

дан жоғары) күрделі органикалық молекулалардың құрғақ газға немесе газ конденсатына ыдырауына әкеледі. Газды өндіру кезінде қабат қысымы газдың шық нүктесінен төмен түсіп, ұңғыманың төменгі бөлігінде конденсаттың жиналуын тудырады. Конденсат газдың тиімді өткізгіштігінің, газ өнімділігінің айтарлықтай төмендеуіне әкелетіні және қабаттың зақымдалуына әкелетіні анықталды.

Газ ұңғымаларында газ конденсатының жиналуының әсерін азайту үшін көптеген әдістер бейімделді. Бұл тәсілдерге конденсаттың бітелуін азайту мақсатында қабаттың сулануын өзгерту үшін еріткіштер мен химиялық заттарды айдау кіреді. Басқа әдістерге қышқылдарды айдау, фрекинг және көлденең ұңғымаларды бұрғылау жатады. Қолданылатын әдістер қабат қысымының төмендеу жылдамдығын төмендетеді және бір фазалы газ алуға мүмкіндік береді.

Қарашығанақ кен орнын игеру кезінде бір фазалы күйдегі газды сүзу қабаттық жағдайда конденсат түспей өте маңызды. Конденсаттың түсуінің әсер ету факторларын және оны жою әдістерін қарастыру ең жоғары құнды мұнай-химия шикізаты ретінде конденсат өндірісінің ұлғаюымен байланысты.

УДК 628.16:546.18
МРНТИ 70.27.19

Бегалиева Р.С., техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, <https://orcid.org/0000-0003-0522-6028>

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

Монтаев С.А., техника ғылымдарының докторы, профессор, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8989>

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

Begaliyeva R.S., master of technical sciences, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0003-0522-6028>
West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, 090009, Zhanqir Khan Street 51, Uralsk., Republic of Kazakhstan, rabesa@mail.ru

Montayev S.A., doctor of technical sciences, professor, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8989>
West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhanqir Khan, 090009, Zhanqir Khan Street 51, Uralsk., Republic of Kazakhstan, montaevs@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ВОДЫ АККЫСТАУ RESEARCH OF SOME NATURAL SORBENTS FOR DESALINATION OF GROUNDWATER IN AKKYSTAU

Аннотация

Очистка воды становится все более распространенным технологическим процессом, что делает вопрос снижения затрат на очистку питьевой, технической и сточной воды особенно актуальным. В этом контексте привлекательным является использование природных сорбентов, которые доступны на территории Республики Казахстан, включая Западно-Казахстанскую область. В настоящей обстановке наиболее многообещающим методом обеспечения населения и сельскохозяйственных угодий РК высококачественной питьевой водой является применение дополнительных средств и методов очистки и подготовки воды на месте ее использования. Поэтому применение природных сорбентов, таких как бентонит, диатомит и монтмориллонит, представляет собой перспективное решение для опреснения подземных водных ресурсов. Этот подход обещает эффективное решение проблемы загрязнения подземных вод в Казахстане.

ANNOTATION

Water purification is becoming an increasingly common technological process, which makes the issue of reducing the cost of purification of drinking, technical and waste water particularly relevant. In this context, the use of natural sorbents that are available on the territory of the Republic of Kazakhstan, including the West Kazakhstan region, is attractive. Given the present circumstances, the most favorable strategy for ensuring access to high-quality drinking water for the population and agricultural areas of the Republic of Kazakhstan involves implementing supplementary purification and preparation methods directly at the point of water utilization. Therefore, the use of natural sorbents such as bentonite, diatomite and montmorillonite represents a promising solution for desalination of groundwater resources. This approach promises an effective solution to the problem of groundwater pollution in Kazakhstan.

Ключевые слова: *опреснение, природные сорбенты, бентонит, диатомит, монтмориillonит*

Keywords: *desalination, natural sorbents, bentonite, diatomite, montmorillonite*

Введение. Подземные водоносные горизонты играют ключевую роль в обеспечении человечества чистой питьевой водой. Однако, с увеличением загрязнений в окружающей среде, качество подземных вод становится предметом растущей озабоченности [1].

Казахстан, обладая обширными подземными водными ресурсами, сталкивается с вызовом поддержания их чистоты и доступности для населения. С увеличением индустриализации и урбанизации возникает необходимость в эффективных методах опреснения подземной воды, чтобы обеспечить чистую питьевую воду для местного населения [2].

Актуальность данного исследования связана с проблемой доступности и качества водных ресурсов в Республике Казахстан, которые имеют такое же важное значение для страны, как нефть, газ или металлы. Президент Казахстана в своем ежегодном Послании подчеркнул этот факт и поручил усилить мониторинг состояния водных ресурсов. Принимая во внимание рост населения и экономики, к 2040 году дефицит воды в Казахстане может достигнуть 12-15 миллиардов кубических метров. Зависимость страны от ресурсов трансграничных водных источников ставит перед фермерами и промышленниками потребность в качественном анализе и прогнозе по воде. Утраты в сельском хозяйстве, которое является основным потребителем воды, достигают 40% в некоторых регионах. Фактическое износное состояние водохозяйственных объектов превышает 60%. Для решения этой проблемы необходимо предпринять решительные и оперативные меры, в том числе ускорить внедрение передовых водосберегающих технологий с целью обработки до 150 тыс. гектаров в год. Эти меры требуют скоординированных усилий со стороны правительства, промышленных предприятий и сельскохозяйственных организаций. Необходимо также инвестировать в современные методы очистки и рециркуляции воды, а также в развитие инфраструктуры для управления водными ресурсами [3].

Недостаток пресной воды становится глобальной проблемой уже сегодня. Растущие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляют все страны и ученых всего мира искать различные способы решения этой проблемы. На сегодняшний день ключевые направления для эффективного использования водных ресурсов включают в себя улучшение и расширение использования пресных водных ресурсов, а также разработку новых технологических процессов, направленных на предотвращение загрязнения водоемов и сокращение потребления пресной воды [4].

Опреснение воды представляет собой совокупность мероприятий, направленных на снижение содержания солей в воде до уровней, соответствующих стандартам для питьевого использования и промышленного применения. В случае питьевого использования, уровень минерализации воды не должен превышать 1000 мг/л [5].

Из-за этого существует серьезная проблема с качеством питьевой воды, которая вызвана загрязнением естественных водных источников и неудовлетворительным процессом очистки. Сегодня процессы очистки воды становятся все более распространенными в

технологической сфере. Это делает вопрос снижения стоимости очистки питьевой, технической и сточной воды особенно актуальным [6].

В связи с этим, использование природных сорбентов, которые могут быть найдены на территории Республики Казахстан, включая Западно-Казахстанскую область, представляется перспективным [7].

Необходимо провести научные исследования для выработки основ использования природных сорбентов в процессе водоподготовки. Это включает анализ имеющейся информации о их применении и определение оптимальных методов их использования в конкретных технологических процессах очистки воды.

Применение природных сорбентов для очистки подземных вод является эффективным и экологически устойчивым подходом к решению проблемы загрязнения водных ресурсов. Разработка и внедрение технологий, основанных на природных сорбентах, в области водоподготовки могут значительно улучшить качество питьевой воды и обеспечить стабильность водоснабжения в будущем [8].

Наибольший ущерб от загрязнения окружающей среды приходится на водные ресурсы, которые являются основным местом скопления различных загрязнений. За последние три десятилетия произошли значительные изменения в использовании водных ресурсов, что привело к увеличению социальной значимости вопросов водопользования. Этот сдвиг в структуре использования воды отражает растущую осведомленность общества о важности сохранения чистоты водных ресурсов для здоровья человека и окружающей среды. Увеличение социальной составляющей водопользования подчеркивает необходимость принятия эффективных мер для защиты водных экосистем и обеспечения устойчивого доступа к чистой питьевой воде для всех членов общества. Такой тренд требует разработки и внедрения стратегий управления водными ресурсами, которые учитывают социальные, экологические и экономические аспекты, чтобы обеспечить устойчивое развитие и благополучие общества в целом [9].

В целом, использование природных сорбентов для опреснения подземной воды представляет собой перспективное и эффективное решение для обеспечения чистой питьевой воды в Казахстане.

С учетом правильного подхода к исследованиям, разработке и внедрению технологий на основе природных сорбентов, Казахстан может значительно улучшить состояние своих подземных водных ресурсов и обеспечить их устойчивое использование на благо местного населения.

Казахстан богат различными природными материалами, которые могут быть использованы в качестве сорбентов для опреснения подземной воды. Примерами таких материалов могут служить кокосовый уголь, бентонитовая глина, диатомовая земля и другие природные минералы. Эти материалы обладают способностью адсорбировать различные загрязнители, такие как тяжелые металлы, органические соединения и бактерии, что делает их идеальным выбором для обработки воды [10].

Что такое сорбенты и почему они важны для опреснения воды?

Сорбенты - это материалы, способные адсорбировать и удерживать загрязнители и токсины из воды. Использование сорбентов для очистки воды - это эффективный метод, который не только устраняет загрязнители, но и улучшает её органолептический состав.

Преимущества использования природных сорбентов. Использование природных сорбентов для опреснения подземных вод обладает рядом преимуществ:

Экологическая безопасность: Природные сорбенты часто биоразлагаемы и не оказывают негативного воздействия на окружающую среду, что делает их предпочтительным выбором с точки зрения экологической устойчивости.

Доступность и низкая стоимость: Многие природные сорбенты доступны в изобилии и не требуют значительных затрат на производство. Это делает использование таких материалов экономически выгодным.

Широкий спектр действия: Природные сорбенты могут эффективно удалять различные загрязнители, включая тяжелые металлы, органические соединения и другие вредные вещества, что делает их универсальным решением для опреснения подземных вод.

Среди всех специализированных методов очистки воды, адсорбционные методы выделяются своей простотой, доступностью, низкой стоимостью и эффективностью [11].

Примеры природных сорбентов

- Бентонит. Химическая формула: $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Бентонит - представляет собой впитывающую набухшую глину, состоящую в основном из монтмориллонита (разновидность смектита), который может быть либо Na-монтмориллонитом, либо Са-монтмориллонитом. Na-монтмориллонит обладает значительно большей способностью к набуханию, чем Са-монтмориллонит.

Бентонит считается эффективным недорогим адсорбентом для удаления ионов хрома (VI) из водных растворов (загрязненных сточных вод). Бентонит обладает высокой сорбционной способностью по отношению к катионам металлов и может быть использован для очистки питьевых и сточных вод. Ключевым параметром, определяющим возможность использования бентонита в качестве фильтрующего материала, является концентрация тяжелых металлов в воде после фильтра и диффузионные свойства [12].

- Диатомит. Химическая формула: $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Диатомит представляет собой природную мягкую кремнистую осадочную породу, которую можно раскрошить в мелкий порошок от белого до почти белого цвета. Он имеет размер частиц от более 3 мм до менее 1 мкм, но обычно от 10 до 200 мкм.

Типичный химический состав высушенной в печи диатомита состоит из 80–90% кремнезема, 2–4% глинозема (в основном принадлежащего глинистым минералам) и 0,5–2% оксида железа. Каждое месторождение диатомита отличается от других: в ней содержатся различные смеси чистой диатомита в сочетании с другими природными глинами и минералами.

- Монтмориллонит. Химическая формула: $(\text{Na}, \text{Ca})_{0,33}(\text{Al}, \text{Mg})_2 (\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Монтмориллонит относится к группе мягких слоистых силикатных минералов, которые образуются при осаждении из водных растворов в виде микроскопических кристаллов, известных как глина. Подобно многим другим видам глин, монтмориллонит приобретает объем при контакте с водой. Однако монтмориллониты расширяются значительно больше, чем другие глины, за счет проникновения воды в межслоевые молекулярные пространства и сопутствующей адсорбции. Монтмориллонит можно использовать для удаления мышьяка из сточных вод. Монтмориллонит эффективен как адсорбент тяжелых металлов, однако его влияние на здоровье человека неизвестно. Предполагается, что адсорбция тяжелых металлов будет применима только при прямом контакте с глиной. В зависимости от региона добычи этой породы, может различаться химический состав.

- Суглинок — это почва, состоящая в основном из песка (размер частиц > 63 микрометра (0,00635 сантиметра)), ила (размер частиц > 2 микрометра (0,0002 сантиметра) и небольшого количества глины (размер частиц < 2 микрометров (0,0002 сантиметра)). По весу его минеральный состав составляет около 40–40–20% концентрации песка, ила и глины соответственно. Однако эти пропорции могут в некоторой степени варьироваться, в результате чего образуются разные типы суглинков: супеси, пылеватые суглинки, глинистые суглинки, супеси, суглинки, илистые суглинки и суглинки.

Химический состав %: SiO_2 — 63,76+68,6; Al_2O_3 - 11,31+14,25; Fe_2O_3 - 4,99+7,43; CaO - 1,81+4,91; MgO — 1,17+2,35; SO — следы; H_2O — 1,8+2,65;



Рисунок 1 – Сорбенты

Особое внимание хотелось бы обратить на бентонит и монтмориллонит. Так как монтмориллонит входит в структуру бентонита, то и сорбционные свойства двух пород схожи. К примеру, при очистке высокоцветных и маломутных природных вод, то есть вод содержащих много окрашенных гумусовых веществ и малые количества дисперсных минеральных примесей используют тонкодиспергированный монтмориллонит преимущественно в натриевой форме в качестве «замутнителя», для применения сернокислого алюминия и других коагулянтов. Очень перспективно применение бентонитов для очистки от сильно загрязненных вод дисперсными примесями органического происхождения, а также растворенными органическими веществами [13].

Для улучшения физико-химических, каталитических и адсорбционных свойств природных сорбентов их активируют или модифицируют. Существует несколько методов активации природных сорбентов, таких как термическая обработка, обработка кислотами и щелочами, применение неорганических и органических веществ, а также гидротермальная обработка. Однако температура активации сорбентов варьирует в широком диапазоне - от 110 до 700 градусов Цельсия, поскольку каждый сорбент имеет свою уникальную природу, минералогический состав и генезис [14].

По отношению к механизму термической активации, общепринятой точкой зрения является то, что увеличение способности сорбента к адсорбции при термообработке обусловлено удалением из него адсорбированной и конституционной воды, что приводит к увеличению общей пористости. Например, алюмосиликат, содержащий 80% масс. Al_2O_3 , гораздо более эффективно адсорбирует H_2PtCl_6 , чем его аналог с 85% содержанием SiO_2 . Повышение кислотности поверхности в результате фторирования или уменьшение количества пор за счет гидротермальной обработки еще сильнее снижают способность алюмосиликата к адсорбции гексахлор-платината (IV) водорода. С другой стороны, алюмосиликат с 85% масс. SiO_2 быстро поглощает $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2$, что также подтверждает механизм термической активации [15].

К улучшениям свойств сорбции у глин и пород можно отнести смешение с другими глинами, активированным углем, и др. Было обнаружено, что электромагнитное воздействие (ИК и УФ обработка) и кислотная активация являются наиболее эффективными методами модификации природных материалов среди рассмотренных. Однако последняя методика требует применения агрессивных реактивов, использования химически стойкого оборудования и возникает проблема с образованием дополнительных стоков, что требует дополнительных расходов на утилизацию [16].

Материалы и методы исследований. При анализе испытуемой воды применены следующие методики и методы исследования в испытуемых образцах как общая жесткость и количественное содержание хлоридов воде.

Определение общей жесткости воды титриметрическим методом. Жесткость играет ключевую роль при оценке качества воды, будь то для технических нужд, питьевого потребления или использования на промышленных объектах с определенными требованиями. Основное влияние на жесткость воды оказывает количество кальциевых катионов, а магний влияет на нее в меньшей степени [17].

По термину «жесткость воды» понимают суммарную концентрацию катионов двухвалентных щелочноземельных металлов, прежде всего кальция и магния, содержащихся в питьевой и природной водах. Понятие жесткости отражает содержание разных элементов в растворе, поэтому ее принято выражать в ммоль-экв/л. При жесткости до 4 ммоль-экв/л вода считается мягкой, от 4 до 8 ммоль-экв/л – средней жесткости, от 8 до 12 ммоль-экв/л – жесткой, более 12 – очень жесткой [18].

Определение содержания хлоридов в питьевой воде методом аргентометрии осуществляется через титриметрические процессы, основанные на образовании осадков малорастворимых соединений. Однако не все реакции, сопровождающиеся выпадением осадков, пригодны для объемного анализа. Возможны только определенные реакции, которые должны соответствовать определенным критериям: реакция должна проходить строго в соответствии с химическим уравнением и без возникновения побочных процессов. Образующийся осадок должен быть практически нерастворимым и выпадать достаточно быстро, чтобы избежать образования насыщенных растворов. Кроме того, необходимо, чтобы

конечная точка титрования могла быть определена с помощью индикатора. И, наконец, явления адсорбции (соосаждения) должны быть минимальными, чтобы не исказить результаты определения [19].

Определение адсорбционной активности по йоду. По простоте и точности метод йодометрии считается одним из лучших методов количественного анализа. Этот метод основан на окислительно-восстановительных реакциях превращения свободного йодида в йодид-ионы [20].

Результаты исследования и обсуждения. При анализе испытуемой воды определены следующие показатели в испытуемом образцах как общая жесткость и количественное содержание хлоридов воде до и после очистки с помощью активированного угля и природного минерального сорбента: бентонита, суглинок, опоки сырой и термически модифицированной при 800 °С.

Для исследования воды после очистки с помощью активированного угля берутся гранулы 1- 3 мм диаметра из расчета 1 грамм на 100 мл, 3 грамм на 100 мл и 5 на 100 мл испытуемой воды, которые раздробляются и высеиваются через сито определенного диаметра.

При очистке воды с помощью минерального сорбента берётся в следующих пропорциях 10 грамм, 20 грамм и 30 грамм на 100 миллилитров воды соответственно.

Все опытные образцы хорошо перемешиваются и отстаиваются сутки. Фильтрованная проба воды далее исследуется с помощью титриметрического метода анализа. Как описано в табл.1 вода до очистки воды была исследована на некоторые органолептические и физико-химические свойства, такие как температура, цветность, мутность, вкус, запах, pH среды, общая жесткость и хлориды.

Из показателей стало известно, что вода соответствует по многим нормам, но и есть превышение выше нормы в таких параметрах как содержание растворенных ионов хлорида в воде и общая жесткость имеет средний показатель.

Ввиду этого продолжая работу, особый упор был сделан на понижение этих численных значений в воде.

Таблица 1 – Описание свойств и химических элементов исследуемой подземной воды «Аккурай» из модульного контура 1

№	Физико-химические свойства воды	норма	результат	описание
1	Температура воды	7-11 °С.	11 °С	соответствует
2	Цветность воды	не должна быть выше 20 град. (в особых случаях не выше 35 град.)	30 град. Вода имеет зеленоватый оттенок (есть цветение)	соответствует
3	Мутность	Не выше 1,5 мг/л.	1,5 мг/л.	соответствует
4	Вкус	Может быть соленым, горьким, сладким и кислым. Природные воды обладают, как правило, только солоноватым и горьковатым привкусом.	Солёный вкус	Солёный вкус вызывается содержанием хлорида натрия
5	Запахи	По нормам СанПиН 2.1.4.559-96 запах воды должен быть не более 2 баллов	3 балла - заметные запах или привкус, легко обнаруживаемые	Повышен на 1 единицу
6	Активная реакция воды	По нормам СанПиН 2.1.4.559-96 pH	pH = 6,8	реакция воды нейтральная,

		питьевой воды должен быть в пределах 6,0...9,0		соответствует
7	Жесткость	По нормам СанПиН 2.1.4.1074-01 жесткость питьевой воды должна быть не выше 7 (10) мг-экв/л, (или не более 350 мг/л).	5,5 мг-экв/л	соответствует, вода средней жесткости (от 4 до 8 мг-экв/л)
8	Хлориды	ПДК хлоридов в воде питьевого качества - 300...350 мг/л	443 мг/л	Повышен на 100 единиц

Таблица 2 – Сравнительная таблица результатов анализа подземной воды месторождения Аккурай, контура 1, очищенная через активированный уголь и минеральные сорбенты: бентонит, суглинок, опоки сырой и термически модифицированной при 800 °С

№	Физи-ко-хими-чески-е-свойс-тва-воды	нор-ма	результат															
			До-очистки	После-очистки-активирован-ным-углем			После-очистки-бентонитом			После-очистки-суглинок			После-очистки-с-сырой-опоки			После-очистки-с-модифицир-ованной-опокой		
				1: 10 0	2: 10 0	3: 10 0	10: 10 0	20: 10 0	30: 10 0	10: 10 0	20: 10 0	30: 10 0	10: 10 0	20: 10 0	30: 10 0	10: 10 0	20: 10 0	30: 10 0
1	Темп-ерату-ра-воды	7-11 °С.	11 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	15 °С	
2	Цветн-ость-воды-град.	не-дол-жна-быт-ь-выш-е-20-град-.	30 Вода-имеет-зеленов-атый-оттенок	20	10	5	25	20	15	25	20	15	30	25	20	20	15	10
3	Мутн-ость	Не-выш-е-1,5-мг/л-.	1,5-мг/л.	1	1.	1	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4	Вкус	соле-ный-,--горь-кий,-,слад-кий-и-кис-лым-.	Солёны-й-вкус	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Запах-и	не-бол-ее-2-бал-лов	3-балла- -заметн-ые-запах-или-привкус-,--легко	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

			обнару живаем ые															
6	Актив ная реакц ия воды	в пре делах 6,0 ...9, 0	pH = 6,8	6, 8	6, 8	6, 8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	Жестко сть	не выш е 7 (10), мг- экв/ л	5,5	5, 5	5, 5	5, 45	4	3	2	3,5	2,5	2,2 5	5,5	4,5	4,5	4,2 5	4,0	3,5
8	Хлор иды	ПД К хлор ид ов в воде - мг/л	443	30 5	29 2	28 2	44 7	45 8	46 7	44 5	44 5	44 5	29 6	30 1	33 7	35 5	31 9	30 1

Подводя итоги по данным сравнительной таблицы (таблица 2) результатов анализа очищенная через активированный уголь и минеральные сорбенты: бентонит, суглинок, опоки сырой и термически модифицированной при 800 °С показали, что жесткость воды у минеральных сорбентов бентонит и суглинок имеют выраженное понижение в отличии с другими сорбентами.

Опока как сырая так и термически модифицированная проявляла специфическую активность в сорбции хлорид ионов в воде. Как описано в табл.2 вода до очистки воды была исследована на некоторые органолептические и физико-химические свойства, такие как температура, цветность, мутность, вкус, запах, pH среды, общая жесткость и хлориды. Из показателей стало известно, что вода соответствует по многим нормам, но и есть превышение выше нормы в таких параметрах как содержание растворенных ионов хлорида в воде и общая жесткость имеет средний показатель.

Вывод. Ввиду этого продолжая работу, особый упор был сделан на понижение этих численных значений в воде. Указаны характеристики исследованной воды прошедшая очистку с активированным углем в соотношениях 1:100, 2:100, 3:100 г/мл к пробе. Путем титриметрического анализа, было выявлено что, активированный уголь в количестве от 138 мг/л до 161 мг/л уменьшает хлорид содержание в воде, но не влияет на показатели жесткости воды. Для улучшения показателя жесткости нужно рассмотреть минеральные сорбенты понижающие как жесткость, так и хлорид содержание в воде. Очистка воды с помощью сырой опоки (табл.2) показало результаты в пробах 20 граммов сорбента на 100 мл испытуемой воды, где идет незначительное понижение как жесткости воды от 5,5 мг-экв/л до 4,5 мг-экв/л, так и хлористых веществ в пробе от 443 мг/л до 301 мг/л, что соответствует нормам в СанПИН. Полученные результаты анализа физико-химических характеристик испытуемой пробы воды с помощью опоки термически модифицированной при 800 °С дает хорошие результаты как в снижении жесткости воды, так и в снижении хлоридов в воде в соотношениях 30 : 100 г/мл опоки к воде, в сравнении с сырой опокой. Жесткость воды у минеральных сорбентов бентонит и суглинок имеют выраженное понижение в отличии с другими сорбентами. Но данные минералы не дают эффективной очистки от хлористых солей в сравнении с опокой как сырой, так и термически модифицированной, которые проявляли специфическую активность в сорбции хлорид ионов в воде. Ввиду этого нужно рассмотреть разные композиции данных природных минеральных сорбентов в очищении различных видов воды для улучшения их физико-химических, органолептических и технологических качеств.

Благодарности. Данное исследование выполнено в рамках исполнения проекта грантового финансирования по теме № АР АР19679003 «Разработка технологии обводнения с опреснением минерализованных подземных вод путем фильтрации с использованием природных неуглеродных модифицированных сорбентов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Bhattacharya, P., et al. (2018). "Groundwater for Sustainable Development: Problems, Perspectives and Challenges." Elsevier.
- 2 ООН: Нехватка питьевой воды к 2030 году затронет 40 % населения планеты.
URL: <http://ziwa.org/ru/Report.aspx?uid=2013100832&id=90-0&th=%D0%9E%D0%9E%D0%9D%3%2B2030%2B%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83%2B%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%83> (дата обращения: 15.05.2021г.).
- 3 "Токаев, К.-Ж.К. Послание Президента РК К.-Ж.К.Токаева от 1.09.2023 г. Народу Казахстана [Электронный ресурс]. - 2023."
- 4 Freeze, R.A., and Massmann, J. (eds.). (2019). "Groundwater Geochemistry: A Practical Guide to Modeling of Natural and Contaminated Aquatic Systems." Springer.
- 5 Chen, D., Wang, Y., Li, N., ... Du, Y., Sun, K. Transcriptomic and physiological analyses of *Trichoderma citrinoviride* HT-1 assisted phytoremediation of Cd contaminated water by *Phragmites australis* // BMC Microbiology. - 2024. - Т. 24, № 1. - С. 93.
- 6 Liu, X., Jiang, Z., Tang, X., ... Wang, Y., Xu, M. Geochemical characteristics and origin of the formation water of the Saline Lake Basin: a case study of the Quaternary Qigequan Formation in the Sanhu Depression, Qaidam Basin // Geoscience Letters. - 2024. - Т. 11, № 1. - С. 14.
- 7 Оразова С.С., Белов В.М., Евстигнеев В.В. Эффективность использования природных сорбентов Восточного Казахстана в очистке воды от ионов тяжелых металлов (Cu^{2+}) // Известия Томского политехнического университета. - 2007. - Т. 3, № 2. - С. 150-152.
- 8 Sun, W.-J., Tang, Q.-T., Lu, T.-H., ... Sun, G.-G., Tan, Y.-Z. Adsorption performance of bentonite and clay for Zn(II) in landfill leachate // Geoenvironmental Disasters. - 2024. - Т. 11, № 1. - С. 4.
- 9 Wang, H.-M., Hu, G.-R., Luo, W.-Y., Li, F.-L. The horizontal gene transfer of perchlorate reduction genomic island in three bacteria from an ecological niche // Applied Microbiology and Biotechnology. - 2024. - Т. 108, № 1. - С. 1-12.
- 10 Abdykadyrov, A., Marxuly, S., Tashtay, Y., ... Bazarbay, A., Akylzhan, P. Study of the process of cleaning water-containing iron solutions using ozone technology // Water Conservation and Management. - 2023. - Т. 7, № 2. - С. 148-157.
- 11 Везенцев, А.И. Адсорбционные свойства продуктов обогащения природных монтмориллонитсодержащих глин // Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2011. - С. 103-108.
- 12 Вахобов Ж.В., Умиров Ф.Э., Тагаев И.А., Мажидов Х.Б. Перспективы очистки оборотных и сточных вод химических предприятий природными сорбентами // Universum: технические науки. - 2022. - № 9-4 (102). - С. 56-61.
- 13 Шамханов М.Ч. Адсорбенты на основе природного бентонита // Вестник магистратуры. - 2021. - № 5-5 (116). - С. 34-37.
- 14 Зеленцов В.И., Дацко Т.Я. Электрообработка природных сорбентов // Электронная обработка материалов. - 2006. - № 3. - С. 128-137.
- 15 Лосева А.С., Комов Д.Н., Ламихова А.П., Казаринов И.А. Физико-химические свойства композитных сорбентов на основе бентонита, модифицированного пиролизным углеродом в условиях низкотемпературной каталитической карбонизации // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. - 2022. - Т. 22, № 1. - С. 9-15.
- 16 Дудина С.Н. Модифицирование сорбентов на основе природных глинистых материалов // Региональные геосистемы. - 2013. - Т. 25, № 24 (167). - С. 131-134.
- 17 Отбор проб и сохранение проб в соответствии с СТ РК ИСО 5667-1 и ИСО 5667-3. 6.1

- 18 ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости.
- 19 СТ РК ИСО 9297-2008. Качество воды. Определение содержания хлорида. Титрование нитратом серебра с хроматным индикатором (метод Мора).
- 20 ГОСТ 18190-72. Межгосударственный стандарт. Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора. Метод йодометрии

REFERENCES

- 1 Battacharya, P., et al. (2018). "Groundwater for Sustainable Development: Problems, Perspectives and Challenges." Elsevier.
- 2 OON: Nekhvatka pit'voi vody k 2030 godu zatonet 40 % naseleniia planety. URL: <http://ziwa.org/ru/Report.aspx?uid=2013100832&id=90-0&th=%D0%9E%D0%9E%D0%9D%3%2B2030%2B%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83%2B%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%83> (data obrashcheniia: 15.05.2021g.).
- 3 "Tokayev, K.-Zh.K. Poslanie Prezidenta RK K.-Zh.K.Tokaeva ot 1.09.2023 g. Narodu Kazakhstana [Elektronnyi resurs]. - 2023."
- 4 Freeze, R.A., and Massmann, J. (eds.). (2019). "Groundwater Geochemistry: A Practical Guide to Modeling of Natural and Contaminated Aquatic Systems." Springer.
- 5 Chen, D., Wang, Y., Li, N., ... Du, Y., Sun, K. Transcriptomic and physiological analyses of *Trichoderma citrinoviride* HT-1 assisted phytoremediation of Cd contaminated water by *Phragmites australis* // BMC Microbiology. - 2024. - T. 24, № 1. - S. 93.
- 6 Liu, X., Jiang, Z., Tang, X., ... Wang, Y., Xu, M. Geochemical characteristics and origin of the formation water of the Saline Lake Basin: a case study of the Quaternary Qigequan Formation in the Sanhu Depression, Qaidam Basin // Geoscience Letters. - 2024. - T. 11, № 1. - S. 14.
- 7 Orazova S.S., Belov V.M., Evstigneev V.V. Effektivnost' ispol'zovaniia prirodnkh sorbentov Vostochnogo Kazakhstana v oчитke vody ot ionov tiazhelykh metallov (Si²⁺) // Izvestiia Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. - 2007. - T. 3, № 2. - S. 150-152.
- 8 Sun, W.-J., Tang, Q.-T., Lu, T.-H., ... Sun, G.-G., Tan, Y.-Z. Adsorption performance of bentonite and clay for Zn(II) in landfill leachate // Geoenvironmental Disasters. - 2024. - T. 11, № 1. - S. 4.
- 9 Wang, H.-M., Hu, G.-R., Luo, W.-Y., Li, F.-L. The horizontal gene transfer of perchlorate reduction genomic island in three bacteria from an ecological niche // Applied Microbiology and Biotechnology. - 2024. - T. 108, № 1. - S. 1-12.
- 10 Abdykadyrov, A., Marxuly, S., Tashtay, Y., ... Bazarbay, A., Akylzhan, P. Study of the process of cleaning water-containing iron solutions using ozone technology // Water Conservation and Management. - 2023. - T. 7, № 2. - S. 148-157.
- 11 Vezentsev, A.I. Adsorbtsionnye svoistva produktov obogashcheniia prirodnkh montmorillonitsoderzhashchikh glin // Belgorod: Belgorodskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet, 2011. - S. 103-108.
- 12 Vakhobov Zh.V., Umirov F.E., Tagaev I.A., Mazhidov Kh.B. Perspektivy oчитki oborotnykh i stoknykh vod khimicheskikh predpriatii prirodnymi sorbentami // Universum: tekhnicheskie nauki. - 2022. - № 9-4 (102). - S. 56-61.
- 13 Shamkhanov M.Ch. Adsorbenty na osnove prirodnogo bentonita // Vestnik magistratury. - 2021. - № 5-5 (116). - S. 34-37.
- 14 Zelentsov V.I., Datsko T.Ia. Elektroobrabotka prirodnkh sorbentov // Elektronnaia obrabotka materialov. - 2006. - № 3. - S. 128-137.
- 15 Loseva A.S., Komov D.N., Lamikhova A.P., Kazarinov I.A. Fiziko-khimicheskie svoistva kompozitnykh sorbentov na osnove bentonita, modifitsirovannogo piroliticheskim uglepodom v usloviakh nizkotemperaturnoi kataliticheskoi karbonizatsii // Izvestiia Saratovskogo universiteta. Novaya seriia. Seriia Khimiia. Biologiia. Ekologiia. - 2022. - T. 22, № 1. - S. 9-15.
- 16 Dudina S.N. Modifitsirovanie sorbentov na osnove prirodnkh glinistykh materialov // Regional'nye geosistemy. - 2013. - T. 25, № 24 (167). - S. 131-134.
- 17 Otor prob i sokhranenie prob v sootvetstvi s ST RK ISO 5667-1 i ISO 5667-3. 6.1
- 18 GOST 31954-2012. Voda pit'evaia. Metody opredeleniia zhestkosti.

19 ST RK ISO 9297-2008. Kachestvo vody. Opredelenie soderzhaniia khlorida. Titrovanie nitratom serebra s khromatnym indikatorom (metod Mora).

20 GOST 18190-72. Mezhdgosudarstvennyi standart. Voda pit'evaia. Metody opredeleniia soderzhaniia ostatocnogo aktivnogo khloro. Metod iodometrii

АННОТАЦИЯ

Проведенное исследование воды после очистки с использованием различных сорбентов показало, что активированный уголь эффективно уменьшает содержание хлоридов в воде, но не влияет на показатели жесткости. Бентонитовая глина снижает жесткость воды до нормативных значений, однако приводит к увеличению содержания хлоридов, возможно, из-за хлористых солей в самой глине. Суглинок также снижает жесткость воды, не влияя на содержание хлоридов, но его эффективность ниже по сравнению с бентонитовой глиной. Сырая и термически модифицированная опока показали хорошие результаты как в снижении жесткости воды, так и в уменьшении содержания хлоридов. Опока проявила специфическую активность в сорбции хлорид-ионов в воде. Рекомендуются исследовать различные комбинации этих сорбентов для оптимальной очистки различных типов воды с целью улучшения их химических и физических свойств.

ӨОЖ 658.264
ҒТАХР 44.31.41

Басирова Ә.Б., техника және технологиялар магистрі, <https://orcid.org/0000-0003-2004-6818>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ.
Жәңгір хан көш. 51, 090009, Қазақстан, a.bassirova@mail.ru

Bassirova A.B., master of engineering and technology, <https://orcid.org/0000-0003-2004-6818>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st.
Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, a.bassirova@mail.ru

ҚАЗАҚСТАНДА ЖЫЛУ ГЕОТЕРМАЛДЫҚ СОРҒЫЛАРДЫ ҚОЛДАНУ USING OF THERMAL GEOTHERMAL PUMPS IN KAZAKHSTAN

Түйін

Энергоүнемдеу жылдан жылға өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Жылу және электр энергиясын өндіруге жұмсалатын шығындардың құрылымында отын шығыны 70 % жетеді және отын-энергетикалық ресурстардың бағасының өсуіне байланысты артып келеді. Сондықтан қазіргі таңда жылу және электр энергиясын өндіруде баламалы энергия көздерін пайдалануға ерекше көңіл бөлінеді. Дүниежүзілік энергетикалық комитетің болжамы бойынша 2020 жылдары жоғары дамыған елдердегі жылу өндірісінің 75 % жылу сорғыларының көмегімен жүзеге асырылады [1].

Мысалы, жылу сорғысы 1 кВт электр энергиясын тұтына отырып 3 кВт жылу энергиясын береді. Төмен потенциалды биоэнергия өндірісі экологияға зардап келтірмейді, су, ауа және топырақты ластамайды.

Бұл мақалада ғимараттар мен құрылыстарды жылытудың және ыстық сумен қамтамасыз етудің ең тиімді әдістерінің бірі-жылу сорғыларының біздің климаттық аудандар үшін тиімді қолдану жолдарын талдау көрсетілген. Жылу сорғылары жүйесі көп функциялы құрылғы болып табылғандықтан, оны тек суық мезгілде жылыту үшін ғана емес, сонымен қатар жылы ауа баптау үшін, сондай-ақ тұрмыстық қажеттіліктер үшін ыстық су дайындау және пайдаланылған ауаны кәдеге жарату үшін, бөлмелерді желдету мақсатында пайдалануға болады. Осы типтегі жылу сорғылардың көмегімен жылуды алу мұздату тереңдігінен 1,5-2 метрден аспайтын жерасты орналастыру арқылы жүзеге асады. Яғни жерасты төмен потенциалды жылу көзін пайдалану дәстүрлі электр қазандықтары, дизель қазандықтары сияқты т.б. жылумен қамтамасыз ету көздерін қолдануды қысқарту, яғни отын-энергетикалық ресурстарды үнемдеу және қоршаған ортаның ластануын азайтуға мүмкіндік береді.