

УДК 546.62; 628.544

Г. М. ЮЩИШИНА, Є. В. ГРИГОРЕНКО

м. Миколаїв

СЕДИМЕНТАЦІЙНІ ТА ФІЛЬТРАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІДРОКСОСПЛУК АЛЮМІНІЮ, ОТРИМАНИХ ХІМІЧНИМ ТА ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНИМ МЕТОДАМИ

Наведені результати порівняльних досліджень седиментаційних характеристик та адгезійних властивостей гідроксисполук алюмінію, отриманих хімічним та електророзрядним методами. Показано, що електророзрядний алюміній гідроксид має низку переваг як коагулянт у порівнянні з його хімічним аналогом та може бути рекомендований для використання у технологіях очистки води.

Ключові слова: електророзрядний алюміній гідроксид, седиментаційні характеристики, адгезійна здатність.

Постановка проблеми. Окисні сполуки алюмінію – оксиди, оксигідроксиди, гідроксиди характеризуються високою питомою поверхнею та широко використовуються за різним призначенням: носії для каталізаторів та лікарських препаратів, адсорбенти, коагулянти. При цьому властивості цих сполук значно залежать від способу їх добування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Традиційною сировиною для добування гідроксисполук алюмінію є бокситова руда з високим вмістом алюміній оксиду. Але в цій технології отримують, в основному, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, адсорбційні властивості якого досить незначні. Отримання високоактивного $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ потребує додаткових стадій [1]. Гідроксид алюмінію отримують різними методами за реакцією обміну між солями алюмінію та лугами або їх аналогами. При цьому спосіб отримання, як було доведено в роботі [2] суттєво впливає на властивості алюміній гідроксиду. В останні роки хімічні методи було доповнено фізико-хімічними, зокрема з використанням електричного розряду. Високоактивні адсорбенти на основі оксидів/гідроксидів алюмінію було одержано під час електроерозії алюмінієвих електродів. При цьому питомі електровитрати на винос з електродів іонів алюмінію склали 84 кДж/г [3]. В роботах [4, 5] запропоновано новий оригінальний спосіб отримання алюміній гідроксиду – так званий електророзрядний – в якому використовується процес електроіскрової ерозії металічних гранул алюмінію під час проходження сильнотрумних імпульсів. Енерговитрати

на отримання гідроксисполук алюмінію складають від 12 до 15 кДж/г.

Постановка завдання. Метою даної роботи було виконати порівняльні дослідження седиментаційних та фільтраційних властивостей гідроксисполук алюмінію, отриманих хімічним та електророзрядним методом.

Матеріали та методи досліджень. Гідролізний алюміній гідроксид було отримано з алюміній сульфату. До розчину солі додавали натрій карбонат, для пришвидшення гідролізу суміш підігрівали при температурі 60°C протягом 30 хв. Осад, що утворився відфільтрували, висушували та використовували для подальших вимірювань.

Електророзрядний алюміній гідроксид отримували на лабораторних установках Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України (м.Миколаїв). У розрядну камеру завантажували алюмінієві циліндри довжиною 4–6 мм, вироблені з алюмінієвого дроту діаметром 4 мм. Електричний режим варіювали зміненням напруги та використанням реакторів різної конструкції (три типа). Седиментаційний аналіз отриманих гідроксидів виконували у відповідності до методики, наведеної у [6]. Обчислення радіусу частинок здійснювали за формулою (1):

$$r = \sqrt{\frac{9\eta u}{2(\rho - \rho_0)g}}, \quad (1)$$

де r – радіус частинки, м; η – в'язкість рідини, Пас; u – швидкість седиментації частинок, м/с; ρ – густина речовини частинок кг/м³; ρ_0 – густина середовища, кг/м³; g – пришвидшення вільного падіння, м/с².

Дослідження з кінетики осадження гідроксидів виконували візуальним та фотометричним методами (КФК-2).

Адгезійну здатність коагулянтів оцінювали непрямим шляхом за параметрами фільтрування «*b*» та «*a/b*», що характеризують відповідно інтенсивність налипання частинок до поверхні гідроксиду та швидкість проникнення у глибину фільтруючого матеріалу. При цьому

$$b = \frac{x_0}{L}; \quad \frac{a}{b} = \frac{n}{k},$$

де x_0, k – коефіцієнти, числові значення яких взято у [7]; n – тангенс кута нахилу прямої $h = f(t)$ (залежність втрати напору води у фільтрі від часу); L – відрізок, що відсікається на осі ординат. Вимірювання здійснювали у спеціальній фільтрувальній колоні.

Результати досліджень та їх обговорення. Дослідження впливу конструкції електророзрядних реакторів на характеристики електророзрядного гідроксиду алюмінію виконували в реакторах різної форми та розміру. Реактор № 1 був призначений для дослі-

дження залежностей від висоти та ширини шару металічного завантаження, реактор № 2 – від висоти та довжини, реактор № 3 – від геометричних властивостей розрядної камери та висоти шара рідини над металічним завантаженням. В табл. 1 представлені режими отримання електророзрядного алюмінію у воді.

Як можна побачити з табл. 1 розмір частинок електророзрядного алюміній гідроксиду визначається енергією в імпульсі і мало залежить від кількості імпульсів та інших параметрів.

Збільшення розміру частинок електророзрядного алюміній гідроксиду при його отриманні у стічній воді зумовлено, мабуть, участю іонів солей у формуванні частинок гідроксиду.

Вплив солей металів на седиментаційні характеристики та розмір частинок електророзрядного алюміній гідроксиду було вивчено із застосування купрум сульфату та цинк сульфату – компонентів стічних вод гальванічних цехів (табл. 2).

Таблиця 1

Седиментаційні характеристики електророзрядного алюміній гідроксиду в залежності від режимів їх отримання

№ зразка	Напруга, 10 ³ В	Емність, 10 ⁻⁶ Ф	Кількість імпульсів	Тип розрядної камери	Товщина шару завантаження	Маса завантаження, кг	Радіус частинок за формулою (1), мкм
1	4,5	1,35	1000	Реактор 1	8	210	20,3
2	Режим обробки, як в 1+100 імпульсів ($U = 20$ кВ, $C = 0,25$ мкФ)						21,5
3	5,0	1,35	5000	Реактор 2	18	200	21,7
4	4,5	1,35	10000	Реактор 3	12	330	24,6
5	3,7	1,35	10000	Реактор 1	15	66	20,1
6*	4,5	1,35	10000	Реактор 3	12	330	40,6

*Електророзрядна обробка проводилась у стічній воді, всі інші зразки отримані при розряді у водопровідній воді.

Таблиця 2

Результати седиментаційного аналізу електророзрядного алюміній гідроксиду в розчинах солей (реактор 2, енергія в імпульсі = 8,0 Дж)

№ зразка	Сіль (концентрація)	Кількість імпульсів	Радіус частинок після обробки, мкм	Радіус частинок через 2 години, мкм	Радіус частинок через добу, мкм
1	CuSO ₄ (0,1%)	30000	39,43	39,27	38,64
2	ZnSO ₄ (0,03%)	10000	91,40	89,77	-
3	ZnSO ₄ (0,1%)	20000	54,93	-	76,26

Результати технологічного моделювання фільтрів на основі хімічного та електророзрядного алюміній гідроксидів

№ зразка	Коагулянт	Параметр b , м ⁻¹	Параметр a/b , м/год
1	Амоній сульфат	14,3	0,054
2	Електророзрядний алюміній гідроксид	18,7	0,039

Порівнюючи результати вимірювань (табл. 1 та табл. 2) можна побачити, що введення солей металів у робоче середовище під час отримання електророзрядного алюміній гідроксиду збільшує розмір його частинок від 2 до 3 разів у порівнянні з чистою водою. При цьому природа катіону металу здійснює відносно невеликий вплив.

Збереження розміру частинок через добу свідчить про повільні процеси кристалізації, що співпадає з даними інших дослідників (кристалізація виявляється тільки через від 4 до 5 тижнів після утворення гідроксиду хімічним методом в розчині амоній сульфату) [8].

В табл. 3 наведені результати досліджень адгезійної здатності коагулянтів на основі хімічного та електророзрядного алюміній гідроксидів.

З наведений даний можна побачити, що значення a/b при використанні електророзрядного алюміній гідроксиду менше, ніж при хімічній коагуляції. Оскільки цей параметр характеризує швидкість переміщення осаду у глибину фільтраційної колони, можна зробити висновок що електророзрядний алюміній гідроксид біль міцний та в менше руйнується та переноситься струмом рідини у нижні шари.

Параметр b залежить від властивостей суспензії, що утворюється. Чим більш активна поверхня агрегатів алюміній гідроксиду, тим кращі умови їх налипання. Значення b зростає зі збільшенням адгезійної активності агрегатів, властивості яких залежать від умов отримання коагулянтів. Інтенсивність налипання частинок електророзрядного коагулянта на 30% вища у порівнянні з хімічним. Підвищена адгезій на здатність електророзрядного коагулянтів зумовлена, на наш погляд, високою питомою поверхнею та наявністю дефектів первинної структури. Можна вважати, що підчас дії електричного розряду, структури гідроксидів, що утворюються, мають

більш високу внутрішню та поверхневу енергію ніж отримані хімічним шляхом.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, електророзрядний алюміній гідроксид характеризується низкою особливостей, що визначає якісні відмінні його фізико-хімічних властивостей у порівнянні з хімічним гідроксидом. Це, вочевидь, є наслідком формування в зоні розряду сильно дефектних первинних структур з індивідуальними властивостями, що відрізняють електророзрядний алюміній гідроксид від його хімічного аналогу. Використання такого коагулянту з підвищеною адгезійною та адсорбційною здатністю дозволить суттєво покращити роботу фільтрів у одноступінчатій схемі водопідготовки та підвищенню тривалості захисної дії завантаження у фільтраційних колонах.

Список використаних джерел

1. Элвин Б. Стайлз. Носители и нанесенные катализаторы / Б. Элвин. — М.: Химия, 1991. — 240 с.
2. Стась Н. Ф. Зависимость свойств гидроксида алюминия от способа его получения / Стась Н. Ф. // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 3.
3. Фоминский Л. П. Некоторые аспекты электроэрозийного способа получения окиси алюминия / Фоминский Л. П. // Электронная обработка материалов. — 1980, № 1. — С. 45—48.
4. Левченко В. Ф. Электроимпульсный метод комплексной переработки материалов / В. Ф. Левченко // Проблемы машиностроения НАН Украины, Київ, 1992. — Вып. 38. — С. 78—86.
5. Зубенко А. А. Исследование свойств электроэрозийного гидроксида алюминия / А. А. Зубенко, А. Н. Ющишина // Электронная обработка материалов. — 2001. — № 6. — С. 60—65.
6. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. — М.: Химия, 1975. — 512 с.
7. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды. Ч. 1 / под ред. Л. А. Кульского и др. — К.: Наукова думка, 1980. — 680 с.
8. Бабенков Д. Е. Очистка воды коагулянтами / Д. Е. Бабенков. — М.: Наука, 1977. — 356 с.

A. N. YUSHCHISHINA, E. V. GRIGORENKO
Mykolaiv

**THE SEDIMENTATION AND FILTRATION CHARACTERISTICS
OF THE ALUMINUM HYDROXOCOMPOUNDS, OBTAINED BY THE CHEMICAL
AND ELECTRODISCHARGE METHODS**

The results of the researches on sedimentation characteristics and adhesive properties of the aluminum hydroxocompounds, obtained by the chemical and electrodischarge methods, have been represented. It has been shown, that electrodischarged aluminum hydroxide has the some advantages as a coagulant in comparison with its chemical analog and may be recommended for water purification processes.

Keywords: electrodischarged aluminum hydroxide, sedimentation characteristics, adhesive ability.

А. Н. ЮЩИШИНА, Е. В. ГРИГОРЕНКО
Николаев

**СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ И ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ГИДРОКСОСОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ХИМИЧЕСКИМ
И ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫМ МЕТОДАМИ**

Представлены сравнительные результаты исследований седиментационных характеристик и адгезионных свойств гидроксосоединений алюминия, полученных химических и электроразрядным методами. Показано, что электроразрядный алюминий гидроксид имеет ряд преимуществ как коагулянт по сравнению с его химическим аналогом и может быть рекомендован для использования в установках по очистке воды.

Ключевые слова: электроразрядный алюминий гидроксид, седиментационные характеристики, адгезионная способность.

Стаття надійшла до редколегії 01.04.2015