

## ОСАЖДЕНИЕ ЖЕЛЕЗА НА ПОВЕРХНОСТИ МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Шеко А. Д., студент,  
Никитин А. Д., студент

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Пропольский Д. Э.

**Аннотация.** Модификация фильтрующих материалов является перспективным направлением водоподготовки подземных вод. Применение таких материалов позволяет использовать в качестве исходного дешёвые загрузки либо отходы производств, улучшить состояние окружающей среды и снизить затраты станций водоподготовки подземных вод.

Согласно Национальной системе мониторинга окружающей среды Республики Беларусь повышенное содержание соединений двухвалентного железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ) и марганца ( $\text{Mn}^{2+}$ ) актуально для всех подземных вод страны. Это может быть вызвано их взаимодействием с дождевыми водами, которые прошли фильтрацию через почву с Fe и Mn содержащими минералами и породами. Предельно допустимая концентрация по железу и марганцу составляют 0,3 мг/л и 0,1 мг/л соответственно. Использование питьевой воды с превышением данных показателей приводит к неблагоприятным последствиям на здоровье человека и систему водоснабжения.

Существующие методы деферризации и деманганации подземных вод [1, 2] включают в себя либо требуют этап фильтрации через слой инертного материала. Этот этап позволяет удерживать осадки, которые были образованы в результате окисления, в частности Fe и Mn. Эффективность фильтрации подземных вод будет во многом зависеть от экономически и технически обоснованного выбора фильтрующего материала [3, 4]. Такими материалами могут выступать распространённые природные (кварцевый песок, антрацит, цеолит, гравий и т. д.), а также модифицированные материалы.

В результате модификации (химической и/или термической обработкой) исходный материал приобретает улучшенные физико-химические свойства [4]. Например, нанесение покрытия из оксидов Fe, Mn, Si, Ca, Mg на поверхности загрузки даёт возможность осуществлять обезжелезивание и деманганацию подземных вод методом каталитического окисления.

В данных экспериментальных исследованиях проводилась модификация антрацита с помощью метода экзотермического горения в растворах (SCS). Для этого исходный материал обрабатывался раствором, где окислителем являлся нитрат железа  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  (Fe), а восстановителем – мочевиной  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$  (U) или лимонная кислота  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (CA). Установленные ранее максимальные концентрации нитрата железа в образцах Fe-U и Fe-CA составили 30 % от растворимости нитрата в воде при температуре 20 °С.

Результаты лабораторного исследования полученных образцов показало следующее:

– согласно энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии при увеличении концентраций раствора наблюдается снижение концентрации железосодержащих фаз на поверхности материала;

– согласно результатам сканирующей электронной микроскопии, результаты которого представлены на рисунке 1, распределение железа на поверхности антрацита является неравномерным из-за наличия у антрацита двух разновидностей плоскости: пористой и гладкой. Это приводит к тому, что нанесение железосодержащих фаз на поверхность осуществлялось равномерно в случае с гладкой плоскостью (рис. 1, б), а в случае

с пористой – с ярковыраженными очагами (рис. 1, *a*). Данное наблюдение позволяет сделать вывод, что в результате модификации было получено прочное сцепление между исходным материалом и покрытием, что позволяет осуществлять обезжелезивание и деманганацию подземных вод.

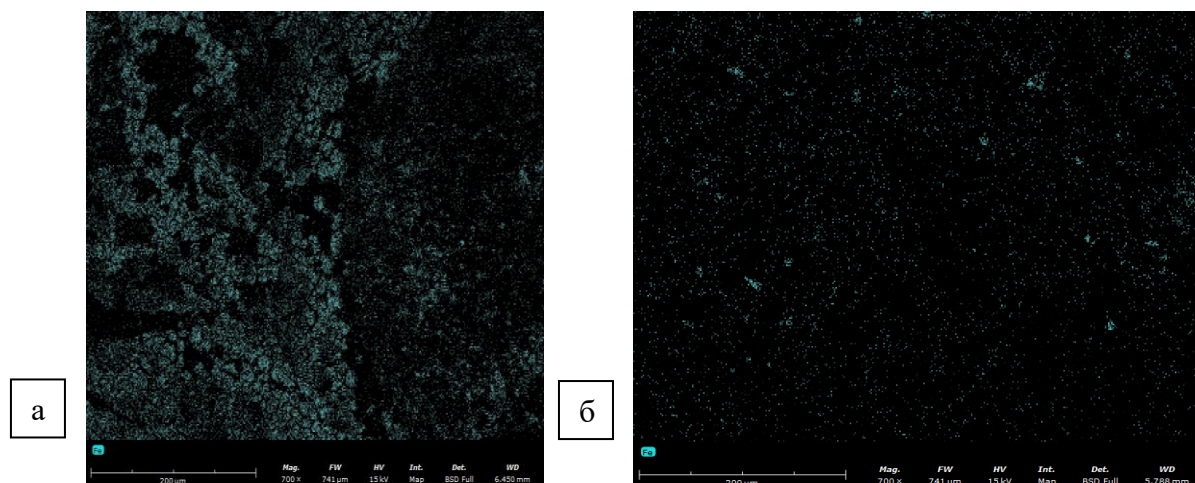


Рис. 1. Распределение железа, содержащегося в модифицированном покрытии на пористой (*a*) и гладкой поверхности антрацита (*б*)

Дополнительные лабораторные исследования образцов позволят определить оптимальные концентрации растворов, а также перспективные для дальнейшего исследования образцы модифицированных фильтрующих материалов. Все это позволит получить эффективные фильтрующие материалы для целей обезжелезивания подземных вод.

#### Список использованных источников

1. Пропольский, Д. Э. Обзор достижений водоподготовки в области деферризации и деманганации подземных вод / Д. Э. Пропольский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2025. – № 1. – С. 18–26.
2. Propolsky, D. Iron and Manganese Removal from Groundwater: Comprehensive Review of Filter Media Performance and Pathways to Polyfunctional Applications/ D. Propolsky, V. Romanovski // Environmental Science: Water Research & Technology. – 2025.
3. Пропольский, Д. Э. Фильтрующие материалы для обезжелезивания и деманганации подземных вод: критерии подбора, разновидности и условия применения / Д. Э. Пропольский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2025. – № 4. – С. 10–19.
4. 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.