

этапа обзора и получены общие характеристики кристаллического кремния, тонкослойного, концентрированного фотоэлектрического (CPV) и органических материалов. Кристаллический кремний является наиболее часто используемым материалом в фотоэлектрической промышленности, фотоэлементы на основе пластин на современном рынке. В этой статье представлен сравнительный обзор, в котором исследуются фотоэлектрические элементы с последними характеристиками.

УДК 639.2.3

МРНТИ 69.25.01, 69.25.14

DOI 10.56339/2305-9397-2022-2-2-186-194

Казаринов И.А., доктор химических наук, профессор, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-2596-4725>

Саратовский Государственный университет им. В.Н. Чернышевского, г. Саратов, ул. Астраханская 83, 410012, Российская Федерация, kazarinovia@mail.ru

Сатаева С.С., Ph.D, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-2397-9069>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, sataeva_safura@mail.ru

Уразова А.Ф., магистр технических наук, <https://orcid.org/0000-0001-6339-9635>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, urazova_17@list.ru

Мамбетова М.Б., магистрант, <https://orcid.org/0000-0003-1540-4238>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, manshuk_04_89@mail.ru

Хахалева Ю.И., магистрант, <https://orcid.org/0000-0002-4093-2705>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, uliya.hahaleva@gmail.com

Қалықберген Г.Б., магистрант, <https://orcid.org/0000-0002-5678-804X>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, kgulaiym21@gmail.com

Kazarinov I.A., Doctor of Chemical Sciences, Professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-2596-4725>

Saratov State University named after V.N. Chernyshevski, Saratov, st. Astrahanskaya 83, 410012, Russian Federation, kazarinovia@mail.ru

Satayeva S.S., Doctor Ph.D., Assoc Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2397-9069>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, sataeva_safura@mail.ru

Urazova A.F., Master of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0001-6339-9635>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, urazova_17@list.ru

Mambetova M.B., Undergraduate, <https://orcid.org/0000-0003-1540-4238>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, manshuk_04_89@mail.ru

Hahaleva Y.I., Undergraduate, <https://orcid.org/0000-0002-4093-2705>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, uliya.hahaleva@gmail.com

Kalykbergen G.B., Undergraduate, <https://orcid.org/0000-0002-5678-804X>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, kgulaiym21@gmail.com

**ОЧИСТКА ПОДЗЕМНОЙ ВОДЫ ПОС. ЖАНГАЛА ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ
ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНОГО СОРБЕНТА
PURIFICATION OF UNDERGROUND WATER IN THE VILLAGE OF ZHANGALA
IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION USING A LOCAL SORBENT**

Аннотация

В настоящее время загрязнение гидросферы коснулось не только поверхностных водоисточников, но и подземных вод. В результате попадания в них различных коммунальных отходов, веществ с крупных свалок химических отходов, особенно в районах концентрации предприятий газо-нефтедобывающей промышленности. Подземные воды обладают целым рядом специфических особенностей. С одной стороны они способны самоочищаться, с другой — аккумулируют и распространяют загрязняющие элементы на значительные расстояния.

Технология водоподготовки не справляется с задачей получения качественной питьевой воды. Из-за этого большая часть населения употребляет питьевую воду, не удовлетворяющую требованиям санитарных норм и правил.

Природные минеральные сорбенты являются одним из перспективных средств и способов очистки хозяйственно-питьевой воды.

В работе проанализирована подземная вода пос. Жангала Западно-Казахстанской области. Определены жесткость, солесодержание, перманганатная окисляемость, хлориды, сульфаты до и после очистки с использованием природного сорбента – опоки Таскалинского месторождения. Для повышения сорбционной способности опоки проведена термическая активация. Установлено, что степень очистки воды с применением термически модифицированного сорбента не менее 30-40 %. Показано, что есть возможность применения опоки для очистки подземных вод.

ANNOTATION

Currently, the pollution of the hydrosphere has affected not only surface water sources, but also groundwater. As a result of the ingress of various municipal waste, substances from large landfills of chemical waste, especially in areas of concentration of enterprises of the gas and oil industry. Groundwater has a number of specific features. On the one hand, they are capable of self—cleaning, on the other hand, they accumulate and spread pollutants over considerable distances.

Water treatment technology does not cope with the task of obtaining high-quality drinking water. Because of this, most of the population uses drinking water that does not meet the requirements of sanitary norms and regulations.

Natural mineral sorbents are one of the promising means and methods of cleaning household drinking water.

The paper analyzes the underground water of the village. Zhangala of the West Kazakhstan region. Hardness, salinity, permanganate oxidability, chlorides, sulfates before and after purification using a natural sorbent – flask of the Taskalinsky deposit were determined. Thermal activation was carried out to increase the sorption capacity of the flask. It is established that the degree of water purification with the use of thermally modified sorbent is not less than 30-40%. It is shown that there is a possibility of using flask for groundwater purification.

Ключевые слова: кремнистая порода - опока, подземные воды, сорбент, термическая активация, очистка воды, жесткость, солесодержание, сульфаты, перманганатная окисляемость, хлориды.

Key words: siliceous rock – flask, groundwater, sorbent, thermal activation, water purification, hardness, salinity, sulfates, permanganate oxidizability, chlorides.

Кіріспе. В настоящее время в Республике Казахстан сложилась напряженная экологическая обстановка, связанная с загрязнением водных источников. Антропогенное

воздействие на них обусловлено добычей и транспортировкой полезных ископаемых, деятельностью промышленных предприятий и сельского хозяйства.

Технически обеспечить необходимое количество воды — это посильная задача, но подаваемая вода должна быть определённого качества и соответствовать нормам питьевого водоснабжения, поэтому обеспечение населения питьевой водой является наиболее острой проблемой. Целый ряд регионов, в том числе Западный Казахстан испытывает в ней большую потребность в связи с обмелением р. Урал т.к. водоснабжение г. Уральск идет именно с этого источника. Решение этой социально значимой задачи возможно путем максимального использования подземных вод. Поэтому не только поверхностные воды играют важную роль в обеспечении населения пресной водой. Особое место занимает использование подземных вод.

Существуют различные способы очистки воды: механическая, физико-химическая, химическая и биологическая. К физико-химическим методам очистки воды относят экстракцию, ультрафильтрацию, коагуляцию, ионообменную очистку, обратный осмос, электролиз, окисление и сорбцию [1-2].

Сорбционный метод является перспективным при условии, что применяемый в технологическом процессе очистки адсорбент способен длительное время выполнять функции водоочистителя. При этом эффективность сорбции обусловлена отсутствием вторичных загрязнений, простотой реализации и обслуживания, возможностью управления процессом, отсутствием потребности в дополнительных реагентах [3-6].

Также сорбционные процессы с использованием природных минеральных сорбентов всё больше находят применение в связи с их низкой стоимостью и, в то же время, относительно высокой сорбционной емкостью [7-10].

Природные адсорбенты — экологически чистое, доступное и дешевое сырьё. Они не только не загрязняют окружающую среду, но и эффективно связывают и нейтрализуют в почвах и водоемах вредные и губительные для растений, животных и человека отходы промышленного и сельскохозяйственного производств [8-11].

Очистке воды с использованием сорбентов посвящены ряд работ ученых. Так, в работе [12] рассмотрена очистка природных вод от ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} с помощью новых минеральных материалов на основе выщелоченных базальтовых волокон, модифицированных бентонитовой глиной. Определены статические и динамические параметры очистки воды от жесткости, исследована возможность регенерации сорбента.

Кондрашовой А.В. исследован дифференциальный термический анализ (ДТА), необходимый для изучения структурных изменений в дисперсном кремнезёме — опоке при повышенных температурах. Проведен сравнительный анализ электромикроскопических исследований, показывающий зависимость структуры поверхности опоки от температурного режима. Рассмотрено влияние температур прокаливания на адсорбционные свойства природного минерала — опоки [13].

Автором [14] проведен анализ возможностей производства зернистых фильтровальных материалов и керамических фильтров на основе опок месторождений Казахстана. Дана характеристика основных способов очистки воды. Определен химический состав опок основных месторождений Казахстана. Рассмотрена принципиально возможная технология получения монодисперсного сорбента на основе опок, модифицированных углеродными наноматериалами, включающие процессы грохочения исходного сырья, механоактивации в шаровых мельницах, двухстадийного весового дозирования компонентов, смешивания и высокоскоростного гранулирования.

Переработка многотоннажных природных глин Республики Казахстан остается одной из актуальных и приоритетных задач науки и техники, где одним из перспективных и практически важных направлений является создание дешевых сорбционно-активных материалов.

Таким образом, использование природных сорбентов на основе местного сырья для очистки и обессоливания подземной воды является наиболее оптимальным вариантом и

экономически выгодным, т.к. в водоочистительных сооружениях и предприятиях используют привозные сорбенты, что влияет на расходы сырья и транспортировку.

Целью настоящей работы является выявление степени очистки подземных вод с использованием опоки Таскалинского месторождения.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования являются природный сорбент – опока Таскалинского месторождения и подземная вода пос. Жангала Западно-Казахстанской области. Опока Таскалинского месторождения обладает относительно низкой средней плотностью в пределах $1200-1350 \text{ кг/м}^3$, и отличается хорошей влагоёмкостью, высокой гидравлической и адсорбционной активностью. Наличие местных эффективных природных сорбентов позволяет расширить возможности реализации адсорбционных технологических процессов для систем локальной очистки подземных вод.

Опока – это легкая кремнистая и микропористая осадочная порода кристобалит–опалового состава с примесью халцедона, глинистого вещества, иногда алевритовых частиц и органических остатков (скелетов радиолярий, спикул кремневых губок, панцирей диатомей). В отличие от большинства кремнистых пород, у опоки излом полураковистый или неровный (рисунок 1). По цвету опоки различают светлые, темно-серые, реже - черные. Опоку называют кремнистым мергелем или кремнистой глиной, его высокая сорбционная и ионообменная ёмкость делают ее особенно эффективной при ликвидации последствий различных загрязнений. Содержание двуокиси кремния в опоке может достигать 98 %. По химическому составу характеризуется следующими значениями: SiO_2 - 75-80 %; Al_2O_3 - 18-23 %; Fe_2O - 0,5-1,0 %; H_2O - 0,00-0,50 %; CaSO_4 - 0,30-0,54 %; CaCO_3 – 0,12-0,80 %. Для минералогического состава опок существенное значение имеет молекулярное отношение $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ (полуторные оксиды) [15-16].



Рисунок 1 – Естественнo-природный вид опоки Таскалинского месторождения

Для проведения научно-экспериментальных работ в лабораторных условиях предварительно был подготовлен сорбент на основе кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения по методике и технологии профессора С.А. Монтаева [17].

Анализ подземной и очищенной воды выполняли в аккредитованной лаборатории НИИ Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана. В анализируемой воде исследованы общая жесткость, солесодержание, перманганатная окисляемость, хлорид-, сульфат-ионы. Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа подземной воды пос. Жангала

Наименование показателя	Ед. изм	Содержание	Норматив СанПиН 2.1.4.1074–01
Общая жесткость	мг/л	48	< 7
Солесодержание		2448	< 1000
Перманганатная окисляемость		9,12	< 5,0,
Хлориды		806	< 350
Сульфаты		955	< 500

Как видно из таблицы 1 в подземной воде пос. Жангала наблюдается повышенная жёсткость (в 7 раз), которая является одним из основных факторов, определяющих качество воды, и мешает процессу обессоливания. В соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Гигиенические требования качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» величина жесткости в воде питьевого назначения не должна превышать 7 ммоль/л. По остальным показателям превышения составляют: солесодержание – 2,5 раза, перманганатная окисляемость – 1,8, хлориды - 2,5 и сульфаты – 2, что требует неминуемую ее (воды) очистку [18].

Очистку воды пос. Жангала проводили с применением опоки (сорбент) Таскалинского месторождения.

Методика проведения анализа. Сорбент массой 0,5 г помещали в коническую колбу и наливали 50 мл анализируемой воды. Смесь перемешивали в течение 60 минут. Через 1 сутки воду отфильтровывали. Воду, пропущенную через исходную природную опоку, исследовали на указанные показатели. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа подземной воды пос. Жангала с использованием исходной опоки

Наименование показателя	Ед. изм	Содержание	Норматив СанПиН 2.1.4.1074–01
Общая жесткость	мг/л	45	< 7
Солесодержание		1800	< 1000
Перманганатная окисляемость		7,9	< 5,0,
Хлориды		795	< 350
Сульфаты		900	< 500

Данные таблицы 2 показывают, что желаемого результата по пробе воды пос. Жангала после использования исходного природного сорбента не достигнуто. Степень очистки в среднем составило 6 %.

В связи с этим назрела необходимость улучшения сорбционных свойств исходной опоки. Одним из способов увеличения сорбционной емкости сорбентов является термическое модифицирование, которое не требует дорогостоящих реагентов и сложных аппаратов. Модифицированные таким методом материалы характеризуются улучшенными сорбционными свойствами по отношению к примесям как неорганической, так и органической природы.

Из [19-20] известно, что адсорбционная активность природных кремнеземов существенно возрастает при их термической активации, приводящей к удалению адсорбированной воды и, соответственно, к увеличению сорбционного пространства.

Для повышения сорбционной емкости опоки проведена термическая (при $T=400^{\circ}\text{C}$ и 800°C) обработка. Дальнейшую очистку воды проводили с использованием термически модифицированной опоки. Эксперименты проводили по той же методике, что и для необработанного сорбента.

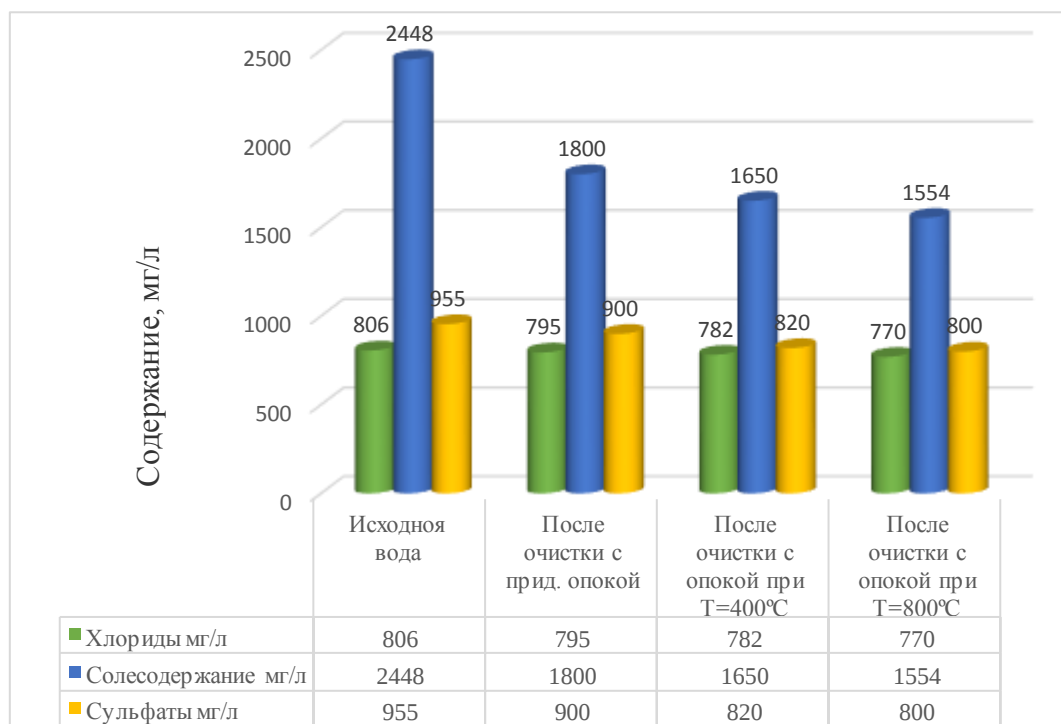


Рисунок 2 – Результаты анализа подземной воды пос. Жангала после очистки с использованием исходной и термически модифицированной опокой

На рисунках 2 и 3 представлены результаты исследований образцов подземных вод с использованием исходного и термически обработанного опок.

Эффективность применения сорбентов для очистки воды оценивали, сравнивая физико-химические показатели исходной и обработанной воды.

Данные экспериментов показали, что термически обработанные ($T=400^{\circ}\text{C}$; $T=800^{\circ}\text{C}$) сорбенты, обеспечивают лучшую сорбцию минеральных солей по сравнению с результатами очистки с необработанным сорбентом. Наилучшие результаты получены с термически обработанным при $T=800^{\circ}\text{C}$ сорбентом по солесодержанию (снизилось с 2448 мг/л до 1554 мг/л) и сульфатам, содержание которых уменьшилось на 155 мг/л. Степень очистки для этих показателей составляет 30-40 %. Незначительные уменьшения значений произошли по перманганатной окисляемости на 2,42 мг/л и по жесткости на 10,5 мг/л.

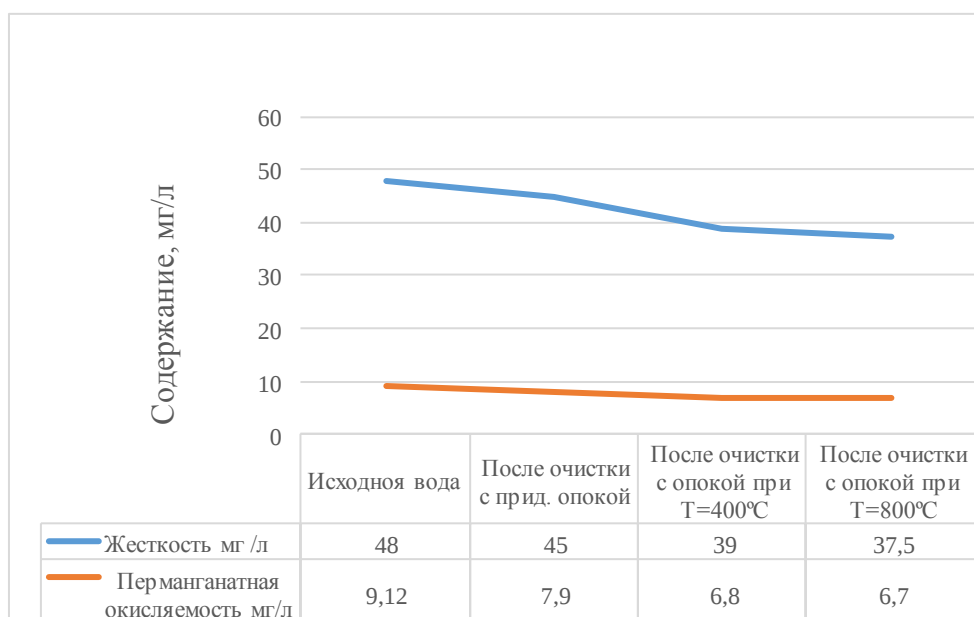


Рисунок 3 – Результаты анализа подземной воды пос. Жангала после очистки с использованием исходной и термически модифицированной опокой

Результаты и их обсуждение. По физико-химическим характеристикам образцы подземных вод пос. Жангала не соответствуют техническим условиям по изученным показателям, т.е. по жесткости, солесодержанию, перманганатной окисляемости, хлоридам и сульфатам. Для их очистки использованы сорбенты (исходный природный, термически модифицированный), разработанные на основе кремнистой породы - опоки Таскалинского месторождения Западно-Казахстанской области. Наилучшие результаты очистки достигнуты при использовании сорбента, обработанного методом термической активации при $T=800^{\circ}\text{C}$. Выявлено, что при термическом модифицировании удельная поверхность материала уменьшается, но увеличивается количество микро- и мезопор, что приводит к улучшению сорбционной способности. Установлено, что использование термически обработанного сорбента при очистке подземных вод позволяет приблизить исследуемые показатели к техническим условиям.

Закключение. Улучшение сорбционной способности обработанного сорбента объясняется тем, что при термической активации исходного материала происходит уменьшение удельной поверхности, но в тоже время наблюдается повышение суммарного объема и диаметра пор. Вследствие чего в структуре сорбента образуется множество макро- и микропор, что в свою очередь приводит к повышению сорбционной емкости материала. Таким образом, опоку Таскалинского месторождения можно использовать в качестве сорбента для очистки подземных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Никифоров И.А., Кузьмина Р.И. Дисперсный кремнезём: сорбент и катализатор// Катализ в нефтехимии и экологии - Саратов: СГАП, 1999. – С. 135-143.
- 2 Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки сточных вод.- Киев: Наук. думка, 1981. – С.208.
- 3 Кондрашова А.В., Кузьмина Р.И. Физико-химические и адсорбционные свойства опоки и применение её в очистке сточных вод // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 6. – С. 94.
- 4 Кондрашова А.В., Кузьмина Р.И. Адсорбционные исследования дисперсного кремнезёма – опоки // Успехи современной науки и образования. – 2016, – № 7-1
- 5 Кондрашова А.В., Кузьмина Р.И. Определение термической устойчивости дисперсного кремнезёма // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 2., № 8. – С. 41-47.
- 6 Кузьмина, Р.И. Физико-химические свойства природного кремнезёма – опоки/ Р.И. Кузьмина, А.В. Кондрашова // Известия Саратовского университета. Серия Химия. Биология. Экология. – 2012. – № 3. – С. 37-40.
- 7 Никифоров И.А., Кузьмина Р.И. Дисперсный кремнезём: сорбент и катализатор// Катализ в нефтехимии и экологии - Саратов: СГАП, 1999. – С. 135-143.
- 8 Кондрашова А.В. Природная опока в адсорбционной очистке // Инновационный центр образования и науки – 2015.
- 9 Дистанов У.Г., Конюхов Т.П. Минеральное сырьё. Сорбенты природные. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», – 1999. – С.42.
- 10 Кондрашова А.В. Химическая активация дисперсного кремнезёма – колбы// Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1. – С. 52.
- 11 Кондрашова, А.В. Сорбция катионов металлов на опоке/А.В. Кондрашова // Международная научно-практическая конференция «Вавиловские чтения-2009», часть 1, Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2009. – С. 33-35.
- 12 Куртукова Л.В. Сомин В.А. Комарова Л.Ф. Исследования по удалению из воды солей жесткости с применением сорбентов на основе минеральных волокон и бентонитовых глин // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 12. – С. 29.
- 13 Кондрашова А.В. Химическая активация дисперсного кремнезёма – опоки // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1. – С. 52.
- 14 Першин В.Ф., Бураков А.Е., Воробьев А.М., Першина С.В., Монтаев С.А., Таскалиев А.Т., Монтаева Н.С., Монтаева А.С. Перспективы производства сорбентов и фильтров на основе опок месторождений Казахстана, модифицированных углеродными наноматериалами // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 52.
- 15 Исследования керамической композиции в системе опока – монтмориллонитовая глина – углерод для создания природного сорбента для фильтрации и очистки воды/ С.А. Монтаев, А.С. Монтаева, А.Т. Таскалиев, Н.Б. Адилова, Н.С. Монтаева// С-П.: Научный журнал «Globus», 2016. – С. 73–78.
- 16 Калюкова Е.Н., Бузаева М.В., Кахановская Ю.С., Пустынникова Е.А., Климов Е.С. Сорбционные свойства природных сорбентов – опоки и магнезита по отношению к сульфат-ионам //Башкирский химический журнал. - 2010. – Т. 17, № 2 – С. 126-128.
- 17 S.A. Montayev, A.S. Montayeva, N.B. Adilova, A.B. Shinguzhiyeva, N.S. Montayeva, A.T. Taskaliyev. Prospects of creating the technology of composite adsorbent for water purification based on the composition of siliceous and clay rocks of Kazakhstan // International Journal of

Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 9, Issue 1, January 2018, P. 805–813, Article ID: IJMET_09_01_088

18 СанПиН 2.1.4.1074–01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Введен 26.09.2001. – М.: Изд-во стандартов, 2001 – С.62.

19 М. Г. Иванов, О. Б. Лихарева, А. И. Матерн, Х. М. Ярошевская, Модифицирование опал-кристобалита – опоки красногвардейского месторождения свердловской области// Вестник Казанского технологического университета – 2014. – Т. 17, № 7 – С. 54-59.

20 Михайлова О.А. Технологии химической активации природных минеральных сорбентов / Диссер. канд. техн. наук. – Казань. – 2007. – 148 с.

REFERENCES

1 Nikiforov I.A., Kuzmina R.I. Dispersnyy kremnezom: sorbent i katalizator//Kataliz v neftekhimii i ekologii - Saratov: SGAP, – 1999. – S. 135-143

2 Tarasevich YU.I. Prirodnyye sorbenty v protsessakh ochistki stochnykh vod.- Kiyev: Nauk. dumka, – 1981. – S. 208 .

3 Kondrashova A.V., Kuzmina R.I. Fiziko-khimicheskiye i adsorbtsionnyye svoystva opoki i primeneniye yeyo v ochistke stochnykh vod // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2017. – № 6. – S. 94.

4 Kondrashova A.V., Kuzmina R.I. Adsorbtsionnyye issledovaniya dispersnogo kremnezoma – opoki // Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya. – 2016, – № 7-1

5 Kondrashova A.V., Kuzmina R.I. Opredeleniye termicheskoy ustoychivosti dispersnogo kremnezoma // Uspekhi sovremennoy nauki. – 2017. – Т. 2., № 8. – S. 41-47.

6 Kuz'mina, R.I. Fiziko-khimicheskiye svoystva prirodnogo kremnezoma – opoki/ R.I. Kuz'mina, A.V. Kondrashova // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Seriya Khimiya. Biologiya. Ekologiya. – 2012. – № 3. – S. 37-40.

7 Nikiforov I.A., Kuz'mina R.I. Dispersnyy kremnezom: sorbent i katalizator//Kataliz v neftekhimii i ekologii - Saratov: SGAP, – 1999. – S. 135-143.

8 Kondrashova A.V. Prirodnaya opoka v adsorbtsionnoy ochistke//Innovatsionnyy tsentr obrazovaniya i nauki – 2015.

9 Distanov U.G., Konyukhov T.P. Mineral'noye syr'ye. Sorbenty prirodnyye. - М.: ЗАО «Geoinformmark», – 1999. – S.42 .

10 Kondrashova A.V. Khimicheskaya aktivatsiya dispersnogo kremnezoma – kolby// Inzhenernyy vestnik Dona. – 2019. – № 1. – S. 52.

11 Kondrashova A.V. Sorbtsiya kationov metallov na opoke/A.V. Kondrashova// Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Vavilovskiye chteniya-2009», chast' 1, Saratov: OOO Izdatelstvo «KUBiK». – 2009. – S. 33-35.

12 Kurtukova L.V. Somin V.A. Komarova L.F. Issledovaniya po udalenyu iz vody soley zhestkosti s primeneniym sorbentov na osnove mineral'nykh volokon i bentonitovykh glin // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. – 2011. - № 12. – S. 29.13 Kondrashova A.V. Chemical activation of dispersed silica – flask // Engineering Bulletin of the Don. – 2019. – №. 1. – P. 52.

13 Kondrashova A.V. Khimicheskaya aktivatsiya dispersnogo kremnezoma – opoki// Inzhenernyy vestnik Dona. – 2019. – № 1. – S. 52.

14 Pershin V.F., Burakov A.Ye., Vorobyev A.M., Pershina S.V., Montayev S.A., Taskaliyev A.T., Montayeva N.S., Montayeva A.S. Perspektivy proizvodstva sorbentov i fil'trov na osnove opok mestorozhdeniy Kazakhstana, modifitsirovannykh uglerodnymi nanomaterialami// Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 2. – S. 52.

15 Issledovaniya keramicheskoy kompozitsii v sisteme opoka – montmorillonitovaya glina – uglerod dlya sozdaniya prirodnogo sorbenta dlya fil'tratsii i ochistki vody/S.A. Montayev, A.S. Montayeva, A.T. Taskaliyev, N.B. Adilova, N.S. Montayeva// S-P.: Nauchnyy zhurnal «Globus», 2016. – S. 73–78.

16 Kalyukova Ye N., Buzayeva M.V., Kakhanovskaya YU.S., Pustynnikova Ye.A., Klimov Ye.S. Sorbtsionnaya svoystva prirodnkh sorbentov – opoki i magnezita po otnosheniyu k sul'fat-ionam //Bashkirskiy khimicheskoy zhurnal. - 2010. – T. 17., № 2 – S. 126-128.

17 S.A. Montayev, A.S. Montayeva, N.B. Adilova, A.B. Shinguzhiyeva, N.S. Montayeva, A.T. Taskaliyev. Prospects of creating the technology of composite adsorbent for water purification based on the composition of siliceous and clay rocks of Kazakhstan//International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 9, Issue 1, January 2018, pp. 805-813, Article ID: IJMET_09_01_088

18 SanPiN 2.1.4.1074–01 Pityevaya voda. Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'yevogo vodosnabzheniya. Vveden 26.09.2001. – M.: Izd–vo standartov, 2001 – S.62.

19 G. Ivanov, O. B. Likhareva, A. I. Matern, KH. M. Yaroshevskaya, Modifitsirovaniye opal-kristobalita – opoki krasnogvardeyskogo mestorozhdeniya sverdlovskoy oblasti//Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta – 2014. – T. 17, № 7 – S. 54-59.

20 Mikhaylova O.A. Tekhnologii khimicheskoy aktivatsii prirodnkh mineral'nykh sorbentov / Dissert. kand. tekhn. nauk. – Kazan'. – 2007. – S.148.

ТҮЙІН

Түрлі коммуналдық және химиялық қалдықтардың ірі үйінділерінен заттардың әсіресе газ-мұнай өндіру өнеркәсібі кәсіпорындары шоғырланған аудандарға түсуі нәтижесінде, қазіргі уақытта гидросфераның ластануы тек жер үсті су көздеріне ғана емес, сонымен қатар жер асты суларына да әсер етеді. Жер асты суларының бірқатар ерекшеліктері бар. Бір жағынан, олар өзін-өзі тазартуға қабілетті, екінші жағынан, ластаушы элементтерді айтарлықтай қашықтыққа жинайды және таратады.

Суды тазарту технологиясы сапалы ауыз су алу міндетін шеше алмайды. Осыған байланысты халықтың көп бөлігі санитарлық нормалар мен ережелердің талаптарын қанағаттандырмайтын ауыз суды пайдаланады.

Табиғи минералды сорбенттер шаруашылық ауыз суды тазартудың перспективті құралдары мен тәсілдерінің бірі болып табылады.

Жұмыста Батыс Қазақстан облысы Жаңақала ауылының жер асты сулары талданды. Табиғи сорбент – Тасқала кен орнының опокасын пайдалана отырып, тазартуға дейін және кейін кермектілігі, тұздар мөлшері, перманганаттық тотығуы, хлоридтер, сульфаттар зерттелді. Опоканың сорбциялық қабілетін арттыру үшін термиялық активтендіру жүргізілді. Термиялық модифицирленген сорбентті қолданумен суды тазарту дәрежесі кемінде 30-40 % екендігі анықталды. Жер асты суларын тазарту үшін опоканы қолдану мүмкіндігі бар екендігі көрсетілді.

УДК 622.276

МРНТИ 87.01.11, 87.19.02, 87.17.15

DOI 10.56339/2305-9397-2022-2-2-194-201

Кубашева Ж.К., техника ғылымдарының кандидаты, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0002-4712-492X>,

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, kubashevazhanna@mail.ru

Камал Е.Б., магистрант, <https://orcid.org/0000-0001-5657-9312>,

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, k_e_b_98@mail.ru

Жатани Ғ.С., магистрант, <https://orcid.org/0000-0001-5214-7440>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, giz.99@inbox.ru