

УДК 613.3, 543.3

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛА ШУНГИТА НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Марцев А.А., Подолец А.А.

ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: martsevaa@yandex.ru

В статье приводятся результаты исследования влияния щебня шунгита на такие показатели воды, как pH, общая минерализация, электропроводность, содержание катионов (NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+}) и анионов (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , F^- , CO_3^{2-}). Установлено, что добавление щебня шунгита в емкость с водопроводной водой достоверно существенней, по сравнению с процессом отстаивания, повышает водородный показатель воды. Одновременно происходит снижение в воде общей минерализации (что ведет к уменьшению показателя электропроводности). Данное обстоятельство вероятно, обусловлено либо выделением шунгитом в воду коагулянтов, либо его сорбционными свойствами. Было выявлено статистически значимое снижение концентрации Ca^{2+} , по другим катионам значительных изменений их концентраций не произошло. Что касается анионов, то по Cl^- и по NO_3^- произошло статистически достоверное увеличение их концентраций. Статистически достоверное снижение произошло по CO_3^{2-} , что с аналогичным действием по Ca^{2+} можно использовать для снижения жесткости воды.

Ключевые слова: вода, шунгит, pH, катионы, анионы

INFLUENCE OF NATURAL MINERAL SHUNGITE ON SOME PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF WATER

Martsev A.A., Podolec A.A.

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, e-mail: martsevaa@yandex.ru

The article presents the results of investigation of rubble shungite on such indicators of water as pH, total salinity, conductivity, the content of cations (NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+}) and anions (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , F^- , SO_3^{2-}). The addition of crushed rock shungite in a container of tap water fairly substantial, compared with the process of sedimentation, the pH value of water increases. At the same time there is a decrease in water total mineralization (leading to a decrease in the electrical conductivity). This fact is probably due to a release of schungite water coagulants, or its sorption properties. Showed significant reduction in the concentration of Ca^{2+} , other cations by significant changes in their concentration is not occurred. With regard to anions, by Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} and an increase of their concentrations. A significant decrease occurred at SO_3^{2-} that the same effect on Ca^{2+} can be used to reduce water hardness.

Keywords: water, shungite, pH, cations, anions

Проблема качества питьевой воды затрагивает очень многие стороны жизни человеческого общества в течение всей истории его существования. Большинство примесей в водопроводной воде довольно безвредны и никаких шлаков в организме не оставляют, но любые примеси радикально ухудшают вкус воды и чрезвычайно мешают на ней готовить, поэтому улучшение качества воды становится не прихотью, а необходимостью. 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 [3]. Для Центрального региона России одной из таких особенностей химического состава природной воды, используемой для питьевых целей, является повышенная общая жесткость.

Качество воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в городах и муниципальных районах Владимирской области, по ежегодным до-

кладам администрации, различается как по микробиологическим, так и по санитарно-химическим показателям. Основную долю несоответствующих гигиеническим нормативам проб по микробиологическим показателям вносят поверхностные источники. Процент нестандартных проб по микробиологическим показателям в поверхностных источниках водоснабжения держится на высоком уровне – 89,4%, что связано с высокой антропогенной нагрузкой на данные территории. Что касается содержания тяжелых металлов в питьевой воде, то следует отметить постоянное превышение норм по железу и марганцу. Это превышение обусловлено тем, что для водных объектов Владимирской области характерно присутствие ионов железа и марганца природного происхождения [4].

В настоящее время проводятся исследования, направленные на использование щебня шунгита не только в целях очистки воды [8, 10], но и в сельском хозяйстве [2, 9], микробиологии [5, 6, 7] и даже в технологическом производстве [1].

Таким образом, всестороннее изучение свойств данного природного материала весьма актуально. Целью же нашего исследования является изучение влияния природного минерала шунгита на физико-химические показатели воды.

Материалы и методы исследования

В колбы с водопроводной водой (500 мл) был помещен щебень шунгита (15 г). В контроле была водопроводная вода (500 мл). В первый же день были сделаны пробы на физико-химические свойства водопроводной воды. Эксперимент длился 11 суток, в течение которых определялись свойства воды с шунгитом и контроля на 1, 4, 7 и 11 сутки. Опыт был поставлен в двух повторностях. С помощью рН-метра HI 83141 (N) фирмы «HANNA» определяли водородный показатель. С помощью микропроцессорного портативного кондуктометра-солемера HI 9835 фирмы «HANNA» определяли общую минерализацию, электропроводность и процентное содержание NaCl. Количественное содержание катионов (NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+}) и анионов (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , F^- , CO_3^{2-}) определяли с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель-104Т» по следующим методикам:

- ПНД Ф 14.1:2:4.167-2000 (для определения катионов);

- ПНД Ф 14.1:2:4.157-99 (для определения анионов).

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica. Статистически значимую разницу между опытом и контролем определяли с помощью t-критерия для двух независимых выборок в программе Statistica.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных экспериментов было установлено, что в течение 11 суток водородный показатель изменяется в сторону повышения как в опыте, так и в контроле (табл. 1). Уже на первые сутки опыта в контроле наблюдается статистически значимое ($p = 0,000308$) отличие показателя рН от аналогичного показателя в день забора. Между опытом и контролем статистически значимые отличия также

есть уже на 1 сутки ($p = 0,000459$). Таким образом, оказалось, что процесс подщелачивания в опытных образцах происходит достоверно интенсивней.

Процесс отстаивания воды на показатель общей минерализации статистически достоверно не повлиял (между контролем в день забора и на 11 сутки $p = 0,056544$). В опытных же образцах, напротив, показатель общей минерализации на 11 сутки снизился на 23,35% (на 11 сутки $p = 0,002355$), а статистически значимое отличие проявилось уже на 4 сутки ($p = 0,013606$). То же самое было обнаружено при анализе электропроводности, что вполне логично, т.к. эти два показателя находятся в тесной связи друг с другом. Можно предположить, что именно снижение показателя общей минерализации и привело к снижению электропроводности.

На основе полученных данных было выдвинуто предположение, что минерал шунгит, погруженный в емкости с водопроводной водой, либо выделяет коагулянты (что вполне вероятно, т.к. в процессе эксперимента в емкостях с шунгитом образовался осадок), либо проявляет себя как сорбент. Одновременно с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель-104Т» нами был проанализирован катионно-анионный состав исследуемых образцов. Результаты представлены в табл. 2 и 3.

Отмечаем, что на 11 сутки в опытных образцах произошло существенное снижение концентрации ионов кальция (на 36%), при том что в контроле тот же показатель снизился на 16,8%. Стоит добавить, что статистически достоверное отличие в концентрациях Ca^{2+} между днем забора и контролем и опытом произошло на 11 и 7 сутки соответственно. Что касается динамики концентраций других катионов, то существенных изменений не произошло.

Таблица 1

Физико-химические показатели опытных растворов

		рН			
	День забора	1 сутки	4 сутки	7 сутки	11 сутки
контроль	7,725	8,01	8,32	8,47	8,39
опыт	7,725	8,3	8,525	8,51	8,55
		Общая минерализация (мг/л)			
	День забора	1 сутки	4 сутки	7 сутки	11 сутки
контроль	197	197	196	197	188
опыт	197	189,5	173	160,5	151
		Электропроводность (μs)			
	День забора	1 сутки	4 сутки	7 сутки	11 сутки
контроль	393,5	393	392,5	393	378
опыт	393,5	378,5	350,5	321,5	302,5

Таблица 2

Содержание катионов в опытных растворах (мг/л)

	День забора	1 сутки		4 сутки		7 сутки		11 сутки	
		Контр.	Опыт	Контр.	Опыт	Контр.	Опыт	Контр.	Опыт
NH ₄ ⁺	0,16	0	0,05	0,13	0	0	0	0,04	0,029
K ⁺	2,33	1,18	1,17	1,29	1,17	1,39	1,14	2,79	1,96
Na ⁺	10,21	9,05	9,65	9,13	9,02	9,95	9,83	9,93	9,22
Mg ²⁺	16,69	16,79	18,035	18,05	17,53	17,9	17,16	18,13	17,37
Sr ²⁺	0,66	0,07	0,18	0,28	0,39	0,27	0,19	0,55	0,62
Ba ²⁺	0,14	0,13	0,16	0,16	0,17	0,15	0,15	0,14	0,13
Ca ²⁺	57,58	53,62	59,23	61,67	54,12	59,42	43,59	47,9	36,84

Таблица 3

Содержание анионов в опытных растворах (мг/л)

	День забора	1 сутки		4 сутки		7 сутки		11 сутки	
		Контр.	Опыт	Контр.	Опыт	Контр.	Опыт	Контр.	Опыт
Cl ⁻	12,17	12,73	13,3	13,92	13,17	13,83	13,16	15,35	14,12
SO ₄ ²⁻	15,02	16,05	17,04	17,76	18,13	18,12	18,85	19,97	21,34
NO ₃ ⁻	0,58	0,59	0,61	0,71	0,70	0,64	0,91	0,68	1,14
F ⁻	0,24	0,25	0,13	0,19	0,22	0,01	0,15	0,12	0,20
CO ₃ ²⁻	180	166,6	165,75	172,6	157,3	147,2	116,9	159,8	129

Существенные изменения в контроле и опыте по сравнению с днем забора воды произошли в концентрациях следующих анионов: конц. Cl⁻ увеличилась существенней ($p = 0,007215$) в контроле (20,8% против 16% в опыте); конц. NO₃⁻ увеличилась статистически достоверно ($p = 0,002894$) в опыте (96,5% против 17,2% в контроле); конц. CO₃²⁻ значительней ($p = 0,014965$) снизилась в опыте (28,3% против 11,2% в контроле).

Заключение

В результате проведенного эксперимента было установлено, что при добавлении в водопроводную воду щебня шунгита статистически достоверно ускоряется процесс подщелачивания. Одновременно происходит снижение общей минерализации воды, обусловленное либо выделением шунгитом в воду коагулянтов, либо сорбционным действием шунгита по отношению к ионам Ca²⁺ и CO₃²⁻. Также установлено, что присутствие щебня шунгита незначительно усиливает либо замедляет действие процесса отстаивания воды по ряду ионов.

Список литературы

1. Абдуллин М.З. Применение шунгита в качестве наполнителя вальцеумных полиуретанов / М.З. Абдуллин, Д.И. Фазылова, Л.А. Зенитова, И.Ш. Абдуллин, М.Ф. Шае-

хов // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 10. – С. 118–123.

2. Боголюбова Н.В. Оптимизация процессов пищеварения и обмена веществ в организме овец при использовании комплекса эрготропных веществ в составе минерала шунгита / Н.В. Боголюбова, В.Н. Романов, В.А. Девяткин, Ю.К. Калинин // Ветеринария и кормление. – 2014. – № 5. – С. 88–90.

3. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды / Л.Ф. Голдовская // Лаборатория знаний. – 2007. – 295 с.

4. Ежегодный доклад «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2014 году». Под ред. А.А. Мигачева. – Владимир, 2015.

5. Пономарев А.П. Феномен воздействия водных экстрактов шунгита на микроорганизмы / А.П. Пономарев, Л.В. Фролова // Прикладная аналитическая химия. – 2013. – Т. 4, № 1 (9). – С. 10–18.

6. Пономарев А.П. Хелатирующее воздействие водных экстрактов шунгита на микроорганизмы / А.П. Пономарев, Л.В. Фролова // Дезинфекция, Антисептика. – 2013. – Т. 4, № 1 (13). – С. 50–58.

7. Серегина Н.В. Ингибирование протеолитических и сахаролитических ферментов *Pseudomonas Aeruginosa* под действием экстракта шунгита / Н.В. Серегина, Т.В. Честнова // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15, № 4. – С. 167–168.

8. Скоробогатов Г.А. Ионнообменные свойства шунгитов, контактирующих с водой / Г.А. Скоробогатов, А.В. Бахтияров, Ю.А. Ашмарова // Экологическая химия. – 2012. – Т. 21, № 2. – С. 125–129.

9. Тремасова А.М. Влияние шунгита на иммунный статус телят / А.М. Тремасова, Ф.Г. Ахметов, В.П. Коростылева // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». – 2011. – № 2 (6). – С. 97–98.

10. Ягов В.В. Изучение сорбции высокотоксичных ионов тяжелых металлов природными шунгитами / В.В. Ягов, И.В. Ягова, О.Ю. Васильева, А.В. Бородин, А.Н. Жучков, А.С. Берлянд // Химико-фармацевтический журнал. – 2008. – Т. 42, № 11. – С. 41–44.