Параметри та режими роботи резервних джерел визначаються з аналізу вимог споживачів, що живляться з шин системи загального живлення та особливостей роботи споживачів, приєднаних до шин підсистем гарантованого, безперервного та якісного живлення.

Список посилань

1. Лежнюк П.Д. Відновлені джерела енергії як засіб підвищення якості електропостачання / Лежнюк П.Д., Комар В.О., Собчук Д.С. // Енергетика та електрифікація. – 2015. – №12. – С. 23–26.

2. Мішин В.И. Методика розрахунку характеристик автономних асинхронних генераторів зі змішаним ємнісним збудженням //Мішин В.И., Каплун В.В. та ін. – НАУ. Київ – 2007. – 44 с.

3. Лежнюк П.Д. Оцінка впливу на якість функціонування локальної електричної системи відновлюваних джерел електроенергії / Лежнюк П.Д., Комар В.А., Собчук Д.С. // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2014. – №1. – с. 6–8.

4. Биллинтон Р. Оценка надежности электроэнергетических систем / Биллинтон Р., Аллам Р.; пер. с англ. В. А. Туфанова; под ред. Ю. А. Фокина. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.

УДК 628.3

Трус І.М., канд. техн. наук, доцент
Гомеля М.Д., докт. техн. наук, професор
Твердохліб М.М., канд. техн. наук, ст.викладач
Галиш В.В., канд. хім. наук, доцент
Сіренко Л.В., канд. техн. наук, доцент
Тараненко А.С., студент
Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», inna.trus.m@gmail.com

ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З ВОДИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІОННОГО ОБМІНУ

Забруднення природних та стічних вод важкими металами є однією з головних проблем у всьому світі і потребує уваги, оскільки важкі метали, що перевищують допустимий діапазон концентрацій, загрожують як рослинному, тваринному життю, так і людині. У багатьох випадках при моніторингу водних об'єктів використовуються недостатньо точні методи і прилади контролю для того, щоб оцінити справжній стан водойм та майже не враховується зростання концентрації важких металів у воді при евтрофікації водойм. Нині досить широко застосовують фізико-хімічні методи вилучення важких металів із природних та стічних вод. Все більшу увагу привертають методи очищення, засновані на іонному обміні з використанням природних і синтетичних матеріалів, що дозволяють не тільки отримувати іони важких металів із стічних вод, а й повторно використовувати стічні води в оборотному водопостачанні [1].

Неорганічні синтетичні іоніти включають силікагелі, пермутити, важкорозчинні оксиди і гідроксиди алюмінію, хрому, цирконію та інших металів. Властивості обміну катіонів, що має силікагель, пов’язані з властивістю обміну іонів водню, що входять в склад гідроксильних груп на катіони металів, які проявляються в лужному середовищі. Катіонообмінними властивостями володіють і пермутити що одержуються сплавом з'єднань, що містять в своєму складі алюміній і кремній.

Органічними природними іонітами являються гумінові кислоти ґрунту і вугілля. Вони мають слабокислотні властивості. Посилення кислотних властивостей і обмінної ємності вугілля можливо при подрібненні і сульфуванні в надлишку оліума.

Іоніти з сульфовугілля є доступними поліелектролітами, що містять у своєму складі як сильно- так і слабокислотні групи. Недоліком таких іонітів є їх мала хімічна стійкість і механічна міцність зерен, а також невелика обмінна ємність, що особливо виражено в нейтральному середовищі.

До органічних іонообмінних матеріалів штучного походження відносяться іонообмінні смоли які мають розвинену поверхнею, і набувають все більшого практичного значення для очищення стічних вод, в тому числі таких, що містять іони важких металів.

Синтетичні іонообмінні матеріали – це високомолекулярні сполуки, в яких вуглеводневі радикали утворюють сітку на якій фіксуються іонообмінні функціональні групи.

Іонообмінний метод дозволяє видалити всі чи цілеспрямовано деякі важкі метали, такі як Pb^{2+}, Hg^{2+}, Cd^{2+}, Ni^{2+}, V^{4+}, V^{5+}, Cr^{3+}, Cr^{4+}, Cu^{2+} та Zn^{2+} зі стічних вод.

Механізм іонного обміну можна пояснити наступною реакцією:

$$M^{-}EC^{+} + WC^{+} \leftrightarrow M^{-}WC^{+} + EC^{+}$$

$M^{-}EC^{+}$ – іонообмінник (M^{-} - фіксований аніон, EC^{+} – обмінний катіон;

WC^{+} – катіона важкого металу в стічних водах.

Основним недоліком іонообмінного методу є необхідність подачі на іонообмінні установки стічних вод, попередньо очищених від завислих речовин, ціанідів, іонів заліза, нафтопродуктів і інших органічних речовин, і з малої тимчасової жорсткістю. А також отримання після регенерації високотоксичних і висококонцентрованих елюатів, які необхідно піддавати додатковому знешкодженню.

Автори [2] вивчають вплив іонообмінних смол різного походження на ефективність вилучення іонів нікелю та міді з водних розчинів. Показана доцільність використання сильнокислотного катіоніту КУ-2-8 у порівнянні з універсальними іонообмінниками та хелатоутворювальним поліамфотерним сорбентом для екстракції важких металів із води.

В роботі [3] показано, що в статичних умовах при концентрації міді від 1 до 30 мг/дм^3 вилучення міді проходить неефективно як з дистильованої так і з водопровідної води. Підвищення ефективності вилучення іонів міді досягнуто в динамічних умовах. Десорбція іонів міді розчинами соляної кислоти в статичних умовах була низькою. В динамічних умовах досягнуто практично повної десорбції іонів міді розчинами соляної кислоти.

Автори в роботі [4] представляють дослідження процесу сорбції на катіоніті КУ-2-8 іонів Zn^{2+}, Cd^{2+}, Ni^{2+} та Cu^{2+}. Визначено, що селективність катіоніту по іонах важких металів що містяться в розчині в низьких концентраціях є значно меншою ніж селективність по іонах кальцію та магнію. При пом'якшенні води за допомогою методу іонного обміну встановлена можливість вилучення іонів міді на катіоніті зі слабокислотними властивостями. Авторами також оцінено вплив який мають іони кальцію та магнію на сорбцію іонів важких металів при вилученні останніх зі стічних вод гальванічних виробництв що використовуються для промивки деталей. Показано, що для ефективного розділення іонів важких металів у процесі сорбції, різниця в селективності катіоніту по іонах важких металів є недостатньою. При проведенні регенерацію суміші важких металів при регенерації кислотами вимиваються з катіоніту КУ-2-8 не гірше, ніж з іоніту з на якому було сорбовано лише один вид іонів важких металів.

В роботі [5] наведено результати досліджень щодо визначення ефективності іонообмінного вилучення Cu^{2} й Zn^{2+} з водного розчину суміші сульфату міді й цинку. Викладено результати по визначенню ефективності регенерації іонітів в Cu^{2+}, Zn^{2+} формі розчином сірчаної кислоти.

Список посилань

1. Гомеля М. Ефективність вилучення іонів важких металів з розведених розчинів іонообмінним методом / М. Гомеля, В. Іванова, І. Трус // Технічні науки та технології. – 2017. – № 4 (10). – с. 154-162.

2. Вербич С. В., Брик М. Т. Вилучення іонів важких металів з водних розчинів / С.В. Вербич, М.Т. Брик // Наукові записки. Хімічні науки і технології. – 2001. – Том 19. – с. 32-35.

3. Малін В. П. Ефективність застосування катіоніту КУ-2-8 при вилученні іонів міді з води в присутності іонів жорсткості / В. П. Малін, М. Д. Гомеля, В. М. Галімова // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: наук. – техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.; гол. ред . А. М. Кравчук. – Київ : КНУБА, 2016. - Вип. 26. - с. 45 - 55.

4. Гомеля М., Трохименко Г. Вплив іонів жорсткості на сорбцію важких металів на катіоніті / М. Гомеля, Г. Трохименко, О. Глушко // Технічні науки та технології. – 2018. – № 1. – С. 214-223.

5. Сухарева А.С. Електрохімічне розділення міді й цинку в процесі іонообмінного очищення води / А.С. Сухарева, Г.Г Трохименко, М.Д. Гомеля // Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. – 2017. – № (3). – с. 114-120.

УДК 621.039.322

Кузнєцов П.М., аспірант
Бєдункова О.О., докт. біол. наук, професор
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне,
kuznetpavel@gmail.com

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗДІЙСНЕННЯ АНТИНАКИПНОЇ ОБРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВОД ОБОРОТНИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

У оборотних системах охолодження (ОСО) електростанцій основною причиною забруднення конденсаторів є утворення твердих мінеральних осадів (накипу). Під час роботи ОСО накип призводить до зниження ефективності тепловіддачі системи охолодження та закупорювання труб. Органічні фосфонати, в основному оксіетилідендифосфонова кислота (ОЕДФ) широко застосовується в якості корегуючого реагенту для запобігання утворення накипу карбонату кальцію $CaCO_3$ [1].

ОЕДФ (рис. 1, a) являє собою білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді, температура плавлення 198-199 °C. У розчинах, перенасичених карбонатом кальцію, HEDP утворює хелатний комплекс та осади з іонами Ca^{2+}. Водневий показник pH та молярне співвідношення іонів Ca^{2+} та ОЕДФ визначає склад сполук осаду, що утворюються: співвідношенням Ca-HEDP 2:1 (рис. 1, b), Ca-HEDP 1:1 (рис. 1, c) та хелатну сполуку (рис. 1, d) [2]. При температурі, характерній для циркулюючих систем охолодження конденсаторів турбін, HEDP не піддається гідролітичному розкладанню і зберігає свої стабілізуючі властивості [3].

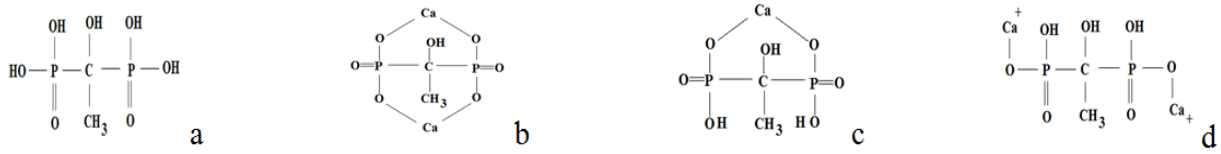

Рис. 1 – Схематична структура ОЕДФ та осадів комплексу, що утворюються з іонами кальцію: a - структура ОЕДФ; b - Ca-HEDP (2:1); c - Ca-HEDP (1:1); d - Ca-HEDP (1:1)

Дослідження структури утворення $CaCO_3$ в присутності ОЕДФ доказують зміну форми осаду внаслідок абсорбції ОЕДФ на вже утворених кристалах $CaCO_3$ (рис. 2 a, b). Таким чином можна зробити висновок, що утворення та трансформація твердої фази інгібіюється ОЕДФ, в результаті чого весь процес утворення $CaCO_3$ сильно сповільняється [4].

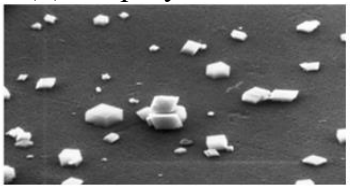

Рис. 2 – Ефект антинакипної обробки фосфонатами: зображення кубічних кристалів без присутнього інгібітору та деформованих кристалів у присутності інгібітору [4]