

УДК 628.168.3

Трус І.М., канд. техн. наук, доцент,
Гомеля М.Д., докт. техн. наук, професор,
Твердохліб М.М., канд. техн. наук, асистент,
Руденко О., студентка,
Хомутовська А., студентка,
Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», м. Київ,
inna.trus.m@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНЕСОЛЕННЯ МІНЕРАЛІЗОВАНИХ ВОД ПРИ ВИКОРИСТАННІ АЛЮМІНІЄВИХ КОАГУЛЯНТІВ

На сьогоднішній день однією з основних екологічних проблем є засолення поверхневих та підземних водних джерел. Це відбувається внаслідок скидів мінералізованих стічних вод [1]. Цю проблему можна вирішити шляхом комплексної переробки мінералізованих стічних вод, у тому числі і шахтних [2]. Виходячи з вимог екологічної безпеки, беззастережному знесоленню перед скидом у відкриті водойми підлягають усі мінералізовані води. Знесоленням природних мінералізованих вод можна також вирішити проблему забезпечення високоякісною питною водою населення та промисловості, особливо в районах, що мають обмежені водні ресурси [3]. Підбір раціональної схеми водопідготовки визначається хімічним складом вихідної води, нормативними показниками до якості очищеної води та техніко-економічними розрахунками [4].

Для пом'якшення та зменшення солевмісту води застосовують реагентні методи [5]. Основними перевагами методу реагентного пом'якшення води є дешевизна та простота апаратурного оформлення, можливість виділення солей жорсткості у вигляді нетоксичних осадів, що дає можливість їх утилізації [6]. При очищенні води від сульфатів та при її пом'якшенні в якості реагентів використовують гідроксохлориди алюмінію, внаслідок чого відбувається вторинне забруднення води хлоридами. Недоліком використання алюмінату натрію є великі значення залишкової лужності води. Крім того, для вирівнювання рН розчинів їх необхідно обробляти вуглекислою чи магnezитом. В значній мірі вирішити проблему можливо за рахунок використання наряду із алюмінатом натрію гідроксохлориду алюмінію [7,8]. Вибираючи співвідношення між гідроксоалюмінатом натрію та гідроксохлоридом алюмінію можна регулювати вміст в очищеній воді хлоридів та іонів натрію, при внесенні необхідної для ефективного зв'язування сульфатів кількості алюмінієвого компоненту. При цьому в лужному середовищі гідроксохлорид алюмінію перетворюється в гідроксоалюмінат кальцію, який сприяє підвищенню ефективності очищення від сульфатів за рахунок співосадження сульфату та гідроксоалюмінату кальцію. Це сприяє не лише підвищенню ефективності видалення сульфатів і пом'якшення води, але й призводить до зниження рН середовища без застосування вуглекислоти.

Про ефективність очищення води запропонованим методом та ефективність її пом'якшення можна судити з наведеного прикладу. Оскільки при обробці розчину вапном концентрацію сульфатів можна знизити до ~ 30 мг-екв/дм³, тому в дослідженнях саме цю концентрацію брали як вихідну, жорсткість розчину становила 24,0 мг-екв/дм³. В даному випадку розчин після обробки вапном та алюмінієвими коагулянтами не обробляли діоксидом вуглецю. Тобто, процес скоротився щонайменше на 2 стадії (барботажа та фільтрування). При цьому відбувалась нейтралізація лугу, що утворювався при гідролізі гідроксоалюмінату натрію соляною кислотою, яка утворювалась при гідролізі гідроксохлориду алюмінію. Крім вилучення сульфатів спостерігалось зниження загальної мінералізації з 2200 мг/дм³ до значень менших 1000 мг/дм³. Досить ефективним було пом'якшення води. Ефективність пом'якшення зростала при зниженні витрати вапна.

Лужність також була в допустимих межах. Таку воду можна скидати в каналізацію чи повторно використовувати в процесі водопідготовки (табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність ефективності очищення води від сульфатів, її пом'якшення від доз реагентів при обробці води вапном, гідроксоалюмінатом натрію та 5/6 гідроксохлоридом алюмінію

№ п/п	Доза, ммоль/дм ³			SO ₄ ²⁻ мг-екв/дм ³	Ж, мг- екв/дм ³	Л, мг- екв/дм ³	М, мг/дм ³
	CaO	NaAl(OH) ₄	Al ₂ (OH) ₅ Cl				
1	52,40	6,13	6,13	7,23	4,15	4,22	929,00
2	55,02	6,13	6,13	5,73	4,11	4,87	937,00
3	57,64	6,13	6,13	5,60	4,84	6,93	925,00
4	62,88	6,13	6,13	5,47	5,12	7,84	927,00
5	78,60	6,13	6,13	4,90	8,13	9,15	947,00
6	89,08	6,13	6,13	4,40	9,18	10,31	965,00
7	52,40	7,00	7,00	6,00	3,21	3,01	968,00
8	55,02	7,00	7,00	4,64	3,85	4,07	957,00
9	57,64	7,00	7,00	5,30	4,07	6,73	963,00
10	62,88	7,00	7,00	5,10	4,49	6,64	948,00
11	78,60	7,00	7,00	3,20	6,44	8,96	971,00
12	89,09	7,00	7,00	2,85	8,85	10,12	1009,00

Вибір доз реагентів, з урахуванням складу води, дозволяє досягти ефективного очищення її від сульфатів при ефективному її пом'якшенні. Отже, при комбінованому використанні 5/6 гідроксохлориду алюмінію та алюмінату натрію при вапнуванні води можна досягти високих значень ступеню пом'якшення води, очищення від сульфатів при зниженні залишкової концентрації хлоридів у воді.

Список посилань

1. Remeshevska I. Study of the Ways and Methods of Searching Water Leaks in Water Supply Networks of the Settlements of Ukraine / I. Remeshevska, G. Trokhymenko, N. Gurets, O. Stepova, I. Trus, V. Akhmedova // Ecol. Eng. Environ. Technol. – 2021. – № 22(4). – P.14–21.
2. Trus I., Radovenchuk I., Halysh V., Skiba M., Vasylenko I., Vorobyova V., Hlushko O., Sirenko L. 2019. Innovative Approach in Creation of Integrated Technology of Desalination of Mineralized Water. Journal of Ecological Engineering. 20(8), 107–113.
3. Trus I. Engineering of low-waste technology of natural and wastewaters demineralization / I. Trus, Y. Radovenchuk // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. – 2019– №7 (6B) –P.118–120.
4. Trus I. Technology of the comprehensive desalination of wastewater from mines / I. Trus, N. Gomelya, V. Halysh, I. Radovenchuk, O. Stepova, O. Levytska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. –№3/6 (105). – P.21–27.
5. Trus I. Desalination of mineralized waters using reagent methods / I. Trus, M. Gomelya // Journal of Chemistry and Technologies. – 2021. – №7 29(3). – P. 417-424.
6. Трус І.М. Очищення високомінералізованих шахтних вод від сульфатів при використанні вапна та металічного алюмінію / І.М. Трус, В.М. Грабітченко, А.І. Петриченко, М.Д. Гомеля // Екологічна безпека. – 2012. – № 2. – С. 77-79.
7. Gomelya M.D. Application of aluminium coagulants for the removal of sulphate from mine water // M.D. Gomelya, I.M. Trus, T.O. Shabliy // Chemistry & Chemical Technology. – 2014. – 8 (2). – P. 197-203.
8. Трус І.М. Застосування алюмінієвих коагулянтів для очищення стічних вод від сульфатів при їх пом'якшенні / І.М. Трус, В.М. Грабітченко, М.Д. Гомеля // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6/10 (60). – С. 13-17.