25 апр. 2025 г. / Брян. гос. инж.-технол. ун-т. – Брянск, 2025. – С. 96–98.

УДК 628.196

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОДАЧИ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА ИЗ ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

Д. Э. ПРОПОЛЬСКИЙ
Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
d.propolsky@gmail.com

Актуальность. Нормирование качества питьевой воды в Республике Беларусь осуществляется согласно требованиям постановления Совета Министров 25 января 2021 г. № 37. Основным источником питьевого водоснабжения в стране являются подземные воды, которые характеризуются стабильным химическим и микробиологическим составом. Согласно отчётам Национальной системы мониторинга окружающей среды и данным Государственного водного кадастра вопрос повышенного содержания железа Fe (II) и марганца Mn (II) в подземных водах остаётся актуальным для всей территории Беларуси. Наиболее распространённым методом удаления железа является использование фильтрации через инертные материалы. В результате работы таких фильтров возникает проблема утилизации образующегося осадка. Одним из возможных вариантов решения вопроса является получение нитрата железа путём выщелачивания его из осадка станций обезжелезивания.

Цель работы. Провести сравнительный анализ эффективности выщелачивания соединений железа при различных условиях подачи кислоты в осадок станций обезжелезивания.

Основные результаты. Согласно предыдущим исследованиям, оптимальная концентрация раствора азотной кислоты (HNO_3) для выщелачивания нитрата железа III из осадков станции обезжелезивания подземных вод составила 15 % [1]. В данном исследовании подача раствора кислоты осуществлялась следующим образом: объём дистиллированной воды, необходимый для получения 15%-го раствора азотной кислоты, делился поровну. Одна половина объёма заливалась в осадок станции обезжелезивания для получения суспензии. Замешивание осуществлялось с помощью механической мешалки в течение 5 минут. Другая половина дистиллированной воды смешивалась с исходным необходимым объёмом концентрированной азотной кислоты. После готовый раствор переливался в суспензию и перемешивался с помощью механической мешалки в течении 15, 30, 45 и 60 минут в

зависимости от образца. По истечении указанного времени с помощью вакуумного насоса производилось отделение продукта выщелачивания. В полученных при этом образцах раствора с помощью спектрофотометра определялась концентрация железа общего. Полученные результаты сравнивались с результатами предыдущего исследования.

Следует отметить, что подача кислоты в уже приготовленную суспензию обоснована тем, что предварительное диспергирование осадка обеспечивает более равномерный контакт твёрдой фазы с реагентом и снижает влияние неоднородности исходного материала. Такой подход позволяет интенсифицировать массообмен и получить более стабильный и воспроизводимый прирост концентрации железа в растворе.

Согласно результатам спектрофотометрического анализа (таблица 1) наблюдалась общая тенденция к увеличению эффективности выщелачивания с ростом времени перемешивания для всех рассмотренных образцов, что дополнительно подтвердило 60 минут как наиболее оптимальное время обработки кислотой. Между тем предварительная подготовка суспензии и её последующее смешение с раствором азотной кислоты способствовало худшему выщелачиванию соединений железа из осадка станций обезжелезивания.

Таблица 1 – **Результаты определения железа общего спектрофотометрическим методом**

Время обработки, мин	Концентрация железа общего в растворе, г/л		Концентрация железа в пересчёте на $Fe(NO_3)_3$			
	Подача 15 % раствора HNO_3 в осадок	Подача 30 % раствора HNO_3 в суспензию*	Подача кислоты в осадок		Подача кислоты в суспензию	
			г/л	%	г/л	%
15	23,52	13,81	101,86	10,19	59,81	5,98
30	21,98	16,33	95,19	9,52	70,72	7,07
45	23,96	15,69	103,77	10,38	67,95	6,80
60	26,30	18,68	113,90	11,39	80,90	8,09
* Для достижения итоговой концентрации азотной кислоты 15 %.						

Данные концентрации железа общего были пересчитаны на Fe(NO3)3. Это показало, что процентное содержание нитрата железа (III) в среднем составило: при подаче кислоты в осадок – 10,37 % и при подаче кислоты в суспензию – 6,98 %. Полученные растворы могут использоваться в качестве прекурсоров железа. В дальнейшем такой раствор может применяться для модификации фильтрующих материалов с моно- и полифункциональным покрытием [2–5]. Определение эффективности выщелачивания также производилось по потере массы осадка. Таким образом, наблюдается аналогич-

ная закономерность для двух анализов (рисунки 1 и 2).

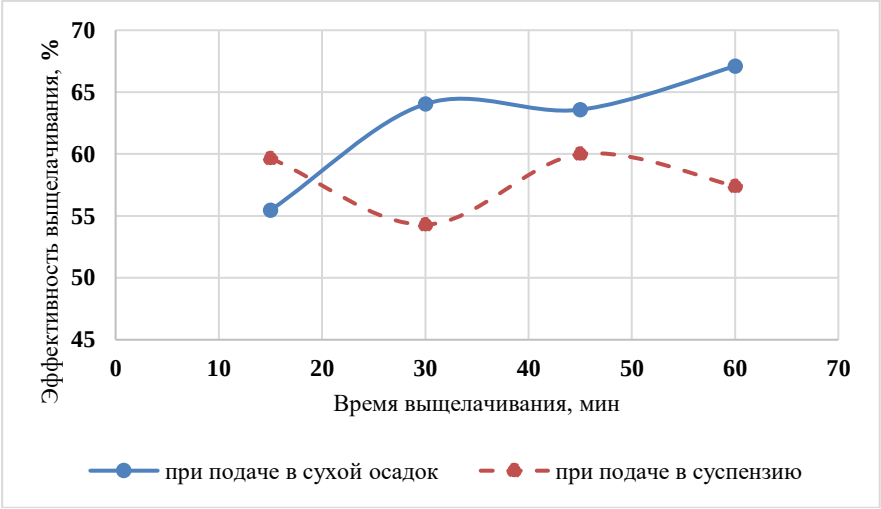


Рисунок 1 –Эффективность выщелачивания по потере массы осадка

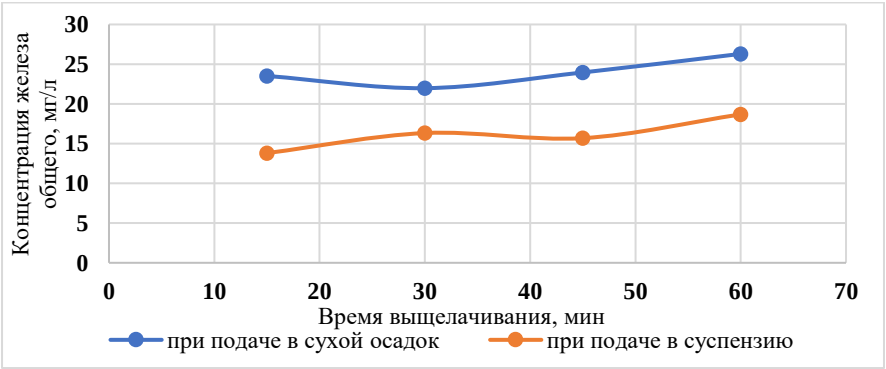


Рисунок 2 – Зависимость концентрации железа общего в растворе после выщелачивания

Выводы. Таким образом, переработка осадков станций обезжелезивания методом выщелачивания может рассматриваться как один из эффективных вариантов их использования, что также окажет позитивное влияние на состояние окружающей среды. При этом могут быть получены растворы нитрата железа заданной концентрации, которые, в свою очередь, могут применяться в различных отраслях производства. Например, одной из перспективных областей является использование данных растворов для по-

лучения модифицирующего покрытия на поверхности фильтрующего материала.

Список литературы

1 Multifunctional ZnFeO-based composite from iron sludge for photocatalytic degradation of azo, thiazine, anthraquinone dyes, formaldehyde and oil sorption from aqueous media / V. Romanovski, D. Kulichik, R. Periakaruppan, V. Palanimuthu // Journal of Water Process Engineering. – 2025. – Т. 77. – С. 108–355.

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. – С. 17.

3 **Prapolski, D.** Resent advances in underground water deironing and demanganization: comprehensive review. Journal of Water Process Engineering. 70. 107089. / D. Prapolski, V. Romanovski. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2025.107089.

4 **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.

5 **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.

УДК 628.5

ВЛИЯНИЕ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Л. А. ШИБЕКА, А. Ю. ЧИГИРЬ

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, shibeka@belstu.by

Актуальность. Молочная отрасль в Республике Беларусь занимает значимое место в структуре агропромышленного комплекса. Особенностью данной отрасли промышленности является ее интенсивное развитие. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [1], в 2025 г. хозяйствами всех категорий (сельскохозяйственными организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, хозяйствами населения) произведено 8,751 млн т молока (для сравнения: в 2020 г. – 7,753 млн т молока). Развитие молочной промышленности сопровождается увеличением объемов производственных стоков, содержащих высокие концентрации загрязняющих веществ различной природы, что создает значительную нагрузку на очистные сооружения населенных пунктов и водные экосистемы. Комплексный подход к оценке экологического риска при сбросе стоков