

ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ЦИНКУ З РЕГЕНЕРАЦІЙНИХ РОЗЧИНІВ ПІД ЧАС ІОНООБМІННОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

© Гомеля М.Д., Глушко О.В., Крисенко Т.В., 2010

Наведено результати досліджень з визначення впливу щільності струму, перемішування в прикатодному просторі, а також часу електролізу на ефективність електрохімічного перероблення відпрацьованих нейтральних регенераційних розчинів, що містять сульфат натрію, катіони цинку під час іонообмінного очищення стічних вод гальванічних виробництв.

In work results of researches by definition of influence of density of a current, hashing in cathode region space are submitted, and also to duration electrolysis on efficiency of electrochemical processing of the fulfilled neutral reclaiming solutions containing sulfate of sodium, cation zinc, in process ion-exchange sewage treatment of galvanic manufactures.

Необхідність очищення стічних вод гальванічних виробництв, що містять іони важких металів, не викликає сумнівів. Перспективним способом вирішення цього питання є застосування іонного обміну. Проте недостатня ефективність та недосконалість процесів регенерації іонообмінних матеріалів, складність перероблення отриманих фільтратів стали головною перешкодою поширенню іонного обміну в практиці очищення стічних вод від іонів важких металів.

Серед відомих методів утилізації регенераційних розчинів іонообмінного вилучення важких металів з промивних вод гальванічних виробництв, таких, як нейтралізація і висадження гідроксидів металів, випаровування розчинів, електродіаліз та електроліз, останній є найперспективнішим, тому що дає можливість видаляти метали і дозволяє повторно використовувати регенераційні розчини.

Раніше було досліджено процеси електролітичного вилучення важких металів із кислих розчинів та із нейтральних та слабколужних розчинів сульфату амонію [1]. Головними недоліками електролізу кислих розчинів було те, що з них ефективно вилучались лише іони кадмію, міді і інших металів, що стоять в ряді напруг після водню. Та у всіх випадках вихід металів за струмом різко знижувався за рахунок конкуруючого процесу виділення на катоді водню. Необхідно відзначити, що хоча електрохімічне виділення цинку із кислих розчинів добре вивчене, автори роботи [2] показали, що за концентрацій іонів цинку до 50 г/дм^3 , вилучення цинку електролізом відбувається дуже повільно із низьким виходом за струмом. Оскільки при регенерації іонів концентрації іонів у регенераційних розчинах рідко перевищують 50 г/дм^3 , то зрозуміло, що електролітичне їх вилучення із кислих розчинів для більшості іонів недоцільне. Значною мірою згаданих недоліків електролізу із кислих розчинів позбавлений метод вилучення іонів важких металів електрохімічним відновленням із нейтральних та слабколужних розчинів сульфату амонію. Головним недоліком методу є наявність амонійних іонів у розчині. Під час регенерації такими розчинами іоніти переходять в NH_4^+ -форму, що призводить до забруднення амонієм промивних вод та до необхідності застосування додаткової стадії очищення води від амонію. Усе це ускладнює технологію, тому що існують доволі жорсткі нормативи на скид іонів амонію в міську каналізацію та водойми. Автори роботи [3] використали для регенерації сильнокислотного катіоніту розчини сульфату натрію і показали, що використання розчину сульфату натрію в концентрації 100 г/дм^3 дає змогу достатньо ефективно вилучати іони цинку та кадмію з сильнокислотного катіоніту КУ-2-8. Тому метою роботи було вивчення електролізу нейтральних регенераційних розчинів для визначення параметрів електрохімічного вилучення металевого цинку та умов відновлення регенераційних розчинів для повторного використання.

Достатньо зручним методом перероблення регенераційних розчинів є їх електроліз з отриманням металевого цинку. Як уже було доведено в роботі [2], цинк доволі легко виділяється електролізом з нейтрального розчину сульфату цинку, в якому надлишок сірчаної кислоти було нейтралізовано за допомогою оксиду цинку. Метод дозволяє знизити концентрацію іонів цинку до 1 г/дм^3 , при тому рН розчину знижується до 0.

Для підвищення виходу за струмом було використано електрохімічну комірку, де анодний та катодний простір розділені аніонообмінною мембраною марки МА-40. Як катод використовували пластину із нержавіючої сталі, як анод – свинцеву пластину, яка добре пасивується і ефективно працює в розчинах сульфатів.

Як робочі розчини використовували відпрацьовані регенераційні розчини, що містили сульфат натрію в концентрації 100 г/дм^3 та іони цинку в концентрації $12.25\text{--}16.35 \text{ г/дм}^3$. У прикатодному просторі містився робочий розчин, а в прианодному – розчин сульфату натрію. Електроліз проводили за щільності струму $j=0.82, 1.64, 2.48 \text{ А/дм}^2$ без перемішування у прикатодному просторі та за перемішування при $j=1.64$ та 2.48 А/дм^2 . Перемішування в прикатодному просторі проводили за допомогою магнітної мішалки для інтенсифікації процесу виділення цинку на поверхні катоду.

Отримані результати свідчать про те, що інтенсивність виділення цинку зростає із підвищенням щільності струму. Так, час електролізу у разі підвищення щільності струму з 0.82 А/дм^2 до 1.64 А/дм^2 скорочується з 12 до 9 год, а за щільності струму 2.48 А/дм^2 – до 6 годин. Істотно знижується залишкова концентрація цинку – з 2 г/дм^3 при $j=0.82 \text{ А/дм}^2$ до 0.4 г/дм^3 при $j=1.64 \text{ А/дм}^2$. Тенденція посилюється під час перемішування. Так при $j=1.64 \text{ А/дм}^2$ під час перемішування час електролізу становив 7 год за залишкової концентрації цинку 0.2 г/дм^3 , тоді як без перемішування концентрація цинку за 9 год знизилась лише до 0.6 г/дм^3 . При $j = 2.48 \text{ А/дм}^2$ перемішування меншою мірою впливає на електроліз, хоча, загалом, дає змогу скоротити час електролізу на годину за тієї самої ефективності вилучення цинку.

Варто відзначити, що під час електролізу, внаслідок конкуруючої реакції електрохімічного розкладу води відбувається підвищення рН в катодному просторі, що призводить до часткового гідролізу сульфату цинку з утворенням осадів у незначних кількостях. В анодному просторі відбувається утворення сірчаної кислоти концентрацією $0.4\text{--}0.5 \text{ г-екв/дм}^3$.

Застосування аніонітової мембрани дозволило досягти істотного підвищення виходу за струмом під час виділення цинку, порівняно із звичайним електролізом [1]. Проте, у разі зниження концентрації іонів цинку в розчині спостерігалось і істотне зниження виходу за струмом. Це пов'язано із тим, що за низьких концентрацій іонів цинку зростає витрата струму на конкуруючий процес електролізу води.

Варто також відзначити, що у разі електрохімічного відновлення цинку із розчинів сульфату цинку в присутності сульфату натрію під час застосування аніонообмінної мембрани вдалось досягти зниження залишкової концентрації іонів цинку в розчинах до $0.2\text{--}0.5 \text{ г/дм}^3$ при $j=1.84$ та 2.48 А/дм^2 . Це має велике значення для забезпечення ефективної регенерації катіоніту КУ-2-8 при повторному використанні регенераційного розчину.

Отже, можна підсумувати, що під час електрохімічного перероблення нейтральних регенераційних розчинів, що містять іони цинку, у комірці з застосуванням аніонообмінної мембрани марки МА-40 металевий цинк виділяється на катоді, а в анодному просторі утворюється сірчана кислота, яку також можна використовувати для регенерації катіонітів в іонообмінному очищенні води. Варто зазначити, що цинк ефективно відновлюється з відпрацьованих регенераційних розчинів за щільності струму від 0.82 А/дм^2 до 2.48 А/дм^2 , до того ж залишковий вміст цинку знижується до $0.2\text{--}0.6 \text{ г/дм}^3$. Вихід за струмом зростає у разі застосування аніонообмінних мембран. Інтенсивність процесу зростає за умов перемішування робочого розчину.

1. Гомеля Н.Д., Сагайдак І.С. Разработка экологически чистой технологии извлечения цинка из гальваносток // Перспективные направления развития экологии, экономики, энергетики: Сб. науч. ст. / ОЦНТЭИ. – Одесса. – 1999. – С. 81–85. 2. Сагайдак І.С. Локалізація та знешкодження

стічних вод, забруднених сполуками хрому, кадмію та цинку // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – К. – 2000. – С. 11–12. 3. Гомеля Н.Д., Глушко О.В., Радовенчик В.М. Очистка гальваностоків від іонів кадмія іонобмінним методом // Екологія і ресурси. – 2007. – № 16. – С. 57–62.

УДК 628.162:66.097.7/8

М.Д. Гомеля, Т.О. Шаблій, О.В. Голтвяницька
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАГЕНТІВ ПІД ЧАС ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ

© Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Голтвяницька О.В., 2010

Вивчено процеси пом'якшення води з використанням вапна, фосфату, фториду та гідроксоалюмінату натрію. Застосовуючи алюмінат натрію в композиції з вапном, досягнуто найвищу ефективність пом'якшення води у разі зниження залишкових концентрацій алюмінію в пом'якшеній воді.

It is studied processes of water demineralization with use of lime, phosphate, fluoride and sodium aluminium hydroxide. At sodium aluminate use in a composition with lime it is reached high performance of water demineralization at decrease in residual concentration of aluminium.

Постановка проблеми. Значною мірою раціональне використання води в промисловості та енергетиці залежить від ефективності підготовки води. Використання природної води без попереднього кондиціонування в системах охолодження призводить до передчасного виходу з ладу теплообмінників, конденсаторів, трубопроводів через накипоутворення та осадковідкладення. До того ж значна кількість води скидається в водойми під час продування системи, що призводить до їх теплового забруднення, крім того різко зростає забір природної води. У разі неефективного реагентного пом'якшення води, яка подається на іонобмінні установки пом'якшення та знесолення води, зростає навантаження на іонобмінні фільтри, різко підвищується витрата реагентів на регенерацію іонобмінних смол та значно зростають об'єми рідких відходів. Тому актуальним є завдання створення високоефективної технології реагентного пом'якшення води. Це завдання є доволі важливим, якщо врахувати, що сьогодні діючі технології дозволяють знижувати жорсткість пом'якшеної води до 1.5–2.0 мг-екв/дм³, а у разі пом'якшення високомінералізованої води лише до 3.5–4.0 мг-екв/дм³. Доцільність вдосконалення технології реагентного пом'якшення води полягає ще і в тому, що солі жорсткості в цьому разі виділяються у вигляді осадів, які є нетоксичними і легко утилізуються, тоді як під час іонобмінного знесолення або пом'якшення води утворюються значні об'єми кислих розчинів або розчинів хлориду натрію, які переробляти значно складніше.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Найбільш поширеними методами реагентного пом'якшення води є методи, які ґрунтуються на використанні луго, соди та вапна [1, 2]. В роботі [3] описано використання алюмінату натрію в процесах пом'якшення води. При цьому лужні відходи травлення алюмінію використовували для доведення рН води до заданих значень. Високу ефективність процесу в даному випадку можна було пояснити як переходом гідрокарбонатів в карбонати та гідролізом солей магнію, так і утворенням малорозчинних алюмінатів кальцію та магнію. У цій роботі було визначено ефективність пом'якшення води залежно від дози алюмінату натрію. Для порівняння було використано фторид та фосфат натрію, які також з іонами жорсткості утворюють нерозчинні сполуки.