

3 **Петров, О. А.** Применение суперкавитирующих аппаратов для обработки отходов в жидких средах / О. А. Петров, В. И. Романовский // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2015. – № 2 (92). – С. 82–84.

4 **Романовский, В. И.** Материалы для очистки сточных вод на основе отработанных синтетических ионитов / В. И. Романовский, В. Н. Марцуль // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы докл. междунар. науч.-техн. конф. БГТУ, Минск, 19–20 ноября 2008 г. / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол. : И. М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – С. 141–142.

5 **Петров, О. А.** Применение суперкавитирующих аппаратов для обработки ионитов / О. А. Петров, В. И. Романовский // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов : материалы докл. междунар. науч.-техн. конф. БГТУ, Минск, 25–27 ноября 2009 г. / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол. : И. М. Жарский [и др.]. – Минск, 2009. – С. 123–126.

6 **Моняк, Т. М.** Анализ перспектив использования отходов гальванических производств / Т. М. Моняк, Л. В. Кулибичкая, В. И. Романовский // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. – 2020. – № 16. – С. 96–102.

7 **Романовский, В. И.** Проблемы утилизации отходов водоподготовки и очистки сточных вод в Беларуси / В. И. Романовский, А. А. Федоренчик, А. Д. Гуринович // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2011. – № 2 (68). – С. 66–69.

8 **Куличик, Д. М.** Кислотное выщелачивание железа из железосодержащих осадков станций обезжелезивания / Д. М. Куличик, В. И. Романовский, В. В. Лихавицкий // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 52–54.

9 Элементный состав и фазовый состав гальванических шламов, осадков очистных сооружений машиностроительных и приборостроительных предприятий Республики Беларусь / В. Н. Марцуль [и др.] // Природные ресурсы. – 2013. – № 1. – С. 113–118.

10 Кислотное выщелачивание железа из осадков коагуляции природных вод / М. С. Осинин [и др.] // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 50–52.

УДК 628.196

## НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ

*Д. Э. ПРОПОЛЬСКИЙ*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*А. В. ПАПКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Наличие в подземных водах повышенной концентрации железа Fe (II) и марганца Mn (II) является наиболее распространённой проблемой водоподготовки всех бассейнов рек Республики Беларусь [1]. Причиной повышенной концентрации Fe и Mn может являться растворение минералов и железо-, марганецсодержащих пород в результате фильтрации осадков в условиях подземных вод. Кроме того, износ автомобильных деталей в результате коррозии, применение различных технических жидкостей может стать причиной загрязнения почвы данными металлами. Для питьевой воды предельно-допустимая концентрация Fe (II) составляет 0,3 мг/л, для Mn (II) – 0,1 мг/л [2].

Важным фактором выбора метода обезжелезивания и деманганации будут являться особенности каждого отдельного взятого источника водоснабжения. К традиционным методам удаления железа и марганца относятся аэрация с последующей фильтрацией [3–6], метод «сухой» фильтрации, использование коагулянтов, электрокоагуляция, напорная флотация, добавление окислителей, таких как хлор, гипохлорит натрия, перманганат калия (KMnO<sub>4</sub>), озонирование, а также подщелачивание воды с помощью извести, окисление на основе каталитической загрузки. Реже применяются методы, такие как ионообменный метод, обезжелезивание в пласте («Vyredox») [7], мембранная и биологическая фильтрация. Нетрадиционные методы позволяют очищать подземные воды от нескольких загрязняющих веществ одновременно. Возможными недостатками и ограничениями данных методов можно выделить низкие допустимые исходные концентрации железа и марганца, присутствие в воде железо- и марганцевых бактерий, сложности в эксплуатации и высокие эксплуатационные расходы. Также при использовании реагентов возникает необходимость хранения и регулярного контроля его дозы, а также использования образованных осадков.

Важно отметить, что обязательным этапом удаления железа и марганца для большинства методов является фильтрация через зернистые материалы. Это связано с образованием осадков железа и марганца после процесса окисления, осадков коагуляции и т. д. Для эффективной работы фильтров необходимо обосновать выбор фильтрующего материала по техническим и экономическим параметрам. Наиболее распространёнными материалами загрузки фильтров обезжелезивания выделяют кварцевый песок, активированный уголь [8, 9], антрацит [10–13], керамзит, цеолит, пиролюзит и другие материалы [14]. Между тем в качестве исходных материалов для дальнейшей модификации могут применяться недорогие материалы либо переработанные отходы производств [15–18]. Различного рода воздействия на исходный материал (обработка высокими температурами, реагентами) позволяет изменять параметры полученной загрузки [19]. Также перспективным является применение в качестве каталитического слоя модифицированных материалов с полифункциональными покрытиями [9, 20]. Нанесение различных оксидов металлов на поверхность материала позволяет решать несколько задач водоочистки, таких как каталитическое окисление железа и марганца, а также инактивация микроорганизмов, удаление нитратов, фосфатов и тяжёлых металлов. Одновременно с изменением химического состава поверхности можно улучшить или изменить физико-химические свойства материала, такие как текстура, механическая прочность, шероховатость и другие. Всё это позволит снизить затраты станции водоподготовки, стоимость очищенной подземной воды и устранить последствия воздействия автотранспорта на источники водоснабжения.

#### Список литературы

- 1 **Романовский, В. И.** Анализ загрязнений источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь / В. И. Романовский // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2014. – № 2. – С. 65–67.
- 2 Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 янв. 2021 г., № 37 // Pravo.by. / Нац. правов. интер. портал Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
- 3 **Yushchenko, V.** Influence of ammonium nitrogen on the treatment efficiency of underground water at iron removal stations / V. Yushchenko, E. Velyugo, V. Romanovski // Groundwater for Sustainable Development. – 2023. – No. 22. – P. 100943.
- 4 Recycling of iron-rich sediment for surface modification of filters for underground water deironing / V. Romanovski [et al.] // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2021. – No. 9 (4). – P. 105712.
- 5 **Yushchenko, V.** Development of a new design of deironing granulated filter for joint removal of iron and ammonium nitrogen from underground water / V. Yushchenko, E. Velyugo, V. Romanovski // Environmental Technology. – 2023. – No. (45) 14. – P. 2735–2742.
- 6 Концепция «Умный город»: научно-практические аспекты : [монография] / О. С. Голубова [и др.] ; под общ. ред. А. В. Губерта. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2021. – 224 с.
- 7 **Hurynovich, A.** Artificial replenishment of the deep aquifers / A. Hurynovich, V. Ramanouski // In E3S Web of Conferences. EDP Sciences. – 2018. – Vol. 45. – P. 00025.
- 8 **Пропольский, Д. Э.** Модифицированный активированный уголь для обезжелезивания подземных вод / Д. Э. Пропольский, В. И. Романовский, Е. В. Романовская // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 47–50.
- 9 **Пропольский, Д. Э.** Полифункциональный модифицированный уголь для очистки подземных вод / Д. Э. Пропольский, В. И. Романовский // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2020. – № 4. – С. 103–111.
- 10 **Романовский, В. И.** Очистка промывных вод станций обезжелезивания с использованием отходов водоподготовки / В. И. Романовский, П. А. Клебеко, Е. В. Романовская // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2018. – № 2 (104). – С. 90–92.
- 11 **Клебеко, П. А.** Очистка подземных вод от железа с использованием модифицированных антрацитов / П. А. Клебеко, В. И. Романовский // Молодежь в науке – 2016 : сб. материалов XIII Междунар. науч. конф. / Совет молодых ученых Национальной академии наук Беларуси. – Минск, 2017. – С. 347.
- 12 **Клебеко, П. А.** Модифицированные антрациты – эффективные каталитические материалы для обезжелезивания подземных вод / П. А. Клебеко, В. И. Романовский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2020. – № 7. – С. 24–29.
- 13 **Клебеко, П. А.** Влияние условий синтеза на фазовый состав модифицированного покрытия антрацитов для обезжелезивания подземных вод / П. А. Клебеко, В. И. Романовский // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2020. – № 2. – С. 65–67.
- 14 **Клебеко, П. А.** Обезжелезивание подземных вод модифицированным огнеупорным шамотом / П. А. Клебеко, В. И. Романовский // Водное хозяйство России : проблемы, технологии, управление. – 2021. – № 4. – С. 103–111.
- 15 **Куличик, Д. М.** Кислотное выщелачивание железа из железосодержащих осадков станций обезжелезивания / Д. М. Куличик, В. И. Романовский, В. В. Лихавицкий // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 52–54.
- 16 Кислотное выщелачивание железа из осадков коагуляции природных вод / М. С. Осинин [и др.] // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 50–52.

17 **Ramanouski, V. I.** Purification of washing waters of iron removal stations. Proceedings of BSTU / V. I. Ramanouski, N. A. Andreeva // Chemistry and technology of inorganic substances. – 2012. – No. 3. – P. 62–65.

18 **Романовский, В. И.** Проблемы утилизации отходов водоподготовки и очистки сточных вод в Беларуси / В. И. Романовский, А. А. Федоренчик, А. Д. Гуринович // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2011. – № 2 (68). – С. 66–69.

19 **Горелая, О. Н.** Влияние дозы восстановителя на свойства магнитных сорбентов из осадков станций обезжелезивания / О. Н. Горелая, В. И. Романовский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2022. – № 1. – С. 32–37.

20 **Пропольский, Д. Э.** Эффективность обезжелезивания подземных вод с использованием модифицированных каталитических материалов / Д. Э. Пропольский, В. И. Романовский // Технологія-2019 : матеріали XXII Міжнар.наук.-техн. конф., 26–27 квіт. 2019 р., м. Северодонецьк : в 2 ч. – Северодонецьк : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, – 2019. – Ч. 1. – С. 85–86.

УДК 625.8

## ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

*В. И. СЛЕПЦОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В условиях постоянного воздействия факторов окружающей среды и недостаточного обслуживания объекты недвижимости могут испытывать такие проблемы, как трещины, сколы и деформации материалов; разрушение элементов конструкции из-за коррозии, гниения или других процессов; влияние влаги, плесени и насекомых, что приводит к ухудшению состояния конструкций. Регулярный мониторинг и плановое обслуживание позволяют выявлять и устранять проблемы на ранних стадиях, предотвращая серьезные повреждения и продлевая срок эксплуатации объекта. [1]. Регулярные проверки и обследование технического состояния зданий и сооружений крайне важны для выявления скрытых дефектов, раннее обнаружение проблем позволяет предотвратить серьезные повреждения, своевременное вмешательство помогает избежать аварийных ситуаций. Регулярное обслуживание и ремонт поддерживают надежность и безопасность объектов. Регулярные проверки помогают соответствовать стандартам и нормам безопасности. Эти меры обеспечивают безопасность пользователей и снижают риски аварий и обрушений.

Условия проведения работ по обследованию зависят от нескольких факторов. Их условно можно разделить на временные, эксплуатационные и пр.

Факторы, влияющие на условия проведения обследования зданий и сооружений.

1 Факторы времени:

- для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга;
- по истечении нормативных сроков эксплуатации.

2 Эксплуатационные факторы:

- при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе эксплуатации зданий и сооружений;
- по результатам последствий пожаров, стихийных бедствий аварий;

3 Прочие факторы:

- по изменению технологического назначения сооружения;
- если сооружения попадают в зону влияния строительства.

Таким образом, при проведении работ по обследованию, в зависимости от вышеуказанных факторов, цели могут быть различными [3]:

- мониторинг текущего состояния объекта в соответствии с регламентируемыми сроками эксплуатации;
- выяснение возможности узаконения выполненных без проекта реконструкций, перепланировок, самовольных построек;
- определение способности к перепланировке, увеличению этажности, модернизации или реконструкции;
- оценка качества строительно-монтажных работ или соответствия выполненных работ проектной документацией;
- установление возможности нормальной эксплуатации зданий или сооружений.