

- Міждисциплінарне навчання та нарощування потенціалу, забезпечення майбутніх фахівців, інженерів, необхідними вміннями для проектування, впровадження та аудиту цих систем у різних реальних сценаріях.

Таким чином, траєкторія моніторингу та контролю біопроцесів полягає у підвищенні рівня інтелекту, автоматизації та надійності, що дозволяє не тільки дотримуватися екологічних вимог та зменшити експлуатаційні витрати, але й перейти до сталого, ресурсоефективного здійснення біологічних процесів та управління ресурсами у швидкозмінному світі.

1. Rathore AS, Mishra S, Nikita S, Priyanka P. Bioprocess Control: Current Progress and Future Perspectives. Life. 2021; 11(6):557. <https://doi.org/10.3390/life11060557>.
2. Sharma, D., Singh, K. AI-enhanced bioprocess technologies: machine learning implementations from upstream to downstream operations. World J Microbiol Biotechnol 41, 278, 2025. <https://doi.org/10.1007/s11274-025-04494-5>.
3. Xu M, Liu D. AI-Enabled Membrane Bioreactors: A Review of Control Architectures and Operating-Parameter Optimization for Nitrogen and Phosphorus Removal. Water. 2025; 17(19):2899. <https://doi.org/10.3390/w17192899>.
4. Lyubenova V, Ignatova M, Zoteva D, Roeva O. Model-Based Adaptive Control of Bioreactors—A Brief Review. Mathematics. 2024; 12(14):2205. <https://doi.org/10.3390/math12142205>.
5. Butean A, Cutean I, Barbero R, Enriquez J, Matei A. A Review of Artificial Intelligence Applications for Biorefineries and Bioprocessing: From Data-Driven Processes to Optimization Strategies and Real-Time Control. Processes. 2025; 13(8):2544. <https://doi.org/10.3390/pr13082544>.
6. Otacilio B.L. Neto, Michela Mulas, Francesco Corona. A model-based framework for controlling activated sludge plants, Chemical Engineering Journal, Volume 488, 2024, 150750, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.150750>.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ІОНІВ ЗАЛІЗА ТА МАРГАНЦЮ З ВИКОРИСТАННЯМ МАГНЕТИТУ

Вікторія ДЕРМЕНЖИ, Микола ГОМЕЛЯ

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»*

пр. Берестейський, 37, м. Київ 03056, Україна

e-mail: whiskas7otoo@gmail.com

Наявність заліза та марганцю у воді спричиняє переважно естетичні та експлуатаційні проблеми. Залізо забарвлює воду в жовтуватий або бурий колір і додає металевого присмаку. При його окисленні утворюється осад гідроксиду заліза. Марганець, у свою чергу, призводить до утворення темного осаду та плям на сантехніці [1, 2]. Крім того, підвищені концентрації заліза і марганцю сприяють розвитку залізо- та марганцеоекислювальних бактерій, які утворюють слизові біоплівки в трубах і фільтрах, знижуючи пропускну здатність систем водопостачання [3]. В Україні гранично допустимі концентрації (ГДК) заліза та марганцю у питній воді регламентуються ДСанПіН 2.2.4-171-10. Для централізованих джерел постачання допустимий рівень заліза складає 0,2 мг/дм³, а марганцю — 0,05 мг/дм³ [4]. Для води з колодязів і каптажів допускається більше: до 1,0 мг/дм³ Fe і до 0,5 мг/дм³ Mn.

Метою нашої роботи було визначення ефективності очищення води від іонів заліза та марганцю за умов інтенсивності їх аерації при кімнатній температурі з подальшим фільтруванням на насипному фільтрі.

На першій стадії водні розчини заліза ($C_{Fe} = 5 \text{ мг/дм}^3$) та марганцю ($C_{Mn} = 5 \text{ мг/дм}^3$) інтенсивно перемішували 30 хвилин для ефективного окиснення заліза та марганцю. Для інтенсифікації окиснення металів додавали каталізатор – магнетит у дозах 200 мг/дм^3 та 600 мг/дм^3 . У контрольних дослідах магнетит не додавали. Після перемішування воду фільтрували через насипний механічний фільтр. Швидкість фільтрування була $1,9 \text{ м/год}$ та $4,5 \text{ м/год}$. У фільтратах визначали концентрацію іонів заліза або марганцю. Як видно із рис.1.1-1.2 у водопровідній воді при перемішуванні протягом 30 хвилин досить ефективно окиснюються іони заліза. При швидкості фільтрування $1,9 \text{ м/год}$ залишкова концентрація заліза знижується з $0,19 \text{ мг/дм}^3$ до $0,12 \text{ мг/дм}^3$. При швидкості фільтрування $4,5 \text{ м/год}$ залишкова концентрація заліза знижується з $0,23 \text{ мг/дм}^3$ до $0,14 \text{ мг/дм}^3$. Очевидно, що у другому випадку гідроксид заліза (III) затримується гірше, ніж у першому за рахунок підвищення швидкості фільтрування.

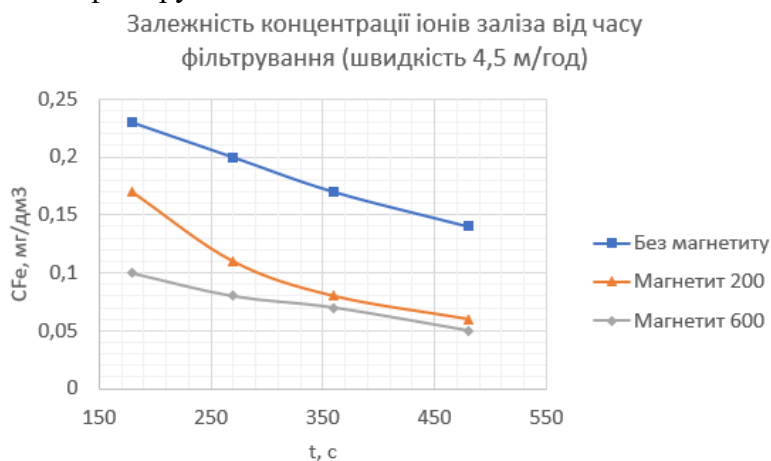


Рисунок 1.1 – Залежність концентрації іонів заліза від часу фільтрування.

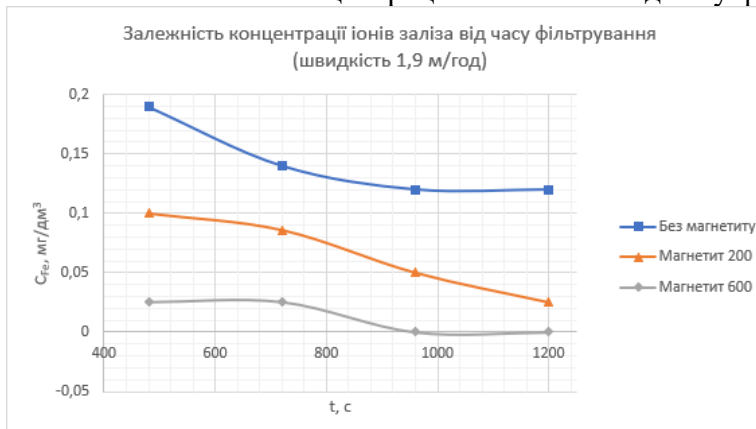


Рисунок 1.2 – Залежність концентрації іонів заліза від часу фільтрування.

Досить високих значень ступеню очищення води від іонів заліза було досягнуто в даних дослідах (рис.1.3-1.4). Як видно з рис.1.3 ступінь очищення води від іонів заліза при швидкості фільтрування $4,5 \text{ м/год}$ без каталізатора сягав $95,0\text{-}97\%$, при дозі магнетиту 200 мг/дм^3 – сягав $96,5\text{-}98,7\%$, при дозі магнетиту 600 мг/дм^3 цей показник був на рівні $98\text{-}99\%$. При швидкості фільтрування $1,9 \text{ м/год}$ показники були вищими і сягали рівнів – без каталізатора $96,0\text{-}97,5\%$, при дозі магнетиту 200 мг/дм^3 – $98,0\text{-}99,5\%$, а при дозі 600 мг/дм^3 – $99,5\text{-}100\%$.

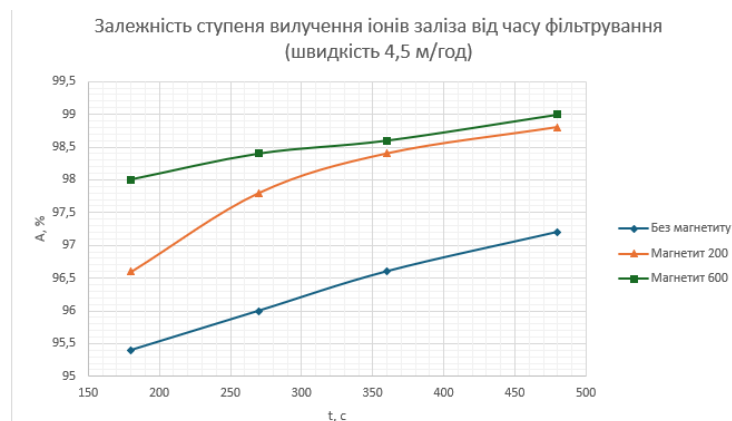


Рисунок 1.3 – Залежність ступеня вилучення іонів заліза від часу фільтрування.

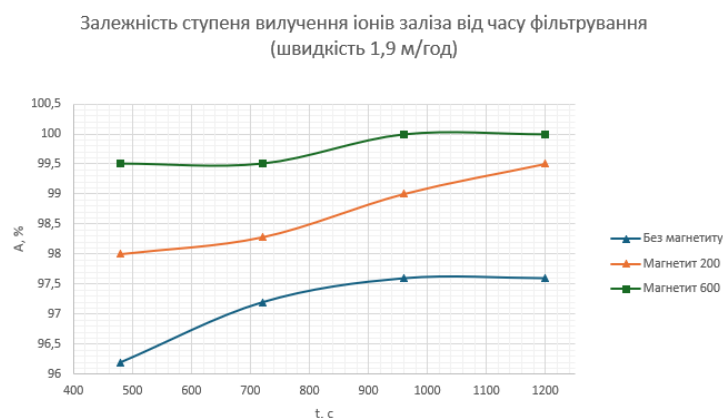


Рисунок 1.4 – Залежність ступеня вилучення іонів заліза від часу фільтрування.

Залишковий вміст марганцю знижувався з $0,9 \text{ мг/дм}^3$ до $0,7 \text{ мг/дм}^3$ (рис.1.5). При дозі магнетиту 200 мг/дм^3 концентрація марганцю знижувалась з $0,6 \text{ мг/дм}^3$ до $0,4 \text{ мг/дм}^3$, а при дозі 600 мг/дм^3 концентрація марганцю знижувалась до $0,4\text{-}0,25 \text{ мг/дм}^3$.

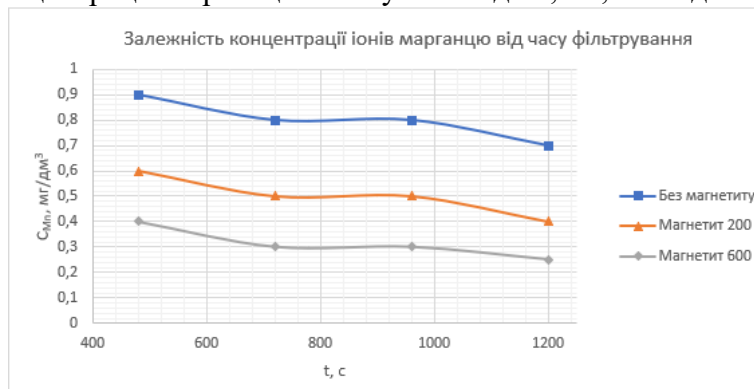


Рисунок 1.5 – Залежність концентрації іонів марганцю під час фільтрування.

Результати по ступеню вилучення іонів марганцю з води приведені на рис.1.6. Ступінь вилучення іонів марганцю без каталізатора сягав 82-86%. При дозі магнетиту 200 мг/дм^3 ступінь вилучення марганцю сягав 88-92%, а при дозі 600 мг/дм^3 цей показник був на рівні 92-95%.

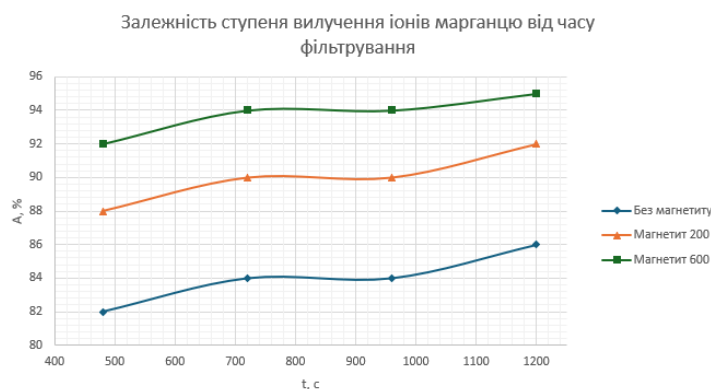


Рисунок 1.6 – Залежність ступеню вилучення іонів марганцю від часу фільтрування.

Таким чином, у результаті дослідження було: обґрунтовано актуальність проблеми забруднення вод залізом і марганцем, експериментально підтверджено ефективність використання магнетиту як функціональної добавки до процесу фільтрації, доведено, що магнетит може виступати в ролі адсорбента, каталізатора або структурного активатора при фільтрації та визначено оптимальні умови його використання.

Література

1. Рижков О. О. Хімічні елементи у природних водах України. – Львів: Вид-во ЛНУ, 2012. – 312 с.
2. Iron and Manganese in Private Water Systems [Електронний ресурс] // PennState Extension. – 2020.
3. Iron and Manganese in Well Water [Електронний ресурс] // Connecticut DPH. – 2022.
4. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною". ДСанПіН 2.2.4-171-10.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

Дубовенко В.Ю. ст., Саблій Л.А. д.т.н., проф.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ, dubovenko.vladislav@iill.kpi.ua

Забруднення водних ресурсів промисловими стічними водами (СВ) є однією з важливих екологічних проблем сучасності. Підприємства м'ясопереробної галузі генерують значні обсяги висококонцентрованих стічних вод, які без належного очищення можуть спричинити деградацію водних екосистем. Скидання неочищених або недостатньо очищених стоків призводить до евтрофікації водойм, масової загибелі гідробіонтів, погіршення якості питної води, що створює загрози для здоров'я населення.

Стічні води м'ясопереробних підприємств (СВМП) утворюються внаслідок процесів забою тварин, переробки м'яса, а також миття обладнання та виробничих приміщень. Вони характеризуються високим вмістом органічних речовин, біогенних елементів (азоту та фосфору), жирів, завислих речовин, а також можуть містити патогенні мікроорганізми, детергенти та дезінфектанти. Основними джерелами забруднень є кров, жир, дрібні частинки м'яса, шерсті, пір'я, шкіра та миючі засоби, що використовують для санітарної обробки обладнання та приміщень.