

## ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 504.062.2

**Гомеля М.Д.**

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

**Шуриберко М.М.**

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

**Голяка А.В.**

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

### **ЗНЕКИСНЕННЯ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАВАНТАЖЕННЯ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗОМІСТКИХ КОМПОЗИТІВ**

*Проведено дослідження оцінки ефективності нових залізомістких композитів при знекисненні водопровідної та натрій-катіонованої води. Визначено ефективність одностадійного знекиснення води. Зумовлено використання двоступеневої стабілізаційної обробки води, яка включає в себе знекиснення води та її подальше натрій-катіонування. Встановлено ефективність використання пом'якшеної води під час вилучення розчиненого кисню і іонів заліза. Визначено залежність ефективності процесів знекиснення та знезалізнення води від швидкості фільтрування через редокс-фільтр.*

**Ключові слова:** знекиснення води, залізомісткі композити, редокс-фільтр, натрій-катіонування, знезалізнення води.

**Постановка проблеми.** У промисловості великі об'єми води використовуються саме в енергетиці та системах охолодження. Перспективними методами забезпечення економічної вигоди та екологічності використання природної води є методи кондиціонування води та застосування водоциркуляційних систем (замкнених та оборотних). Тому ці методи треба постійно вдосконалювати та вивчати всі сторони процесів, що в них відбуваються.

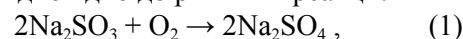
Основним питанням у використанні водоциркуляційних систем є потреба у зменшенні корозійної активності та жорсткості води задля попередження накипоутворення та корозії металу [1, с. 50–55]. У разі нехтування вимогами до якості води збільшуються додаткові витрати на ремонт обладнання та забір свіжої води, а також скид промислових вод.

Тому рекомендовано в оборотних та замкнених системах охолодження та теплопостачання використовувати стабільну воду. Зниження корозійної агресивності води можна досягати різними шляхами: застосування інгібіторів корозії металів або

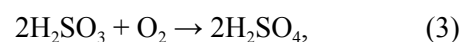
попереднє видалення агресивних газів з води – дегазація води [2, с. 680]. Такі методи поділяють на хімічні, біохімічні, фізичні і фізико-хімічні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основним фактором корозії металу є наявність у воді розчиненого кисню.

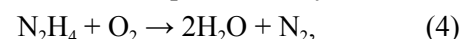
Суть хімічної дегазації полягає в тому, що розчинений кисень зв'язується введенням у воду таких хімічних речовин, як діоксид сірки, сірчистоокислий натрій ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) чи гідразин. Коли використовується  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , він окислюється киснем до сульфату відповідно до рівняння реакції:



У разі використання діоксиду сірки утворюється сірчиста кислота, яка киснем, розчиненим у воді, окислюється до сірчаної кислоти:



Практично повністю знекиснити воду дає змогу гідразин [3, с. 132–139; 4, с. 58–61], що відбувається з виділенням інертного азоту:



Такий спосіб є найбільш ефективним. Недолік – висока вартість гідразину, що призводить до значних економічних затрат. Тому такий метод застосовують в основному для остаточного видалення кисню з води після фізичних методів.

Методи фізичної дегазації води можуть проводитись двома способами [5, с. 270]. У першому випадку вода контактує з повітрям при парціальному тиску, близькому до нуля. У другому методі створюються такі умови, за яких знижується розчинність газу у воді. Оскільки тиск вуглекислоти є близьким до нуля, під час аерації відбувається її дегазація.

Одним із методів знекиснення води є використання редокситів – модифікованих відновниками катіонітів або аніонітів. Цей метод повністю дає змогу вилучити іони кисню з води без вторинного її забруднення. Особливість редокситів виявляється в широкій варіації окисно-відновного потенціалу за рахунок полімерного носія та іоногенних груп, високої редокс-ємності, що забезпечується значною кількістю функціональних груп, розвиненою внутрішньою реакційною поверхнею пор і фіксацією редокс-груп полімерним ланцюгом [6, с. 28–31; 7, с. 32–36; 8].

Процес знекиснення води описаний у роботі [9] проводили з використанням аніоніту в сульфатній формі. Автори для дослідження застосовували знесолону воду та конденсат. Але більш важливим і цікавим є питання видалення кисню з води, що містить іони жорсткості. У цьому разі процес, перш за все, буде залежати від концентрації аніонів. Тому застосування окисно-відновного потенціалу іонообмінної смоли цього типу може бути проблематичним для систем охолодження, де використовують природну воду без часткового пом'якшення. Цей процес був досліджений науковцями [10, с. 91–94] з використанням аніоніту АВ–17–8 у  $\text{Cl}^-$ - та  $\text{SO}_4^{2-}$ -формах під час пропускання водопровідної води.

У літературі описано методи отримання фільтруючого завантаження для знекиснення води з використанням елементів змінної валентності та при змінному режимі проведення операції обробки сіллю металу з переведенням його у нерозчинний стан [11]. При цьому наковці [12] досягли зниження розчинності сполук заліза, закріплених на поверхні та у порах фільтруючого матеріалу, що дає змогу запобігти вимиванню іонів заліза з фільтруючого матеріалу, при одночасній сорбції розчиненого у воді кисню до концентрації, меншої за  $50 \text{ мкг/дм}^3$ . Вихідна речовина містить катіонітну смолу в  $\text{Na}^+$ -формі та аніонну смолу в  $\text{Cl}^-$ -формі. Цю суміш обробляли розчином сульфату заліза (II) з тіосульфатом

натрію та лугом із метою переведення металу в нерозчинний стан.

Ю.Г. Поржезінським запропоновано нову технологію хімічного знекиснення води за допомогою моносорбчину  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  у стехіометричній кількості, концентрацією 10–15% з подальшою фільтрацією через Redox-каталітичний фільтр [13, с. 543]. Як фільтруюче завантаження використовують каталітичний фільтруючий матеріал – редоксит. Виробничі дослідження показали ефективність роботи цієї технології.

Ці всі методи передбачають регенерацію відпрацьованих редокситів.

У цій роботі запропоновано застосовувати як відновник модифіковане завантаження на основі залізомістких композитів (редоксит МЗ). Цей матеріал є доступний, отриманий на основі промислових відходів і в разі зниження його активності проблема відновлення вирішується поповненням додатковими кількостями редокситу.

**Постановка завдання.** Об'єктом дослідження в цій роботі були процеси знекиснення води для екологічно-безпечних систем тепlopостачання та систем виробництва пари та електроенергії.

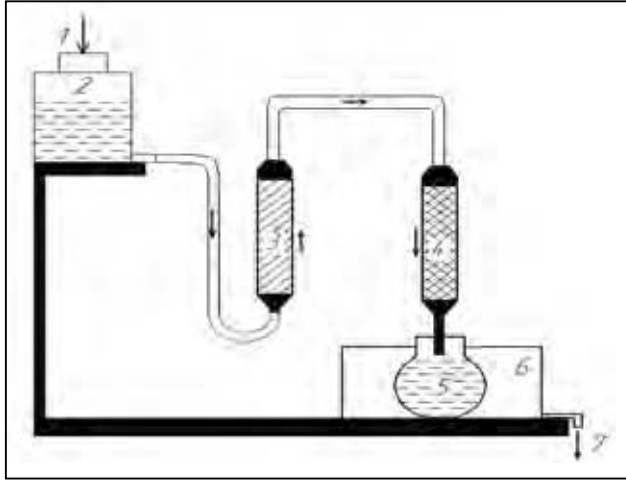
Мета дослідження – визначення ефективності знекиснення води редокситами на основі залізомістких композитів при надійному регулюванні вмісту сполук заліза у знекисненій воді.

Заради досягнення поставленої мети вирішувалися такі задачі:

- оцінка ефективності нових залізомістких композитів при знекисненні водопровідної та натрій-катіонованої води;
- визначення умов видалення сполук заліза зі знекисненої водопровідної та пом'якшеної води;
- визначення залежності ефективності процесів знекиснення та знезалізнення води від швидкості фільтрування через редокс-фільтр.

У цій роботі вивчали процеси вилучення кисню з води шляхом її фільтрування послідовно через колонку заповнену залізомістким композитом та колонку, заповнену катіонітом КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$  формі ( $V_i = 50 \text{ см}^3$ ). Схема установки представлена на рис. 1. Водопровідну воду ( $\text{Ж} = 4,6 \text{ мг-екв/дм}^3$ ;  $\text{Л} = 4,5 \text{ мг-екв/дм}^3$ ;  $[\text{Ca}^{2+}] = 3,8 \text{ мг-екв/дм}^3$ ;  $\text{pH} = 7,500$ ;  $[\text{Cl}^-] = 37,5 \text{ мг/дм}^3$ ;  $[\text{SO}_4^{2-}] = 23,0 \text{ мг/дм}^3$ ) та натрій-катіоновану воду ( $\text{Ж} = 0,0 \text{ мг-екв/дм}^3$ ;  $\text{Л} = 4,8 \text{ мг-екв/дм}^3$ ;  $\text{pH} = 7,851$ ) фільтрували із швидкістю 2,12–10,60 м/год. У перших дослідах воду відбирали після колонки заповненої редокситом. У воді визначали залишковий вміст кисню, заліза та pH середовища відповідно за методиками Ю.Ю. Лур'є [14, с. 448] та Л.А. Кагановського і М.А. Шевченко [15, с. 680]. У подальших дослідах воду відбирали після послідовного фільтру-

вання через колонку з редокситом та катіонітом. У відібраних пробах визначали залишкові концентрації кисню та заліза і рН середовища. Під час фільтрування водопровідної води через сорбент та катіоніт визначали залишкову жорсткість води.

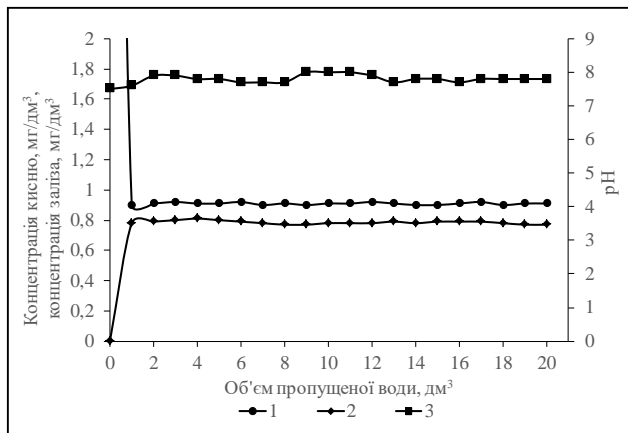


**Рис. 1.** Експериментальна установка для знекиснення води

1 – подача води; 2 – ємність з водою; 3 – колонка з редокситом МЗ; 4 –  $\text{Na}^+$ -катіонітовий фільтр; 5 – колба Вінклера; 6 – ємність для збирання витісненої води із колби; 7 – відведення надлишку води у каналізацію.

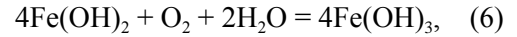
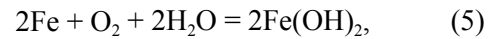
### Виклад основного матеріалу дослідження.

На першому етапі досліджень використовували водопровідну воду м. Києва, яку пропускали через колонку, завантажену редокситом на основі відновлених сполук залізомістких композитів. Протягом досліджень вимірювали вміст кисню до та після експерименту, вміст загального заліза та загальну жорсткість води. Результати знекиснення водопровідної води з редокситом МЗ наведено на рис. 2:



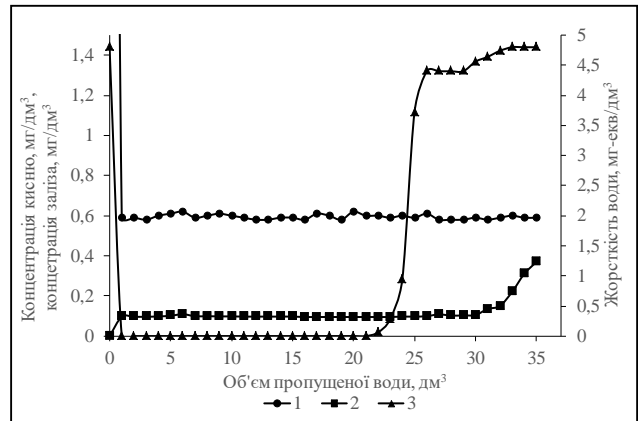
**Рис. 2.** Залежність концентрації розчиненого кисню (1), заліза (2) та рН середовища (3) від об'єму пропущеної водопровідної води через редоксит МЗ (рН = 7,500;  $[\text{O}_2] = 8,05 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Ж}_{\text{заг}} = 4,6 \text{ мг-екв/дм}^3$ ). Швидкість фільтрування – 2,12 м/год

Як видно з наведеного рисунку, при пропусканні води через редоксит МЗ відбувається відновлення кисню шляхом взаємодії зі сполуками заліза:



Через контакт розчиненого у воді кисню та металу концентрація кисню зменшується приблизно в 8,5 раза (з 8,05 до 0,91  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ ). Проте за такого способу знекиснення вода додатково забруднюється іонами заліза, середній вміст яких дорівнює 0,78  $\text{мг/дм}^3$ , а жорсткість води залишається на початковому рівні ( $\text{Ж}_{\text{заг}} = 4,6 \text{ мг-екв/дм}^3$ ).

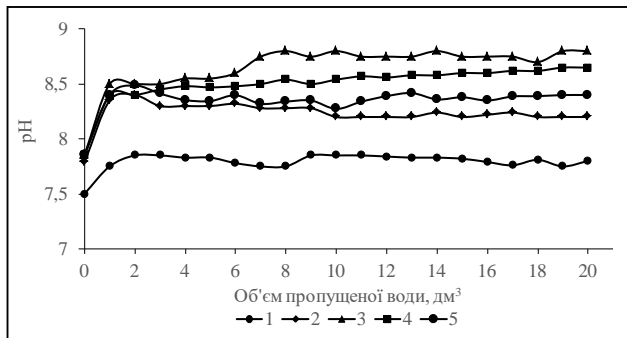
З метою запобігання вторинному забрудненню іонами заліза воду після фільтрування через редоксит МЗ під час її знекиснення пропускали через сильнокислотний катіоніт КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$ -формі. У відібраних пробах води ( $V = 1 \text{ дм}^3$ ) визначали вміст кисню, іонів заліза, реакцію середовища та загальну жорсткість. Результати знекиснення водопровідної води при послідовній обробці редокситом МЗ та катіонітом КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$ -формі наведено на рис. 3:



**Рис. 3.** Залежність концентрації розчиненого кисню (1), заліза (2) та жорсткості води (3) від об'єму пропущеної водопровідної води через редоксит МЗ та катіоніт КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$ -формі (рН = 7,786;  $[\text{O}_2] = 9,23 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Ж}_{\text{заг}} = 4,8 \text{ мг-екв/дм}^3$ ). Швидкість фільтрування – 2,12 м/год

Під час застосування двоступеневої системи стабілізаційної обробки спостерігається зменшення концентрації розчиненого кисню з 8,05 до 0,59  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ . Завдяки іонному обміну на катіоніті забезпечується видалення з води вторинного забруднювача – заліза. При цьому концентрація заліза зменшується з 0,78 до 0,1  $\text{мг/дм}^3$ . Крім того, в результаті двостадійної обробки жорсткість води зменшується до нуля з подальшим її зростанням вихідних значень через вичерпування ємності іоніту.

Варто зазначити, що підвищення ефективності видалення кисню відбувається шляхом його зв'язування при взаємодії з катіонами заліза (II), що сорбувались на катіоніті.



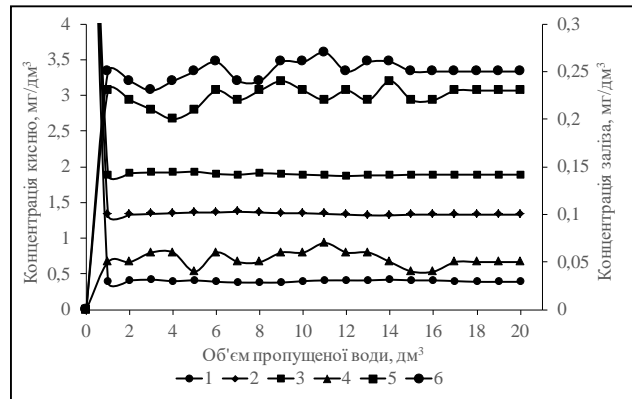
**Рис. 4.** Залежність рН від об'єму пропущеної водопровідної (1, 2) та  $\text{Na}^+$ -катіонованої води (3; 4; 5) через редоксит МЗ (1) та катіоніт КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$ -формі (2; 3; 4; 5) при різних швидкостях фільтрування, м/год: 2,12 (1; 2; 3); 6,36 (4); 10,6 (5)

Мірою насичення катіоніту іонами кальцію, його ефективність по сорбції іонів заліза падає. Тому при вичерпуванні ємності іоніту за іонами  $\text{Ca}^{2+}$  в розчині спостерігається зростання концентрації іонів заліза. При цьому до певної міри знижується рН середовища (рис. 4), що призводить і до зниження ефективності зв'язування кисню сорбованими іонами заліза. Після регенерації катіоніту розчином хлориду натрію його активність підвищується і він забезпечує ефективність із видалення заліза на рівні, представленою на рис. 3.

Зазвичай у системах тепlopостачання та у разі подачі води на водогрійні та парові котли використовують пом'якшену (натрій-катіоновану) або знесолену воду. У такому разі використовували натрій-катіоновану воду, для чого проводили тристадійну обробку води: пом'якшення води на катіоніті КУ-2-8, знекиснення води за допомогою редокситу МЗ та видалення іонів заліза на послідовному  $\text{Na}$ -катіонуванні. У відібраних пробах (кожен 1 дм³) визначали вміст кисню у воді, заліза та реакцію середовища. Результати знекиснення  $\text{Na}^+$ -катіонованої води редокситом МЗ із подальшим пропусканням через катіоніт КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$ -формі наведено на рис. 5.

Із наведених результатів зрозуміло, що в результаті знекиснення натрій-катіонованої води, в якій концентрація іонів жорсткості перебуває на нульовому рівні, концентрація розчиненого кисню коливається в діапазоні від 0,39 мг $\text{O}_2$ /дм³, концентрація залишкового заліза в середньому сягає 0,06 мг/дм³. Варто зауважити, що роздільне видалення катіонів (іонів жорсткості та заліза з

іонів) дає змогу отримувати окремі відпрацьовані регенераційні розчини, які легко буде переробляти.



**Рис. 5.** Залежність концентрації розчиненого кисню (1; 2; 3) та заліза (4; 5; 6) від об'єму пропущеної  $\text{Na}^+$ -катіонованої води ( $[\text{O}_2] = 9,74$  мг/дм³;  $\text{pH} = 7,851$ ) через редоксит МЗ та катіоніт КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$ -формі при різних швидкостях фільтрування, м/год: 2,12 (1; 4); 6,36 (2; 5); 10,6 (3; 6)

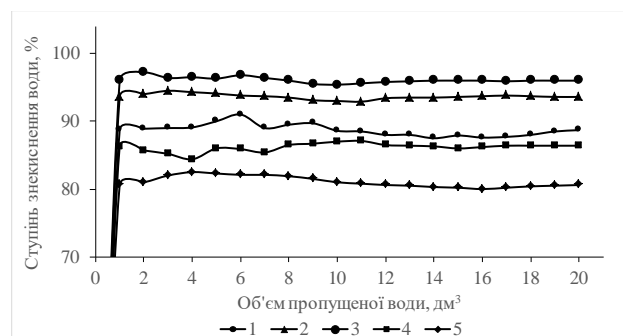
Оскільки процес знекиснення води відбувається в результаті хімічної реакції – окислення сполук заліза, доцільно було провести дослідження щодо визначення залежності ефективності знекиснення води від швидкості фільтрування через завантаження. Швидкість фільтрування варіювалась від 2,12 до 10,6 м/год. У відібраних пробах визначали вміст кисню, заліза та реакцію середовища. Результати дослідження наведено на рис. 4, 5 та 6.

Як варто було очікувати, швидкість фільтрування суттєво впливає на ефективність знекиснення та вилучення вторинного забруднювача – іонів заліза з води. Дані дослідження показали лінійну зворотну залежність ефективності видалення сполук від швидкості фільтрування. У разі підвищення швидкості фільтрування в 2,5–3 рази вміст кисню зростає в 2,5–3 рази (збільшується з 0,39 до 1,39 мг/дм³), а у разі підвищення швидкості фільтрування до 10,6 м/год вміст кисню зростає майже в 5 разів (з 0,39 до 1,89 мг/дм³). Така ж тенденція спостерігається у процесах вилучення іонів заліза. Вміст заліза хоча і незначний, також підвищується у разі зростання швидкості фільтрування з 0,06 мг/дм³ при  $V_{\text{фільт}} = 2,12$  м/год до 0,25 мг/дм³ при  $V_{\text{фільт}} = 10,6$  м/год.

Загалом застосування редокситу з модифікованих сполук заліза забезпечує досить ефективне видалення кисню із води.

Як видно з рис. 6, уже при обробці водопровідної води на редокситі МЗ було досягнуто ступеню знекиснення води на рівні 87–90% при швидкості

фільтрування 2,12 м/год при об'ємі завантаження 50 см<sup>3</sup>. Звичайно, при такому об'ємі завантаження час контакту води з сорбентом дуже малий, щоб забезпечити повне зв'язування кисню. Однак уже при застосуванні натрій-катионного фільтру ступінь знекиснення води зріс до 93–94% при практично повному вилученні заліза з води, а у разі використання натрій-катионованої води та двостадійного фільтрування ступінь знекиснення води сягав 97%. Очевидно, збільшуючи об'єм завантаження редокситу, можна досягти повного знекиснення води.



**Рис. 6.** Залежність ступеню знекиснення води від об'єму пропущеної водопровідної (1; 2) та Na<sup>+</sup>-катионованої (3; 4; 5) води через редоксит МЗ та катіоніт КУ-2-8 в Na<sup>+</sup>-формі (2; 3; 4; 5) при швидкостях фільтрування, м/год: 2,12 (1; 2; 3); 6,36 (4); 10,6 (5); рН: 7,500 (1; 2); 7,851 (3; 4; 5); [O<sub>2</sub>], мг/дм<sup>3</sup>: 8,05 (1); 9,23 (2); 9,74 (3; 4; 5)

Те, що за умови підвищення швидкості фільтрування ефективність знекиснення води зменшується, лише підтверджує той факт, що за сталої швидкості взаємодії редокситу з киснем ступінь зв'язування знижується при зменшенні часу контакту з сорбентом. Цей параметр можна змінити завдяки збільшенню об'єму завантаження редокситу. Тому в подальших дослідженнях будуть визначені оптимальні співвідношення між об'ємом завантаження редокситу, діаметром

фільтра та висотою шару редокситу за вибраних швидкостей фільтрування.

#### Висновки.

Визначено ефективність одностадійного знекиснення води за допомогою редокситу МЗ та встановлено, що цей сорбент дає змогу зменшувати концентрацію розчиненого кисню у воді у 6–8 разів від початкового значення 8–9 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 0,91 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Процес знекиснення води супроводжується вторинним забрудненням води іонами заліза ([Fe] ≤ 0,78 мг/дм<sup>3</sup>).

Показано, що двоступенева стабілізаційна обробка, яка включає в себе знекиснення води та її подальше натрій-катионування, є більш ефективною. Вміст розчиненого кисню у воді зменшується порівняно з одностадійною обробкою до 0,59 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, при цьому вторинне забруднення води іонами заліза не відбувається. Одночасно з води видаляються іони жорсткості. У міру переходу іоніту в Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>-форму ефективність вилучення заліза знижується.

Встановлено, що за умови використання пом'якшеної води ефективність знекиснення води на фільтрі, заповненому редокситом та катіонообмінному фільтрі в Na<sup>+</sup>-формі, зростає, як і ефективність вилучення іонів заліза.

Досліджено вплив швидкості фільтрування на процеси знекиснення води та видалення з неї іонів заліза. Показано лінійну зворотну залежність ефективності видалення сполук від швидкості фільтрування. У разі підвищення швидкості фільтрування в 2,5–3 рази вміст кисню зростає в 2,5–3 рази, а у разі підвищення швидкості фільтрування у 5 разів вміст кисню також зростає приблизно у 5 разів. Така ж тенденція спостерігається у процесах вилучення іонів заліза. Ця тенденція зумовлена зменшенням часу контакту води з сорбентом та іонітом за сталих значень швидкості окислення сполук заліза та сорбції іонів заліза на катіоніті.

#### Список літератури:

- Bernstein Hans–Friedrich. Water degassing in the networks of hot water supply. *Entgasur und Wasserbehandlung in Fernwärmesystemen*. Euroheat and power. 2008. № 37. № 6. P. 50–55.
- Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. Москва: МГУ. 1996. 680 с.
- Медведев Р.Б., Мердух С.М. Водно-хімічний режим і математичне моделювання другого контуру АЕС із реактором типу ВВЕР–1000. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. 2013. № 3. С. 132–139.
- Andries V., Couturier D. Reduction of dissolved oxygen in water: hydrazine and its organic substitutes. *Materials performance*. 2000. № 39. № 7. P. 58–61.
- Кассиди Т.Д., Кун К.А. Окислительно-восстановительные полимеры. Львов, 1967. 270 с.
- Тамазашвілі А.Т., Мазна Ю.І., Сіренко Л.В. Порівняння ефективності фосфатних інгібіторів корозії сталі у водопровідній воді. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2012. 2/13 (56). С. 28–31.
- Кравченко Т.А., Соцкая Н.В., Слепцова О.В. Знекиснення водних розчинів катоднополярізуемими мідь місткими редокситами. *Журнал прикладної хімії*. 2001. 74, №1. С. 32–36.
- Спосіб хімічного знекиснення води: пат. 72404 Україна: МПК C02F 1/70, C02F 1/42. опубл. 15.02.2005.

9. Pat. 2217382, МКІ7 С 02 F 1/20, 1/42. Publ. Jun. 17, 2002.
10. Tamazashvili A., Makarenko I. Evaluation of the reducing ability of anion exchange resin AV-17-8 in the sulphite form. Chemistry & chemical technology. 2015. № 1. P. 91-94.
11. Спосіб отримання фільтруючого матеріалу: пат. 26988 Україна: МПК: В01J 20/30, В01J 20/20. № u200706648; заявл. 13.06.2007; опубл. 10.10.2007, Бюл. № 16.
12. Спосіб отримання фільтруючого матеріалу для фільтрів, що призначенні для знекиснювання води: пат. 89903 Україна: МПК: В01J 20/20, В01J 20/30, E03B 3/00, В01D 39/16. № a200811234; заявл. 16.09.2008; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
13. Поржезінський Ю.Г. Нова технологія хімічного знекиснення води. Київ: НУХТ. 2015. 543 с.
14. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. Москва, 1989. 448 с.
15. Кагановский Л.А., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды. Київ: Наукова думка, 1980. Т. 1. 680 с.

### **ОБЕСКИСЛОРОЖИВАНИЕ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ ЗАГРУЗКИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИТОВ**

*Проведено исследование оценки эффективности новых железосодержащих композитов при обескислороживании водопроводной и натрий-катионированной воды. Определена эффективность одностадийного обескислороживания воды. Обусловлено использование двухступенчатой стабилизационной обработки воды, которая включает в себя обескислороживание воды и ее дальнейшее натрий-катионирование. Установлена эффективность использования смягченной воды при изъятии растворенного кислорода и ионов железа. Определена зависимость эффективности процессов обескислороживания и обезжелезивания воды от скорости фильтрования через редокс-фильтр.*

**Ключевые слова:** обескислороживание воды, железосодержащие композиты, редокс-фильтр, натрий-катионирование, обезжелезивание воды.

### **DEOXYGENATION OF WATER WITH HELP DOWNLOAD BASED ON IRON-CONTAINING COMPOSITES**

*In industry, large volumes of water are used precisely in power engineering and cooling systems. Promising methods for ensuring economic benefits and environmental friendliness of using natural water are methods of water conditioning and the use of water supply systems (closed and reversible). Therefore, these methods need to constantly improve and study all aspects of the processes that occur in them.*

*The main issue in the use of water circulation systems is the need to reduce the corrosion activity and water hardness to prevent the formation of scale and corrosion of the metal. In case of neglecting the quality requirements of the water, additional expenses for equipment repair and fresh water collection as well as discharging of waste water are increased. Therefore, it is recommended to use stable water in circulating and closed systems of cooling and heat supply.*

*In the given work it is offered to use as a reducing agent the modified download on the basis of iron-containing composites.*

*The research of estimation of efficiency of new ones is carried out iron-containing composites at deoxygenation plumbing and softened water. The efficiency of one stage deoxygenation of water is determined. The use of two-stage stabilization water treatment is stipulated, which includes the deoxygenation of water and softened water. The effectiveness of using softened water in the removal of dissolved oxygen and iron ions has been established. The dependence of the efficiency of the processes of deoxygenation and removal of iron from water is determined from the filtering speed through a redox-filter.*

**Key words:** deoxygenation of water, iron-containing composites, redox-filter, softening of water, removal of iron from water.