

РОЗДІЛ «ХІМІЯ. БІОТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 628.387

НЕСТЕР А.А., к.т.н., доцент

Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОДІВ

Вступ. Проблема утилізації відходів промислового і побутового походження набуває в даний час усе більш гострого характеру у зв'язку з тим, що обсяги генерування відходів постійно зростають, тоді як темпи їх переробки незрівнянно малі. В результаті до теперішнього часу накопичено сотні мільйонів тонн різних твердих відходів, які необхідно переробляти і знешкоджувати, в тому числі і веденням електролізу. Масштаби щорічного продукування і накопичення твердих відходів вимагають створення потужних установок, які переробляють, продуктивністю, вимірюваною мільйонами тонн в рік, з їх промисловим освоєнням. Основним джерелом забруднень навколишнього середовища іонами важких металів є багатокомпонентні стічні води гальванічного виробництва від операцій промивок та основних технологічних операцій, а тому створення та відпрацювання технологій для видалення металів є важливою задачею проектування надійного обладнання [1].

Постановка задачі. Аналіз патентної та технічної літератури показав, що вирішенням проблеми відпрацьованих розчинів є перехід на виробничий процес на базі замкнутого циклу у єдиній технологічній операції. Разом з тим стічні води підприємств належним чином не досліджені, не розроблені надійні конструкції та технології, котрі могли б забезпечити спеціальну обробку з метою видалення важких металів та забезпечити автоматизовану технологію повторного використання стічних вод конкретного виробництва [2].

В процесі відновлення водних розчинів чи видалення металів важливе значення представляє вибір електродів, які повинні забезпечити процес та зручність у роботі з ними.

Результати роботи. Проведені дослідження дали можливість виконати певні узагальнення. У табл.1 наведено залежності витрати електродів від щільності струму в ціаністому розчині, що містить кадмій. У вказаних розчинах в діапазоні щільності струму 100-1500А/м² сталіні нержавіючі електроди усіх видів досить інтенсивно розчинялися. Осад (гідроксид заліза), що утворюється на електродах, був присутнім у всьому об'ємі розчину.

Витрата анодів збільшувалася зі збільшенням щільності струму і спостерігалася великою у електродів, виготовлених з нержавіючої сталіної сітки рідкого плетіння (табл.1).

Висновок: використання пластин з нержавіючої сталі в якості малозношуваних анодів для процесу видалення металів з промивних ціаністих розчинів в циркуляційному режимі без розмежування катодного і анодного просторів не рекомендується, оскільки вони розчиняються з утворенням гідроксиду заліза, що призводить до забруднення розчину і до забивання вуглецевого катода.

З наведених в табл.2 результатів видно, що зі зменшенням анодної щільності струму значно знижується розчинення плоских анодів з нержавіючої сталі, тому була вивчена поведінка пластинчатих анодів, у яких реальна поверхня більша від габаритної. Аналогічні дослідження, зроблені раніше на окисно-рутенієво-титанових анодах (ОРТА), показали перспективність такого роду анодів.

При порівнянні величин витрат плоского сталюого нержавіючого електрода і пластинчатого, отриманих в розчині, видно, що при рівній габаритній щільності струму фактична витрата пластинчатого електрода менша, ніж плоского. Але слід зазначити, що вже при щільності струму 250 A/m^2 на торцях пластинчатого електрода утворився гідроксид заліза. Слід зазначити, що час, за який відбувається розчинення половини ваги пластинчатого електрода, значно зростає в порівнянні з часом розчинення плоских електродів.

Таблиця 1 – Залежність витрати електродів з нержавіючої сталі I2X18HT від щільності струму

Щільність струму, A/m^2	Промивний розчин після операції кадміювання в ціаністому електроліті					
	Пластина		Решітка густого плетіння		Решітка рідкого плетіння	
	Витрата, кг/м^2 доба	50%, доба	Витрата, кг/м^2 доба	50%, доба	Витрата, кг/м^2 доба	50%, доба
100	0,1344	-	0,1584	-	0,1704	-
250	0,1235	46,3	0,1815	15,7	0,3285	2,3
500	1,013	5,5	1,536	1,7	2,212	0,3
750	1,344	4,3	1,584	1,8	1,704	0,4
1000	1,8	3,2	5,136	0,6	3,456	0,2
1500	2,226	2,6	1,713	1,7	3,796	0,2

У багатьох електрохімічних процесах видалення металів на вуглецево-волокнисті електроди (ВВЕ) за технологією потрібно розділення катодного і анодного просторів іонообмінною мембраною. У разі, коли католіт має $\text{pH} \leq 7$, в якості аноліту можна використати розчин сірчаної кислоти або суміш сірчаної кислоти і натрію сірчано-кислого. При цьому в якості анодів можна використати свинцеві пластини. У проведених дослідженнях використовувався аноліт складу 10% натрій сірчано-кислий і 5% сірчана кислота.

Таблиця 2 – Залежність витрати пластинчатого анода з нержавіючої сталі 12X18HT від щільності струму

Щільність струму, A/m^2		Витрата, кг/м^2 доба	Час розчинення 50% маси, доба
Габаритна	Фактична		
250	47	0.0023	2377
500	96	0.012	475.5
750	138	0.021	261.5

Дослідження дали можливість визначити витрати свинцевих анодів від щільності струму, які проводились в наступних умовах:

а) католіт – промивний розчин цитратно-фосфатного електроліту, мембрани МЖ-40.

Свинцеві аноди пропрацювали в сірчано-кислому розчині ~90 годин. Витрата

анодів $0,013-0,25 \times 10^{-4}$ кг/м² доба. В процесі електролізу аноди покриваються плівкою коричневого кольору, що представляє собою двоокис свинцю. Розчин впродовж усіх експериментів залишався прозорим;

б) католіт має рН більше 7. В основному це промивні розчини ціаністих електролітів.

В цьому випадку як аноліт використовується лужний розчин або натрій сірчано-кислий. В обох випадках з ходом часу відбувається підкислення аноліту. Внаслідок цього оцінювалася можливість використання свинцевих анодів для процесів електролітичного видалення кадмію з ціаністого розчину при розділенні електродних просторів іонообмінною мембраною і використання як аноліту розчину натрію сірчано-кислого і сірчаної кислоти.

Експерименти проводилися на наступних розчинах: промивний розчин після операцій кадміювання з ціаністого електроліту; промивний роданистий розчин електроліту сріблення – католіти; аноліт – 10% натрій сірчано-кислий і 5% сірчана кислота, анод – свинець. В цих експериментах стежили також за поведінкою мембран з точки зору можливості утворення на їх поверхні осаду;

в) при використанні в якості католіту промивного ціаністого розчину (електроліта кадміювання) утворення осаду на мембранах не спостерігалось.

Впродовж усього експерименту в католіт через кожен годину добавлявся концентрований по металу розчин. У перший момент часу на поверхні розчину плавав осад, через 20-30 хвилин осад розчинявся.

У анодному просторі розчин аноліту залишався прозорим, на свинці утворилася плівка двоокису свинцю, який частково обсіпався в розчин. Витрата анодів в інтервалі щільності струму $330-1000$ А/м² – $0,0972-0,2954$ кг/м² доба.

Вивчена поведінка електродів зі свинцевих пластин в промивному сірчано-кислому електроліті кадміювання без розділення катодного і анодного просторів. Свинцеві електроди покривалися темно-рудим нальотом (у діапазоні щільності струмів $250-1000$ А/м²). У розчині виявлено осад, розчин прозорий, витрата анодів у вказаному вище діапазоні – $0,47-1,04$ кг/м² доба. Вага свинцевих електродів зростала за рахунок утворення на поверхні оксидів (PbO₂).

В результаті проведених досліджень та на основі отриманих результатів розроблено електролізер, призначений для видалення металів з розбавлених розчинів. Відмінною особливістю електролізера від існуючих є використання в якості катодного матеріалу волокнистих вуглецевих матеріалів. Виконані розрахунки та дослідження показали, що для забезпечення вищезгаданих умов і використання як електродного матеріалу вуглецево-волокнистих електродних матеріалів ВВП-66-95 необхідно електролізер, оснащений як мінімум однією стандартною промисловою катодною камерою, в якій у якості катодів використовуються вказані вуглецеві матеріали. З урахуванням можливих змін, пов'язаних з коливаннями концентрації важких металів у ванні-уловлювачі, і необхідного запасу по продуктивності була розроблена конструкція електролізера на дві катодні і три анодні камери. В такому разі електролізер повинен складатися з корпусу, в якому вставлені поперемінно три анодні і дві катодні камери. Положення електродних камер в корпусі електролізера визначається конструктивними елементами.

Аноліт і католіт (промивний розчин) подаються окремо через розподільники у відповідні робочі камери і зливаються також окремо через колектори.

Корпус електролізера, струмопровідні облаштування (шини, струмопідводи камер), деталі катодних і анодних камер виготовляються з титану і кислотоупрочованої гуми.

Анодна камера являє собою рамку з титану, гумованого резиною, до якої з обох сторін за допомогою титанових накладок і гвинтів притиснута іонообмінна мембрана.

У верхній частині рамки вставляється анод-платинована титанова сітка. Конструкція анодної камери дозволяє легко замінювати мембрани, що вийшли з ладу. Для відділення анодного простору використовується іонообмінна мембрана МК-40-2С.

Живлення розчином анодних камер здійснюється з анолітної посудини через колектор, розташований в кишені електролізера. Підключення анодних камер до колектора здійснюється за допомогою гумових шлангів. Встановлення анодних камер і заміна, якщо вийшли з ладу, виконується в електролізері, з якого видалено розчин.

Конструкція катодної камери розрахована на використання в якості катода волокнистого вуглецевого матеріалу. Катодна камера складається з титанового корпусу, покритого гумою по периферії, з двома перфорованими струмопровідними стінками, на які із зовнішніх сторін укладається вуглецевий матеріал, що фіксується вінілпластовими сітками і закріплюється ґратчастими струмопровідними притискачами. Притискачі з'єднуються з корпусом камери за допомогою шарнірів, прикріплених до ручки камери, і закріплюються затискачами.

Живлення катодних камер розчином здійснюється через розподільник, розташований в дні електролізера, та патрубок з фланцем для підведення промивного розчину з ванн-уловлювача. При встановленні катодної камери в корпус електролізера штуцер для підведення розчину має автоматично входити у вихідне гніздо розподільника, що виступає в робочий простір апарату.

Висновки.

1. Показана можливість використання свинцевих електродів в якості анодів в розчині 10% натрію сірчаноокислого і 5% сірчаної кислоти при веденні основного технологічного процесу з розділенням катодного і анодного просторів.

2. Встановлена можливість використання свинцевих електродів в якості анодів в сірчаноокислому натрієвому розчині при проведенні електролізу з розділенням катодного і анодного просторів, при цьому католіт є ціаністим розчином. В даному випадку на мембранах осаду не спостерігалось, але для повнішої інформації про поведінку мембран потрібне проведення додаткових досліджень в тих умовах, що відповідають реальному процесу видалення металів з промивних ціаністих розчинів різних електролітів при розділенні катодного і анодного просторів іонообмінною мембраною та використанні як аноліту кислого розчину сірчаноокислого натрію або розчину сірчаної кислоти.

3. Проведені дослідження показали можливість використання свинцевих електродів в якості анодів в промивному сірчаноокислому розчині електроліту кадміювання. Для запобігання осипання свинцю в розчин аноди слід поміщати в чохла.

4. Досліджувалася поведінка і витратні норми нержавіючих сталевих електродів із пластин, сіток щільного і рідкого плетіння, пластинчатих електродів, свинцевих електродів в промивних розчинах гальванічних виробництв.

5. Аноди з нержавіючих сталевих пластин і сіток інтенсивно розчиняються в промивних ціаністих розчинах електроліту кадміювання. Витрата електродів з сіток більша, ніж електродів з пластин.

6. Можливе використання свинцевих електродів як анодів (у чохлах) в промивному сірчаноокислому розчині електроліту кадміювання.

7. Досліджено закономірності осаду кадмію з ціаністих розчинів на ВВЕ від умов електролізу, властивостей системи розчин-електрод, що дозволило розробити процес регенерації кадмію з відповідних промивних розчинів з поверненням кадмію у ванну гальванопокриття.

8. Розроблені процеси забезпечують уловлювання кадмію більш ніж на 99,9% з ванн уловлювання, повернення кадмію в процес, часткове окислення ціанідів на аноді.

9. Досліджено поведінку відмінності анодних матеріалів стосовно розроблених процесів; при розділенні електродних просторів мембранами рекомендується викорис-

товувати аноди з платинованого титану або свинцю (аноліт – сірчаноокислий розчин), без розділення електродних просторів рекомендується платинований титан.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рогов В.М. Электрохимическая технология изменения свойств воды / Рогов В.М., Філіпчук В.Л. – Львов: Вища школа, 1989. – 128с.
2. Виговська Т.В. Відходи як фактори екологічної небезпеки / Т.В.Виговська // Вісник ТУП. – Хмельницький. – 2002. – № 4, ч. 3. – С.153-158.

Надійшла до редколегії 06.04.2012.

УДК 604.4:664

ФІЛІМОНЕНКО О.Ю., ст. викладач
ГУЛЯЄВ В.М., д.т.н, професор
ФІЛІМОНЕНКО Д.В., ст. викладач
ДМИТРИЄНКО В.Ф., зав. лабораторії
ЛЮБИЧ Ю.Ю., магістр

Дніпродзержинський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПОЮ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ З ДОДАВАННЯМ ЗАКВАСОЧНОЇ КУЛЬТУРИ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILLUS*

Вступ. У зв'язку з досить невисоким рівнем екологічної безпеки та відносно низькою купівельною спроможністю населення в нашій країні проблема доступності якісної харчової продукції є дуже важливою. В такій ситуації повноцінне й здорове харчування являється однією з найбільш вагомих умов, необхідних для збереження активного образу життя й здоров'я людини в будь-якому віці.

В останні роки в Україні стрімко розвивається наука про здорове харчування, особливо її новий напрямок – функціональне харчування, тобто використання у раціоні людини таких продуктів природного походження, основні інгредієнти яких при систематичному вживанні здійснюють регулюючу дію на організм людини або ті чи інші його органи й системи. Прикладом подібних біологічно цінних продуктів є пробіотичні кисломолочні вироби, зокрема на основі молочної сироватки. Останні вигідно відрізняються своєю доступністю [1].

Направлена біоенергетична дія на молоко як складну полідисперсну систему призводить до її розділення на білково-жировий концентрат (сир, твердий сир, казеїн) і фільтрат (молочну сироватку). В сироватці залишається близько 50% сухих речовин молока [2]. Через невисоку концентрацію цих речовин (6,4-7,0%) сироватку часто розглядають не як побічний продукт, а як відходи виробництва, хоча її кількість досягає 90% від об'єму молока, що переробляється на білково-жирові концентрати.

Молочна сироватка багата цінними білками і в той же час практично не містить жирів, завдяки чому може використовуватися як ефективний натуральний засіб для схуднення й основа різних дієт. В ній міститься калій, кальцій, магній, фосфор, а також багато вітамінів. Але через невисоку ринкову вартість, поживні властивості та біологічна цінність молочної сироватки недостатньо ціняться серед виробників молочної продукції і значна її частина зливається у каналізацію. Тому необхідність повної переробки молочної сироватки і зниження її втрат обумовлена не тільки економічною доцільністю, але й необхідністю охорони навколишнього середовища.

У цих умовах випуск напоїв на основі молочної сироватки дозволить отримати