

УДК 628.387:330.322.5

**Л. В. Боронина^а, Ю. Ю. Юрьев^б, С. С. Захаров^б, А. А. Бавинова^б, С. В. Цанкан^б,
С. В. Деточка^б**

^а *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

^б *Волгоградский государственный технический университет*

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НИЖНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ

В последние десятилетия биосфера Нижневолжского региона подвергается значительному антропогенному и техногенному воздействию. Наибольшую нагрузку испытывает водная среда, являясь конечным приемником большинства загрязняющих веществ. За последние 30 лет существенно изменилась структура водопользования, что выразилось в резком увеличении социальной составляющей. Доля хозяйственно-питьевого водоснабжения возросла с 9 % в 1970 г. до 25 % в 2019 г. В связи с этим актуальна проблема качества питьевой воды, обусловленная загрязнением природных вод, недостаточной очисткой на водопроводных станциях и вторичным загрязнением в распределительных сетях. Особую значимость вопрос водоочистки приобретает в контексте удешевления процесса очистки питьевой воды. В этом отношении перспективным является использование природных сорбентов для удаления из воды дисперсных примесей, нефти и нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, красителей, радиоактивных загрязнений и других веществ, источники которых имеются на территории Астраханской области. Необходимо провести анализ состава сооружений очистки питьевой воды в городских и сельских населенных пунктах Астраханской области, выявить экологические проблемы водных источников, изучить минералогический состав природных сорбентов региона и предложить технологии очистки питьевой воды с их использованием. Для этого следует обобщить имеющиеся данные о применении технологий и наметить рациональные пути их использования в конкретных технологических процессах водоочистки.

Ключевые слова: водоочистка, питьевая вода, природный сорбент, экологическая безопасность.

Введение

В настоящее время Российская Федерация обладает значительными водными ресурсами, включающими свыше 20 % мировых запасов пресной воды из поверхностных источников. Несмотря на обилие водных ресурсов, наблюдается высокая степень загрязнения водоемов и тенденция к увеличению доли сбрасываемых в водные объекты неочищенных сточных вод. Согласно данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, общий объем загрязненных сточных вод, сбрасываемых в водоемы, составляет 28 км³ в год, из которых нормативно очищенными являются лишь 10 % (2,8 км³). В коммунальном хозяйстве очищается только 13 % сточных вод. Ежегодно в водоемы страны сбрасывается 1000 т цинка, 700 т никеля, 150 т меди и хрома, а также 120 т кадмия. Этого количества токсичных веществ достаточно для загрязнения более 500 км³ воды, что сопоставимо с годовым стоком рек России.

В Нижневолжском регионе помимо этого существуют проблемы обеспечения питьевой водой. Источником водоснабжения населения Астраханской области, шестого по величине региона, расположенного в Поволжье, являются поверхностные воды. Их доля в балансе хозяйственно-питьевого

водоснабжения составляет более 99,7 %¹. Для иллюстрирования сложившейся в Астраханской области экологически катастрофической ситуации по качеству поверхностных и подземных водоисточников и его отрицательного влияния на дельтовую часть Волги и Северный Каспий на рис. 1 представлена схема движения водных потоков.

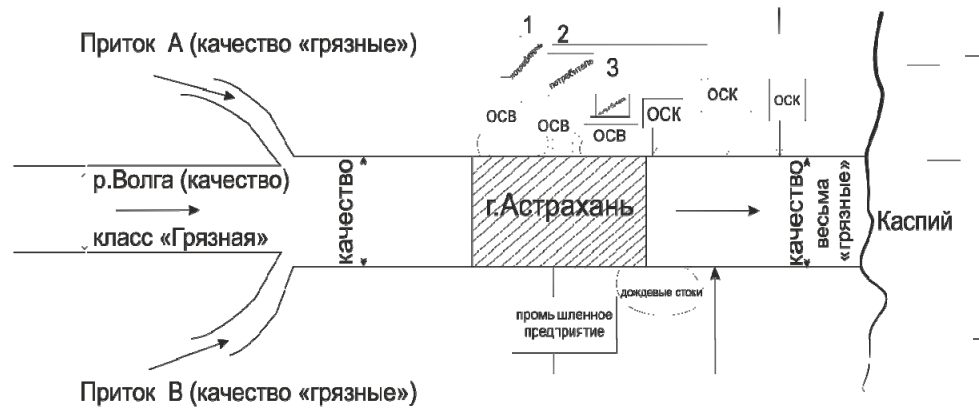


Рис. 1. Схема, поясняющая водные потоки р. Волги в Астраханской области:
точка 1 — створ, Ахтубинский район; точка 2 — створ, г. Астрахань;
точка 3 — створ, Лиманский район

На схематическом изображении наглядно показано, что в Волгу, классифицируемую как «грязная» по уровню загрязненности, поступают воды различных притоков с аналогичным уровнем загрязнения. Класс и категория загрязненности водоисточника определяются в соответствии с классификацией, изложенной в РД 52.24.643—2002.

В пределах г. Астрахани происходит интенсивное изъятие и использование природной воды населением и промышленными предприятиями. При этом использованная вода подвергается очистке на канализационных очистных сооружениях (КОС) для бытовых сточных вод, после чего сбрасывается обратно в водоисточник. В то же время в сельской местности отсутствуют КОСы, и 80 % изъятая и использованная вода потребляется безвозвратно. Это свидетельствует о нарушении самоочищающей способности водоисточника, его экологическом истощении и, как следствие, ухудшении качества воды.

Вместе с увеличением загрязнения источников питьевого водоснабжения наблюдается ухудшение санитарно-технического состояния водопроводных систем и сетей. Современные сооружения для водоподготовки и используемые технологические методы уже не способны обеспечить необходимое качество питьевой воды, так как они рассчитаны на уровни загрязнения поверхностных вод, существовавшие 40...50 лет назад, и в основном направлены на улучшение органолептических и микробиологических характеристик воды.

¹ Доклад об экологической ситуации в Астраханской области в 2022 году. URL: <http://aonb.astranet.ru/informatsionnyie-resursyi.html>; Доклад об экологической ситуации в Астраханской области в 2021 году. URL: <http://aonb.astranet.ru/informatsionnyie-resursyi.html>.

Остаточные количества реагентов, применяемых в процессе водоподготовки, влияют на скорость коррозии металлических водопроводных труб. Стальные и чугунные трубы начинают протекать уже через 5...6 лет эксплуатации. В результате длительного контакта с корродированными металлическими трубами вода приобретает запах (3...4 балла), цветность (до 100° и выше), увеличивается содержание железа (до 5...6 мг/л), меди, цинка, возрастает мутность² [1]. Традиционные методы водоподготовки на городских водоочистных сооружениях Астраханской области включают обработку воды по классическим двухступенчатым или одноступенчатым схемам, основанным на использовании микрофилтрации (когда содержание водорослей в воде превышает 1000 кл/мл), коагуляции воды сульфатом алюминия с последующим ее отстаиванием или осветлением в слое взвешенного осадка, скорой филтрации или контактном осветлении и дезинфекции воды хлором. Для поддержания водопроводных сооружений в необходимом санитарном состоянии и частичного обесцвечивания вод, содержащих гумусовые соединения, проводится первичное хлорирование воды, поступающей на очистную станцию. В большинстве сельских населенных пунктов Астраханской области отсутствует полный спектр очистных сооружений. Процесс обработки воды на водопроводах включает забор воды, отстаивание, примитивное хлорирование (или его отсутствие) и доставку к потребителю через систему трубопроводов.

В небольших населенных пунктах часто используются водозаборные сооружения, совмещенные с насосной станцией первого подъема мобильного типа (плавающие насосные станции). В условиях сложной гидрологии и гидрогеологии, таких как значительные колебания уровней воды в водоисточниках (1,5...3,0 м), смещения русла, подтопления и разрушения береговой линии, решение о строительстве и эксплуатации плавающих сооружений становится единственно надежным и экологически безопасным.

Для обеспечения населения очищенной водой в последние годы в практику водоснабжения малых населенных пунктов Астраханской области внедрены водоочистные установки модульного типа «Исток». Однако их продуктивность близка к нулю, так как они сложны в эксплуатации из-за ограниченной рабочей площади, невозможности замены фильтрующей загрузки (единственная ревизия на фильтрах имеет диаметр 40 см), а также возможности образования застойных зон в фильтрах при промывке из-за несовершенства промывной системы. Такие зоны становятся местом размножения патогенных микроорганизмов и источником вторичного загрязнения воды. Наличие наружных трубопроводов способствует в зимний период замерзанию воды в трубах и возникновению аварийных ситуаций, а в летний период — перегреву воды в трубах сверх нормативного значения, что также способствует развитию патогенных микроорганизмов и дополнительному загрязнению воды.

Рассматривая эти схемы с современных позиций, можно отметить, что существующие технологические схемы не только не способны достаточно надежно и эффективно выполнять свои функции, но и оказывают негативное воздействие на очищенную в них воду. Кроме того, установлено, что процесс

² Там же.

хлорирования воды в ходе водоподготовки не оказывает значительного влияния на удаление метаболитов, продуцируемых массово развивающимися видами цианобактерий (сине-зеленых водорослей). Взаимодействие с хлором приводит к образованию хлорорганических соединений, обладающих мутагенными свойствами. Исследования мутагенной активности питьевой воды показали, что при существующих режимах хлорирования происходит интенсивное образование мутагенов, а также радикальных и ион-радикальных частиц, которые могут обладать продолжительным временем жизни. При попадании в организм эти частицы могут выступать в качестве инициаторов и промоторов процесса канцерогенеза.

Для удаления растворенных в воде вредных веществ традиционную схему водоочистки необходимо усовершенствовать. Дезодорация воды может быть достигнута путем коагуляции и флокуляции примесей с последующей фильтрацией, однако для устранения устойчивых запахов и привкусов, характерных для волжского водоисточника в летний период, требуется применение специализированных технологий. Запахи и привкусы, вызванные органическими соединениями, устраняются методом сорбции, для чего используются активированный антрацит, порошкообразный и гранулированный активированный уголь (АУ), углеродные волокнистые материалы и неуглеродные сорбенты (клиноптилолит, цеолиты и др.). Сорбционный метод является более эффективным по сравнению с окислительным, так как он основан на удалении органических соединений из воды, а не на их разрушении. Однако АУ, наиболее широко применяемый в процессах водоочистки материал, является дефицитным и дорогостоящим. В текущих условиях необходимо исследовать применение местных природных сорбентов, аналогичных по характеристикам АУ, которые добываются в непосредственной близости от места использования. Это позволяет расширить их применение в процессах очистки воды.

Анализ современной научной и технической литературы подтверждает обоснованность выбранного направления исследований в рамках целей и задач данной работы.

Материалы и методы

В ходе исследования проанализированы опоки Каменнаярского месторождения, расположенного в Черноярском районе Астраханской области. Эти опоки классифицируются как кремнистые природные сорбенты и характеризуются высоким содержанием общего кремнезема, достигающим 86 %, и аморфного кремнезема (растворимого в 5 % растворе КОН) до 61 %.

В среднем по месторождению исследованные породы представляют собой плотные алюмосиликатные, цеолитсодержащие образования светлого и темно-серого оттенков, варьирующиеся от алевроитовой до мелко-саммитовой размерности.

Эффективность сорбции исследована в проточных условиях. Для этого минерал, измельченный до необходимого размера частиц, помещали в колонку диаметром 6 см и высотой 23 см между двумя полипропиленовыми прокладками сверху и снизу, чтобы предотвратить вымывание мелких частиц материала из фильтра.

Объем вносимого материала составлял 0,5 л. Скорость подачи воды на фильтры устанавливалась в пределах 2...3 мл/мин.

Эффективность применения сорбентов для очистки воды оценивалась путем сравнения органолептических, физико-химических, микробиологических и токсикологических показателей исходной и обработанной воды.

Для оценки достоверности полученных результатов и их взаимосвязей использовался критерий Стьюдента при 95%-м уровне вероятности [2].

Результаты

Общий объем запасов опок Каменнаярского месторождения, расположенного в Черноморском районе Астраханской области, оценивается примерно в 200 млн т, из которых около 70 млн т находятся на поверхности.

Изученные опоки представляют собой слабоглинистые, алевролитовые, целолитовые минералы. Согласно данным [1], в составе опок присутствуют два типа цеолитов: клиноптилолит и филлипсит. Опоки характеризуются относительно высоким содержанием оксида алюминия по сравнению с аналогичными материалами, что значительно увеличивает их катионообменную емкость (50...75 мг-экв). В отличие от цеолитов опоки обладают полифункциональностью, что позволяет использовать их для решения широкого спектра экологических задач. Они не содержат даже следовых количеств соединений свинца, кадмия, мышьяка и бериллия [3], что исключает возможность дополнительного загрязнения окружающей среды тяжелыми токсичными металлами.

В таблице 1 представлены результаты исследований минерального состава опок, выполненных методом трех проб: исходной опоки — фракция $(1,0...4,0) \times 10^{-3}$ м, опоки, промытой водой, и осадка, образующегося после промывки опок³ [3].

Таблица 1

Минеральный состав, %, опоки Каменнаярского месторождения по данным рентгенофазового анализа

Наименование пробы	ОКТ-фаза*	Кварц	Гидрослюда	Монтмориллонит	Цеолит	Кальцит
Опока исходная, фракция $(1,0...4,0) \times 10^{-3}$ м	86	4	3	5	2	—
Опока, отмытая водой, $(1,0...4,0) \times 10^{-3}$ м	93,5	3	1,5	2	—	—
Осадок после отмытки водой, $< 1,0 \times 10^{-3}$ м	78	4,5	2	18	2	0,8

*ОКТ — опал-кристаллит-тридимитовая фаза.

Согласно результатам рентгенофазового анализа доля опал-кристаллит-тридимитовой (ОКТ) фазы в опоке является значительной и составляет 86 % в исходной пробе и 93,5 % в промытой пробе. Доля глинистых минералов (монтмориллонита) невелика и составляет 5 и 2 % соответственно, содержание кварца — 4 и 3 %, а гидрослюды — 3 и 1,5 %. Кроме того, в исходной пробе обнаружен цеолит в количестве 2 % [4]. Осадок, полученный после промывки, также характеризуется высоким качеством: содержание ОКТ составляет 78 %, монтмориллонита — 18 %, кварца — 4,5 %. Масса осадка после промывки составляет 0,3 % от исходной массы опоки [5, 6].

³ Применение природного цеолита для очистки воды. URL: http://www.zeolite.spb.ru/water_main.htm.

Опоки состоят на 75...80% из активного опал-кristобалитового кремнезема, содержание глинистых минералов варьирует в пределах 20...23 %, а содержание обломочных частиц не превышает 1 % [7, 8] (рис. 2).

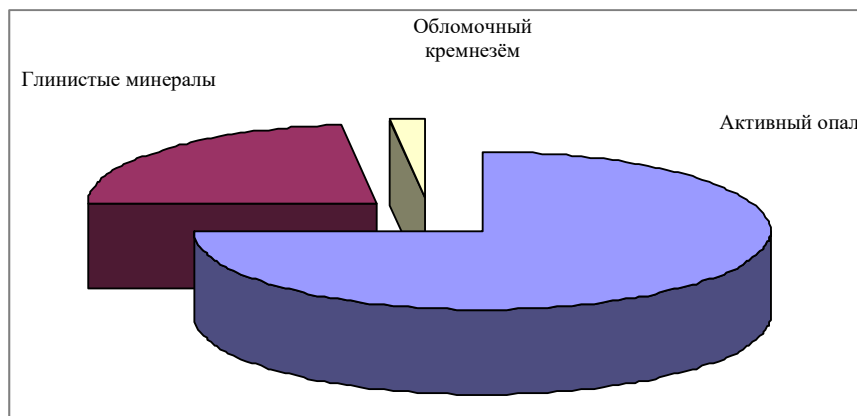


Рис. 2. Минералогический состав опок Каменноярского месторождения Черноярского района Астраханской области

Минералогический состав опок изучен с использованием химического, термографического, рентгенографического и электронно-микроскопического методов анализа. Опоки Каменноярского месторождения Астраханской области содержат SiO_2 — 75...80 %, Al_2O_3 — 18...23 %, Fe_2O_3 — 0,5...1,0 %, H_2O — 0,2...0,5 %, CaSO_4 — 0,3...0,5 %, CaCO_3 — 0,2...0,8 % (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав опок Астраханской области

Компоненты	Содержание, %	Допустимые уровни, не более, %
SiO_2 , %	75...80	—
Al_2O_3 , %	18...23	—
Свинец, мг/кг	1,27	32,0
Кадмий, мг/кг	менее 0,1	1,0
Мышьяк, мг/кг	0,01	2,0
Ртуть, мг/кг	0,01	2,1
Марганец, мг/кг	10,3	100,0
Медь, мг/кг	0,8	3,0
Кобальт, мг/кг	0,5	3,0
Молибден, мг/кг	0,5	3,0
Магний, мг/кг	50,0	100,0
Цинк, мг/кг	12,5	23,0
Стронций-90, Бк/кг	0,5	—
Цезий-137, Бк/кг	0,7	—
Уран (радий), %	0,1	—
Эффективная удельная активность, Бк/кг	1,3	370
Содержание бенз(а)пирена и других полиядерных ароматических, мкг/кг	9,33	50

Данные химического анализа свидетельствуют о наличии монтмориллонита [9, 10] как одного из основных породообразующих минералов трепеловидных пород, образующих опоки Астраханской области (рис. 3).

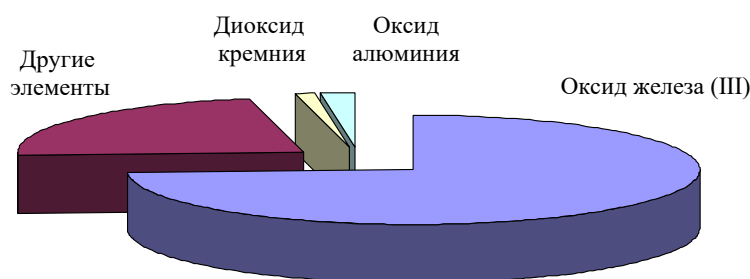


Рис. 3. Химический состав опок Астраханской области

Как представлено на рис. 3, опоки Каменноярского месторождения, расположенного в Черноярском районе Астраханской области, характеризуются высоким содержанием диоксида кремния и оксида алюминия [10, 11]. Это свойство обуславливает их потенциал в качестве сорбционных материалов [2]. Концентрация остальных химических элементов незначительна и находится в пределах допустимых норм. Следовательно, данные опоки могут быть интегрированы в технологический процесс водоочистки, направленный на снижение цветности и устранение запахов, что делает их пригодными для использования в системах подготовки питьевой воды [12].

Выводы и заключение

1. Преобладающее большинство (свыше 90 %) действующих водоочистных станций в Астраханской области применяют технологии 1960-х гг. [13—15] и не обеспечивают удаление хлорорганических соединений. На большинстве водоочистных станций используется дезинфекция хлором и хлорсодержащими реагентами, что, обеспечивая обеззараживание, наносит значительный экологический ущерб водным объектам. В настоящее время отсутствуют технологии, специально предназначенные для удаления антропогенных загрязнений.

2. Исследованный сорбент является перспективным для применения в системах и средствах улучшения качества воды в коммунальном водоснабжении малых и средних населенных пунктов [15, 16].

3. На основании рентгенофазовых исследований можно заключить, что структура опок схожа со структурой α -кварца. Однако речь идет не о чистых структурах α -кварца, а о различных метастабильных формах кремнезема. Кроме того, опоки содержат несколько различных модификаций SiO_2 , которые формируют кластеры различного строения. Этот факт объясняет высокие сорбционные свойства опок по сравнению с чистым кварцем.

4. Вода, обработанная на сорбционных фильтрах на основе опок из Каменноярского месторождения Черноярского района Астраханской области, улучшает свои биологические свойства за счет глубокой очистки от химических загрязнений, снижения токсичности, а также обогащения эссенциальными макро- и микроэлементами.

5. Целесообразно продолжить исследования в направлении использования опок для разработки индивидуальных и коллективных средств очистки воды в полевых условиях.

Проведены комплексные исследования, включающие анализ распространения и концентраций химических и микробиологических загрязнителей природных вод, а также их вторичное загрязнение в системах водоснабжения. Установлено, что существующие технологии водоподготовки не обеспечивают получение питьевой воды высокого качества. В результате значительная часть населения потребляет воду, не соответствующую санитарным нормам и стандартам. В работе представлена гигиеническая оценка эффективности существующих и перспективных методов и средств очистки питьевой воды. Обобщен отечественный опыт использования местных природных сорбентов в процессах водоочистки и водоподготовки как эффективных средств удаления загрязнений.

Применение фильтров с опоками из Каменнаярского месторождения позволяет удалять избыточное содержание ионов железа в диапазоне концентраций от 0,5 до 40 мг/л. На основе использования сорбционных водоочистных устройств могут быть разработаны установки малой производительности (10...20 л/сут) для индивидуального использования, средней производительности (до 2000 л/сут) для коллективного использования и высокой производительности (до 20 м³/сут) для небольших водопроводных станций. Преимуществом таких установок является возможность многократной (до 50 циклов) регенерации в процессе эксплуатации [17].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алыков Н. М., Алыкова Т. В. Опoki Астраханской области. Астрахань : Изд-во Астраханского гос. ун-та, 2005. 250 с.
2. Освоение наилучших доступных технологий водоочистки для промышленных предприятий / Н. Г. Вурдова, Ю. Ю. Юрьев, О. С. Брошко, А. Г. Тимофеев, В. В. Изотов, Е. В. Москвичева, И. С. Ляшенко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 2(91). С. 130—139.
3. Алыкова Т. В. Химический мониторинг объектов окружающей среды. Астрахань : Изд-во Астраханского пед. ун-та, 2002. 210 с.
4. Демин А. П. Сточные воды и качество воды в бассейне реки Волга (2000—2015) // Ученые записки. 2016. № 48. С. 55—71.
5. Boronina L. V., Sadchikov P. N., Tazhieva S. Z., Moskvicheva E. V. Studying seasonal dynamics of surface water pollution in Lower Volga Basin // Water Resources. 2016. Vol. 43. No. 4. Pp. 657—662.
6. Михеева И. В. Водные объекты и состояние водоснабжения территории Южного федерального округа: Материалы XII Международной науч.-практич. конф. «ТЕХНОВОД — 2019». Новочеркасск, 2019. С. 74—83.
7. Боронина Л. В., Медведев А. А. Концепция сохранения и предотвращения загрязнения реки Волги (на примере Астраханской области) // Сборник докладов XIV Международной науч.-технич. конф., посвященной памяти академика РАН С. В. Яковлева и 90-летию со дня создания факультета «ВиВ» МГСУ. М., 2019. С. 5—8.
8. Boronina L., Israilov R., Fomichev V. Deodorization of water at water treatment plants in the lower Volga with activated anthracite // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 251. 03046. DOI: 10.1051/mateconf/201825103046.
9. Marwa El-A., Mohamed F. S., Rehab K. M. Cost estimation of synthesis and utilization of nano-adsorbents on the laboratory and industrial scales: A detailed review // Science of The Total Environment. 2023. Vol. 875. Pp. 1626—1629.

10. *Matheus A. S., Charles W. I. H., Giselle M. M.* Residual diatomaceous earth as a potential and cost effective biosorbent of the azo textile dye Reactive Blue 160 // Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol. 8. Iss. 1. 2020. DOI: 10.1016/j.jece.2019.103617.4.

11. *Sheng-Jie Y., Ahmad H.-B., Huan-Ping C.* Mistakes and inconsistencies regarding adsorption of contaminants from aqueous solutions: A critical review // Water Research. 2017. Vol. 120. Pp. 88—116.

12. *Тарасевич Ю. И.* Природные сорбенты в процессах очистки воды. Киев : Наукова думка, 1981. 207 с.

13. *Москвичева Е. В., Быков А. А., Алексиков А. Е., Геращенко А. А.* Повышение эффективности работы сооружений очистки нефтесодержащих сточных вод // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2007. № 2. URL: http://vestnik.vgasu.ru/attachments/2-3-11_0507.pdf.

14. *Смирнов А. Д.* Сорбционная очистка воды. Л. : Химия, 1982. 168 с.

15. *Елисеева Т. П., Ежова И. М., Лакирбая И. Д.* Исследование воздействия техногенных факторов на окружающую среду с целью обоснования управленческих решений по обеспечению экологической безопасности регионов России // Инженерный вестник Дона. 2014. № 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2361.

16. *Милешкин С. И.* Сравнение материалов, применяемых в качестве фильтрующей загрузки на фильтрах доочистки сточных вод // Молодежь и наука: материалы международной науч.-практ. конф. старшеклассников, студентов и аспирантов «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина». 2020. Нижний Тагил, 2020. С. 257—260.

17. *Бирман Ю. А., Вурдова Н. Г.* Инженерная защита окружающей среды. Очистка вод. Утилизация отходов. М. : АСВ, 2002. 295 с.

© *Боронина Л. В., Юрьев Ю. Ю., Захаров С. С., Бавинова А. А., Цанкан С. В., Деточка С. В., 2024*

*Поступила в редакцию
в июне 2024 г.*

Ссылка для цитирования:

Экологически безопасные технологии очистки питьевой воды Нижневолжского региона на основе природных сорбентов / Л. В. Боронина, Ю. Ю. Юрьев, С. С. Захаров, А. А. Бавинова, С. В. Цанкан, С. В. Деточка // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 3(96). С. 77—86. DOI: 10.35211/18154360_2024_3_77.

Об авторах:

Боронина Людмила Владимировна — канд. техн. наук, доц. каф. теплоснабжения и вентиляции, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (МГСУ). Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26

Юрьев Юрий Юрьевич — канд. техн. наук, доц., зав. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Захаров Сергей Сергеевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Бавинова Анна Анатольевна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Цанкан Сергей Владимирович — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Деточка Сергей Васильевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Lyudmila V. Boronina^a, Yurii Yu. Yur'ev^b, Sergey S. Zakharov^b, Anna A. Bavinova^b,
Sergey V. Tsankan^b, Sergey V. Detochka^b**

^a *Moscow State University of Civil Engineering*

^b *Volgograd State Technical University*

ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGIES FOR PURIFICATION OF DRINKING WATER IN THE LOWER VOLGA REGION BASED ON NATURAL SORBENTS

In recent decades, the biosphere of the Lower Volga region has been experiencing colossal anthropogenic and technogenic impacts. The aquatic environment experiences the greatest pressure of ecotoxicity, being the final reservoir of most pollutants. Over the past 30 years, the structure of water use has changed significantly, which is reflected in a sharp increase in the social component of water use. The share of domestic drinking water supply increased from 9 % in 1970 to 25 % in 2019. In connection with this, there is a real problem of drinking water quality, determined by contamination of natural water, unsatisfactory purification at water supply stations, and secondary pollution in distribution networks. The particular relevance of the issue of water purification is determined by its reduction in the cost of drinking water purification. In this regard, the use of natural sorbents for removing dispersed impurities, oil and oil products, surfactants, dyes, radioactive contamination, etc., deposits of which are located in the Astrakhan region, seems very promising. In this regard, it is necessary to analyze the composition of drinking water purification facilities in urban and rural settlements of the Astrakhan region, identify problems of the ecological state of water sources, study the mineralogical composition of natural sorbents in the Astrakhan region and propose technologies for drinking water purification using natural sorbents. To do this, it is necessary to summarize the available information on their use, as well as outline rational ways of their use in specific technological processes of water treatment.

Key words: water treatment, drinking water, natural sorbent, environmental safety.

For citation:

Boronina L. V., Yur'ev Yu. Yu., Zakharov S. S., Bavinova A. A., Tsankan S. V., Detochka S. V. [Environmentally safe technologies for purification of drinking water in the Lower Volga region based on natural sorbents]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 3, pp. 77—86. DOI: 10.35211/18154360_2024_3_77.

About authors:

Lyudmila V. Boronina — Candidate of Engineering Sciences, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU). 26, Yaroslavskoe highway, Moscow, 129337, Russian Federation

Yurii Yu. Yur'ev — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Sergey S. Zakharov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Anna A. Bavinova — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Sergey V. Tsankan — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Sergey V. Detochka — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation