

УДК 628.196

**Определение максимальных концентраций растворов нитратов для синтеза монофункциональных модифицированных фильтрующих материалов**

Шеко А.Д.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель Пропольский Д. Э., ст. преподаватель

*Для обеспечения населения Республики Беларусь питьевой водой надлежащего качества обязательным является соблюдение требований Постановления Совета Министров №137. Среди имеющихся проблем водоподготовки наиболее актуальной проблемой в стране остаётся обезжелезивание подземных вод. Фильтрация через инертные материалы является одним из наиболее распространённых методов удаления железа. Перспективным рассматривается применение для этих целей модифицированных фильтрующих материалов. Важное условие получения таких материалов – подбор оптимальных параметров синтеза. В данном докладе определены максимальные концентрации растворов для получения монофункциональных модифицированных фильтрующих материалов.*

Важным условием жизнедеятельности человека является обеспечение населения качественной питьевой водой. Даже при наличии источника питьевого водоснабжения, водоподготовка таких объектов требует ряда мер в зависимости от концентраций имеющихся загрязнений. Между тем одним из наиболее актуальных проблем водоподготовки в Республике Беларусь остаётся удаление железа. Мониторинг подземных вод [1] показывает ярко выраженную тенденцию превышения ПДК по железу (более 0,3 мг/л) по всей территории Республики. Наиболее распространённым методом обезжелезивания подземных вод является фильтрация через инертные материалы. Эффективность работы данного вида загрузки может быть снижена из-за наличия в воде форм железобактерий [2-4].

Решение данной проблемы достигается при использовании модифицированных фильтрующих материалов. Модификация позволяет изменять химический состав поверхности исходного материала с нанесением эффективного окислителя. В качестве исходных материалов могут использоваться доступные и распространённые загрузки (антрацит [5-7], активированный уголь [8-10], кварцевый песок и т.д.), а также переработанные отходы производств. Модификация также должна

осуществляться доступными и эффективными методами. Среди таковых можно выделить метод экзотермического горения в растворах (SCS) как один из перспективных.

В результате экспериментальных исследований монофункциональных модифицированных материалов, полученных методом SCS [8], определялись оптимальные параметры синтеза. При подготовке растворов в качестве окислителя выступали нитраты железа ( $Fe(NO_3)_3$ ) либо цинка ( $Zn(NO_3)_2$ ), а восстановителя – лимонная кислота *CA* ( $C_6H_8O_7$ ) либо мочевины *U* ( $CH_4N_2O$ ). Рассматриваемые концентрации данных реагентов были установлены в диапазоне от 5 до 40% от концентраций насыщенных растворов нитратов *Fe* (824,8 г/л) или *Zn* (1180 г/л) при температуре 20°C [11]. Исходные образцы вымачивались в растворе в течении 20 минут. После отфильтрованный материал помещался в сушильный шкаф при температуре 100°C. Время высушивания определялось в зависимости от изменения массы материала (от массы исходного сырого материала до постоянной массы). В результате оптимальное время высушивания составило: для образцов *Fe* – 15 минут, а образцов *Zn* – 27 минут. Термическая обработка в муфельной печи проводилась в течении 5 минут при температуре 600°C. В результате экзотермической реакции происходил резкий рост температуры в течении 1 минуты. После полученный материал извлекался из печи, остывал при комнатной температуре и промывался дистиллированной водой и высушивался.

Таким образом максимальные концентрации растворов составили *Fe U* 35%, *Fe CA* 30%, *Zn-U* 30% и *Zn-CA* 20%. Для образцов выше данных концентраций наблюдалось слипание зёрен уже на этапе высушивания. Кроме того, для образцов с *CA* наблюдалось активное пенообразование и загустевание раствора. Для более тщательного анализа полученных образцов монофункциональных модифицированных материалов необходимо проведение лабораторных исследований состава их поверхности. Это также позволит обозначить наиболее перспективные образцы для дальнейшего исследования их эффективности к удалению железа из подземных вод [12-15]. Также перспективным является разработка полифункциональных фильтрующих материалов.

## Литература

1. Новицкая, А.В. Проблема обезжелезивания и деманганации подземных вод / А. В. Новицкая ; науч. рук. Д. Э. Пропольский // Материалы 80-ой студенческой научно-технической конференции в рамках Международного молодежного форума «Креатив и инновации' 2024», 21 мая 2024 года [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический

университет, ФЭС, Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»; сост.: С. А. Дубенок, М. И. Лемеш – Минск : БНТУ, 2024. – С. 46-51.

2. Prapolski D., Romanovski V. (2025) Resent advances in underground water deironing and demanganization: comprehensive review. *Journal of Water Process Engineering*. 70. 107089. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2025.107089>.

3. Пропольский, Д. Э. Обзор достижений водоподготовки в области деферризации и демангации подземных вод / Д. Э. Пропольский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2025. – №1. – С. 18–26. DOI: 10.35776/VST.2025.01.03

4. Романовский, В.И. Анализ загрязнений источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь / В.И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2014. – №2. – С. 65–67.

5. Smorokov A. et al. Low-temperature method for desiliconization of polymetallic slags by ammonium bifluoride solution // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2023. – Vol. 30. – №. 11. – P. 30271-30280. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24230-y>.

6. Smorokov A. et al. Low-temperature desiliconization of activated zircon concentrate by NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub> solution // *Minerals Engineering*. – 2022. – Vol. 189. – P. 107909. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107909>.

7. Smorokov A. et al. A novel low-energy approach to leucoxene concentrate desiliconization by ammonium bifluoride solutions // *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. – 2023. – Vol. 98. – №. 3. – P. 726-733. <https://doi.org/10.1002/jctb.7277>.

8. Propolsky, D. Modified activated carbon for deironing of underground water / D. Propolsky, E. Romanovskaia, W. Kwapinski, V. Romanovski // *Environmental Research*. – 2020. – Vol. 182. – P. 108996.

9. Пропольский, Д.Э. Модифицированный активированный уголь для обезжелезивания подземных вод / Д.Э. Пропольский, В.И. Романовский, Е.В. Романовская // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – №2. – С. 47–50.

10. Пропольский Д. Э., Романовский В. И. Полифункциональный модифицированный уголь для очистки подземных вод // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. – 2020. – №. 4. – С. 103-111.

11. Рабинович В. А. Хавин З. Я // *Краткий химический справочник*. – Л.: Химия. – 1977.

12. Romanovski V. et al. Gypsum binder with increased water resistance derived from membrane water desalination waste // *Engineering Reports*. – 2025. – Vol. 7. – №. 1. – P. e13028. <https://doi.org/10.1002/eng2.13028>.

13. Romanovski V. et al. Comparative analysis of the disinfection efficiency of steel and polymer surfaces with aqueous solutions of ozone and sodium hypochlorite // Water. – 2024. – Т. 16. – №. 5. – С. 793.

14. Kamarou M. et al. High-strength gypsum binder with improved water-resistance coefficient derived from industrial wastes // Waste Management & Research. – 2025. – Vol. 43. – №. 2. – P. 213-224. <https://doi.org/10.1177/0734242X241240042>.

15. Kamarou M. et al. High strength anhydrite cement based on lime mud from water treatment process: one step synthesis in water environment, characterization and technological parameters // Engineering Reports. – 2025. – Vol. 7. – №. 1. – P. e13054. <https://doi.org/10.1002/eng2.13054>.

УДК 504.4

### **Оценка антропогенного воздействия на водные ресурсы реки Вилия**

Светлова Я.С., Супрон П.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель Колобаев А.Н., д.т.н., профессор

*В статье проведена оценка антропогенного воздействия на поверхностные водные ресурсы реки Вилия с учётом трёх основных влияющих факторов: функционированием Вилейско-Минской водной системы, эксплуатацией Белорусской атомной электростанцией и водоснабжением города Вилейка.*

Оценка антропогенного воздействия на поверхностные водные ресурсы (речной сток) осуществляется сравнительно просто. Для этого необходимо располагать данными о безвозвратном водопотреблении и потерях воды, т.е. данными о разности объёмов забираемой и сбрасываемой воды и данными о разности между испарением с водной поверхности водохранилищ и испарением с поверхности суши, затопленной водохранилищами. Учитываются также объём сработки или наполнения водохранилищ за рассматриваемый период и ущерб речному стоку вследствие заборов воды из подземных источников, гидравлически связанных с речными.

Антропогенное преобразование реки Вилия вызвано тремя основными факторами воздействия: строительством и функционированием Вилейского водохранилища и Вилейско-Минской водной системы, строительством и