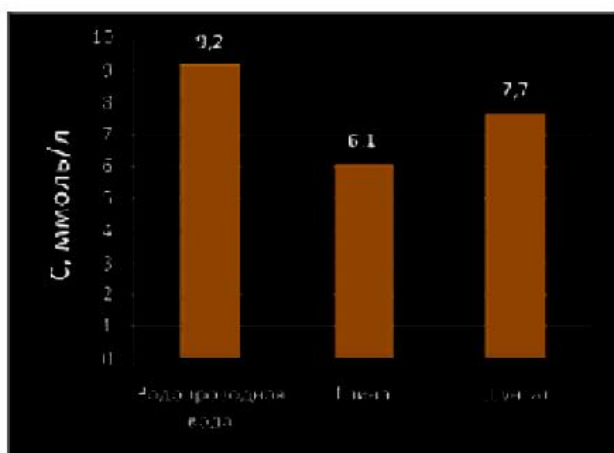


Рис. 2. Изменение жесткости воды в результате доочистки

Глина показала себя эффективным сорбентом для умягчения воды. Она позволяет снизить жесткость воды с 9.2 ммоль/л до 6.1 ммоль/л. Шунгит же недостаточно снижает жесткость воды, так как не доводит ее до необходимого санитарно-гигиенического норматива (7 ммоль/л) [11].

Диаграммы, представленные на рис. 3, показывают, что глина довольно значительно снижает содержание ионов кальция в воде, однако их концентрацию оставляет в пределах физиологической нормы (25-130 мг/л) [12]. После сорбции с шунгитом содержание ионов кальция фактически остается неизменным.

Глина практически не снижает содержание магния в воде, оставляя его в пределах физиологического норматива (5-65 мг/л) [12]. Шунгит удаляет магний в значительной степени, уменьшает его концентрацию в воде до 1.8 мг/л, что ниже физиологической нормы. А дефицит магния, как известно, неблагоприятно сказывается на работе сердца [6].

Для объяснения различной сорбционной способности глины и шунгита по отношению к кальцию и магнию, проявляемой при доочистке водопроводной воды, определен элементный состав указанных сорбентов микрорентгеноспектральным методом.

В табл. 1 представлен элементный состав сорбентов, использованных для умягчения воды. Из этих данных следует, что принципиальное отличие шунгита от глины (по составу) заключается в том, что исследуемый шунгит содержит более 50 масс. % углерода. Остальной набор элементов одинаков для обоих сорбентов.

В шунгите меньше содержится обменных катионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ). Различия в содержании натрия и калия не столь существенны, как в количестве магния и кальция. Обращает на себя внимание тот факт, что содержание кальция в шунгите, по сравнению с глиной, в 10 раз меньше, что, вероятно, должно отрицательно сказываться на его катионообменной сорбционной способности.

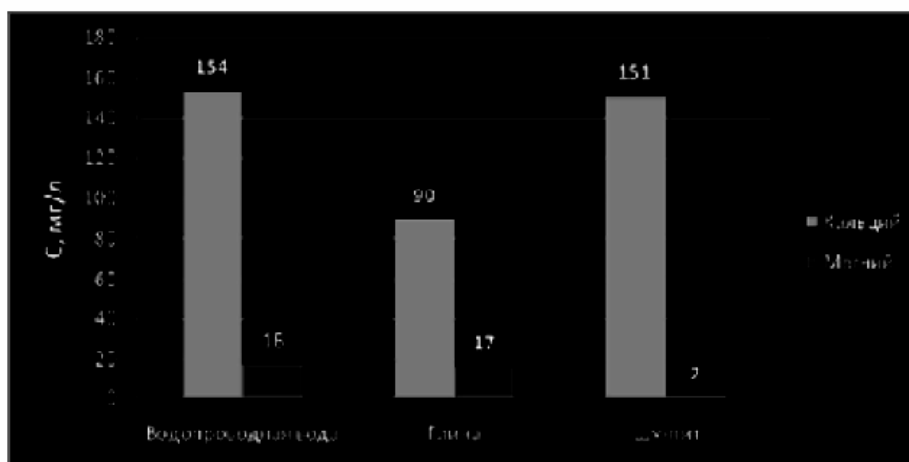


Рис. 3. Концентрация ионов кальция и магния в воде после доочистки

Таблица 1

#### Элементный состав сорбентов

Название сорбента	Содержание элементов, масс. %											
	O	F	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	C	S	Fe
Глина	46.28	1.37	0.24	1.54	9.01	31.87	2.39	1.36	0.61	-	-	5.33
Шунгит	26.80	0.49	0.19	0.34	1.93	14.88	1.12	0.13	0.17	52.31	0.23	1.40

Так как глина показала себя более эффективным сорбентом для снижения жесткости водопроводной воды, то дальнейшие исследования были направлены на выявление изменения ее химического состава до и после сорбции. В табл. 2 указано, как изменилось содержание кальция и магния в глине после ее использования в очистке воды.

#### Содержание кальция и магния в глине до и после очистки воды

Название сорбента	Содержание элементов, масс. %	
	Ca	Mg
Глина (до очистки воды)	1.36	1.54
Глина (после очистки воды)	2.42	1.60

По данным табл. 2. можно сказать, что содержание кальция в глине после очистки водо-

проводной воды увеличилось (с 1.36 до 2.42 масс.%), а содержание магния тоже возросло, но весьма незначительно.

Полученные данные согласуются с вышеуказанными результатами определения кальция в воде, представленными на рис. 3, а именно: уменьшению концентрации ионов кальция в воде соответствует возрастание его содержания в глине. Это возможно объяснить тем, что кальций из воды входит в межпакетные пространства глины.

#### Выводы

1. Обогащенная глина месторождения Поляна Шебекинского района позволяет снижать жесткость воды до необходимых нормативов в основном за счет уменьшения концентрации ионов кальция.
2. Использование шунгита Зажогинского месторождения в Карелии для устранения жесткости водопроводной воды считаем нецелесообразным, так как он не снижает жесткость до гигиенического норматива, а уменьшает концентрацию ионов магния ниже физиологической нормы.



**Список литературы**

1. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. – М.: Мир; БИНОМ; Лаборатория знаний, 2007. – 295 с.
2. Аргументы и факты. – 2002. – №32.
3. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения Белгородской области по некоторым химическим показателям // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия: Естественные науки. – 2008. – №3 (43). Вып. 6. – С. 140-146.
4. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А., Денисов Е.А. Оценка качества питьевой воды Белгородской области по химическому составу и свойствам // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия Естественные науки. – 2008. – №7 (47). Вып. 7. – С. 66-70.
5. Тарасова Н.П., Кузнецов В.А., Сметанников Ю.В., Малков А.В., Додонова А.А. Вопросы и задачи по химии окружающей среды. – М.: Мир, 2002. – 368с.
6. Мудрый И.В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье населения (обзор) // Гигиена и санитария. – 1999. – № 1. – С. 15-18.
7. Везенцев А.И., Трубицын М.А., Романщак А.А., Илющенко В.П. Разработка эффективных сорбентов на основе минерального сырья Белгородской области // Сорбенты как фактор качества жизни издоровья: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. – С. 29-33.
8. Мосин О.В. Шунгитная вода. [Эл. ресурс] [http://www.o8ode.ru/article/oleg26ungitnaa\\_voda.htm](http://www.o8ode.ru/article/oleg26ungitnaa_voda.htm).
9. Зверичев В.В., Петров В.А. Основы обогащения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1971. – 216 с.
10. Методы минералогических исследований: справочник / под ред. А.И.Гинзбурга. – М.: Недра, 1985. – 480 с.
11. СанПиН 2.1.4. 1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
12. СанПиН 2.1.4. 1116-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества.

**THE POSSIBILITY OF USING SUCH NATURAL MATERIALS AS CLAY AND SCHUNGITE FOR THE REMOVAL OF HIGH HARDNESS OF DRINKING WATER**

**L.F. Goldovskaya-Peristaya**  
**V.A. Peristy**  
**A.V. Kanischeva**  
**S.V. Korol'kova**

*Belgorod State University  
 Pobedy St., 85, Belgorod,  
 308015, Russia*

*E-mail: peristaya@bsu.edu.ru*

The possibility of clay (the deposit Polyana, Shebekino District, Belgorod Region) and schungite (the deposit Zazhoginskoe, Karelia) using for the removal of high hardness of drinking water is studied. It is ascertained that enriched clay from this deposit makes it possible to reduce drinking water hardness to required standards mainly due to the decreasing of calcium ions concentration. It is revealed the inexpediency of schungite using for this purpose.

Key words: drinking water, clay, schungite, water hardness, calcium, magnesium.