

12 Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий : методические указания МУ 2.1.5.1183-03. – URL: <https://base.garant.ru/4179170/> (дата обращения: 12.12.2024).

13 СП 272.1325800.2016. Системы водоотведения городские и поселковые. Свод Правил. Правила обследования. – Введ. 06.04.2017. – URL: <https://gostassistant.ru/doc/432f-8d36-6adfea0b847e> (дата обращения: 12.12.2024).

УДК 628.196

## СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Д. Э. ПРОПОЛЬСКИЙ*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
d.propolsky@gmail.com*

**Актуальность.** Жизнедеятельность человека во многом зависит от качества питьевого водоснабжения. Наиболее подходящим для этих целей источником являются подземные воды. Это обусловлено их микробиологической безопасностью и устойчивостью состава. Каждый такой источник характеризуется своим гидрогеохимическим составом, а также разновидностями и концентрациями загрязнений. Для подземных вод Беларуси характерно повышенное содержание соединений Fe и Mn. При их превышении возникает ряд проблем: ухудшение здоровья человека, зарастание водопроводных сетей систем водоснабжения и т. д.

Получение воды питьевого качества достигается при соблюдении требований нормативной документации. Для Республики Беларусь таким документом является Постановление Совета Министров № 37. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) по железу общему и марганцу в питьевой воде составляет 0,31 мг/дм<sup>3</sup> и 0,01 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Для достижения такого уровня водоподготовки необходимы строительство и модернизация большего числа станций обезжелезивания с использованием эффективных методов удаления железа и марганца.

**Цель работы** – описать существующее состояние подземных вод Беларуси по содержанию железа и марганца, представить перечень имеющихся проблем и выполняемых мер по улучшению систем водоснабжения, а также рассмотреть перспективные направления обезжелезивания и деманганации.

**Основные результаты.** Основными факторами повышенного содержания соединений железа и марганца в подземных водах являются:

– состояние водовмещающих пород и почв: при высоком содержании в них железа и марганца возможно обогащение подземных вод данными компонентами в результате процессов выщелачивания и эрозии. Также определенные сложности вызывает наличие железных руд на территории

погребенных и наземных торфяников (болотистая местность Полесья). В результате такого контакта происходит обогащение подземных вод гуминовыми соединениями и образование железоорганических комплексов;

– воздействие промышленности и сельскохозяйственной деятельности: сброс в окружающую среду сточных вод с повышенным содержанием железа и марганца.

Исследование и мониторинг гидрохимических показателей подземных вод Республики Беларусь осуществляется через ряд наблюдательных скважин. По данным отчетов Национальной системы мониторинга окружающей среды 2021 и 2023 годов кратность превышения ПДК по железу общему в подземных водах республики составила 1,26–43,2 и 2,5–168 соответственно. Таким образом, существует ярко выраженная тенденция к увеличению содержания соединений железа по всей территории страны.

Содержание соединений Mn в водоносных горизонтах согласно данным мониторинга находилось в пределах допустимых норм. В то же время данные Государственного водного кадастра за 2023 год свидетельствуют об 1,04–55-кратном превышении ПДК по всей территории Беларуси. Это может быть связано с тем, что данные мониторинга учитывают только наблюдательные скважины, а данные кадастра – как наблюдательные, так и эксплуатационные.

Следует учитывать, что соединения Fe и Mn в подземных водах существуют преимущественно в паре. При этом соотношение концентраций Mn/Fe может составлять от 1 : 20 до 1 : 60 в зависимости от поступления нитратов в неглубокие водоносные горизонты.

Решение существующих проблем водоподготовки осуществляется в результате реализации подпрограммы «Чистая вода» в рамках Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда». Так, согласно отчетам выполнения программы в период 2016–2020-х годов и имеющимся в наличии отчетам за период 2021–2025-х годов в Беларуси построено и введено в действие 1198 станций обезжелезивания. Также до конца 2025 года планируется строительство 312 новых станций. Следует отметить, что в данный список не внесены существовавшие до 2016 года станции обезжелезивания. Таким образом, их общее число может быть значительно выше. Тем не менее водопотребление с повышенной концентрацией Fe и Mn остается актуальной проблемой. В особенности это касается жителей малых населенных пунктов без подключения к централизованной системе водоснабжения. При эксплуатации локальных установок удаления железа и марганца необходимо обеспечение контроля со стороны квалифицированного персонала. В результате данные специалисты должны осуществлять мониторинг большого числа установок и решать возникающие проблемы ухудшения эксплуатационных характеристик.

Среди традиционных методов обезжелезивания и деманганации наиболее распространенным в Республике Беларусь является аэрация

с последующим фильтрованием через инертные материалы. Для увеличения эффективности работы таких фильтров рекомендуется использование нескольких слоев материала (каталитического и задерживающего). Между тем на практике часто используются однослойные фильтры из материалов низкого качества и не соответствующих требованиям стандартов. Все это также снижает качество водоподготовки. Перспективным решением имеющихся проблем водоподготовки является использование полифункциональных модифицированных фильтрующих материалов [1–5]. Синтез таких материалов может осуществляться на дешевых исходных загрузках или переработанных отходах. Также важным достоинством является возможность придания материалу сразу нескольких требуемых характеристик.

**Выводы.** Удаление соединений Fe и Mn является прогнозируемой и актуальной задачей водоподготовки ряда стран, а также и Республики Беларусь. Данную тенденцию доказывают существующие отчеты государственных программ и кадастров водных ресурсов. Для обеспечения большего числа населения страны водой питьевого качества требуется:

- строительство новых станций обезжелезивания с охватом малых населенных пунктов;
- подключение и дальнейшее развитие систем централизованного водоснабжения по всей территории страны;
- разработка, исследование и внедрение полифункциональных модифицированных материалов на новых и действующих станциях обезжелезивания.

Данные меры позволят улучшить благосостояние населения страны и обеспечить жителей питьевой водой требуемого качества.

### Список литературы

1 Клебеко, П. А. Очистка подземных вод от железа модифицированными антрацитами / П. А. Клебеко, В. И. Романовский // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Серыя хім. навук. – 2017. – № 3. – С. 104–109.

2 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.

3 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.

4 Prapolski, D. Recent advances in underground water deironing and demanganization: Comprehensive review / D. Prapolski, V. Romanovski // Journal of Water Process Engineering. – 2025. – Vol. 70. – P. 107089.

5 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.,

УДК 54.061:54.064

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ Pu-238,239+240 НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ РАДИОХИМИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ

*З. В. СТРЕЛЯЕВА, К. С. ДРОЗД, А. В. БАРДЮКОВА*

*Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии  
Национальной академии наук Республики Беларусь», г. Гомель  
zoyalozovaya@yandex.by*

**Актуальность.** Получение объективной информации о содержании радионуклидов в объектах окружающей среды во многом зависит от методов и методик, применяемых для их количественной оценки. Наличие разнообразных методик с использованием современных аналитических методов и измерительного оборудования для различных объектов исследования является необходимостью и позволяет в зависимости от поставленных целей и возможностей отдать предпочтение той или иной методике, сопоставить результаты испытаний, полученные с использованием альтернативных методик.

Загрязнение почвы изотопами плутония-238,239+240 с плотностью более 0,37 кБк/м<sup>2</sup> охватывает около 4,0 тыс. км<sup>2</sup>, или почти 2 % площади республики. Эти территории преимущественно находятся в Гомельской области (Брагинский, Наровлянский, Хойникский, Речицкий, Добрушский и Лоевский районы) и Чериковском районе Могилевской области. Загрязнение изотопами плутония с высокой плотностью характерно для 30 км зоны ЧАЭС. Наиболее высокие уровни наблюдаются в Хойникском районе – более 111 кБк/м<sup>2</sup>.

Ежегодно в рамках мониторинговых и научно-исследовательских работ проводятся испытания удельной активности Pu-238,239+240 в объектах окружающей среды, заявленные в области аккредитации лаборатории.

**Цель работы** – разработка нового метода определения удельной активности Pu-238 и Pu-239+240 в почве радиохимическим методом с использованием ионообменного материала и с альфа-спектрометрической идентификацией. Новая методика выполнения измерений позволит установить условия, порядок и последовательность выполнения операций при определении низких уровней активности изотопов плутония (Pu-238 и Pu-239+240) в почвах и растениях с учетом особенностей алгоритма радиохимической подготовки для различного состава почвенной матрицы.