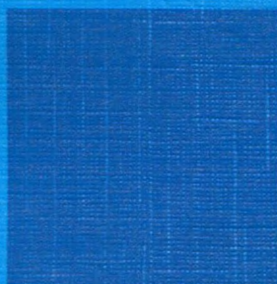




544.77




Л 13

О.М. ЛАВРИНЕНКО

ПРОЦЕСИ ФАЗОУТВОРЕННЯ В СИСТЕМІ КОРТОКОЗАМКНЕНИХ ГАЛЬВАНOKОНТАКТІВ ЗАЛІЗО (СТЗ)–ВУГЛЕЦЬ (КОКС) У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ



C	6	
CARBON		
12,011	0,48	0,77
2,25	$2s^2 2p^2$	11,26
	+4	0,29
	+2	
	-4	

Fe	26			
IRON				
55,847	4,65	1,26		
7,874	$3d^6 4s^2$	7,893		
			+6	
δ	γ	α	+3	0,79
			+2	0,92



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА імені І. М. ФРАНЦЕВИЧА

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»

О. М. Лавриненко

**ПРОЦЕСИ ФАЗОУТВОРЕННЯ
В СИСТЕМІ КОРОТКОЗАМКНЕНИХ ГАЛЬВАНOKOHTAKTІВ
ЗАЛІЗО (С_{т3}) – ВУГЛЕЦЬ (КОКС)**

Київ
ВІСНИК
КІМ
2019

УДК 544.018.2 :: [544.653.22 +544.015.2 : 549.5] + 66.087.5

*Затверджено до друку вченою радою Інституту проблем матеріалознавства
ім. І. М. Францевича НАН України (протокол № 8 від 16 жовтня 2018 р.)
та вченою радою*

*Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища
Національної академії наук України» (протокол № 07 від 17 вересня 2018 р.)*

Рецензенти:

ШАБАЛІН Б. Г. – доктор геологічних наук, старший науковий
співробітник

ПІРСЬКИЙ Ю. К. – доктор хімічних наук, старший науковий
співробітник

Лавриненко О. М.

Л 37 Процеси фазоутворення в системі короткозамкнених гальваноконтактів залізо (Ст3) – вуглець (кокс), – К.: «КІМ», 2019. – 300 с., іл. 81, табл. 26, бібліогр. список: 312 назв.

ISBN 978-617-628-078-1

В монографії наведено результати експериментального дослідження процесу гальванокоагуляційного фазоутворення в системі короткозамкнених гальваноконтактів *залізо - вуглець (кокс)*, яке проводили на діючій моделі промислового гальванокоагулятора, при пропусканні води і модельних розчинів неорганічних солей важких металів, і дисковому пристрої, який передбачав контроль за розвитком оксидно-гідроксидних структур *in situ*. Встановлено вплив параметрів проведення гальванокоагуляції на фазовий склад і масу утвореного осаду, значення водневого показника і хімічний склад дисперсійного середовища. Висвітлено умови переходу системи гальваноконтактів у стаціонарний стан та визначено вплив часу експлуатації залізної складової на хімічний і фазовий склад утвореної пульпи. Розкрито фізико-хімічні і колоїдно-хімічні механізми фазоутворення в системі короткозамкненої гальванопари *сталь 3 - кокс*. Показано можливість розділення дисперсних продуктів гальванокоагуляційного процесу шляхом адаптації традиційних методів сепарації природної сировини. Наведено приклади введення електролізу, гальванокоагуляції та цементації в технологічні схеми знешкодження рідких відходів гальванічних виробництв.

Видання розраховано на фахівців-хіміків і технологів у сфері знешкодження та переробки рідких відходів гальванічних виробництв та охорони навколишнього середовища і може бути використано викладачами та студентами відповідних вищих навчальних закладів.

ISBN 978-617-628-078-1

© Лавриненко О. М., 2019

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	8
Розділ 1. ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦІЙНЕ ВИЛУЧЕННЯ КАТІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ ТЕХНОГЕННИХ РОЗЧИНІВ	11
1.1. Загальна характеристика рідких відходів гальванічних виробництв	11
1.2. Характеристика головних методів знешкодження рідких відходів гальванічних виробництв	13
1.3. Застосування металічного заліза і сполук феруму в технологічних схемах водоочищення 80-90х років	17
1.4. Гальванокоагуляційний метод очищення стічних вод	23
1.4.1. <i>Розробка методу гальванокоагуляційного знешкодження рідких відходів гальванічних виробництв (80-90х рр.)</i>	23
1.4.2. <i>Розвиток гальванокоагуляції в 2000-2010 рр.</i>	31
1.4.3. <i>Сучасний стан розвитку технології гальванокоагуляційного знешкодження стічних вод</i>	35
Розділ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА КОЛОЇДНО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦІЙНОГО ФАЗОУТВОРЕННЯ	40
2.1. Електрохімічні аспекти дії короткозамкненої гальванопари залізо - вуглець (кокс) та просторове розділення процесу формування дисперсних фаз	41
2.1.1. <i>Процес іонізації заліза за корозійних умов</i>	41
2.1.2. <i>Електрохімічний механізм дії гальванопари залізо-вуглець</i>	47
2.1.3. <i>Гідроліз катіонів феруму</i>	52
2.1.4. <i>Характеристика зони реакції</i>	54
2.1.5. <i>Просторове розділення процесу фазоутварення в системах $Ст3(Fe^0)-H_2O-O_2/CO_2$ і $Ст3(Fe^0)-C-H_2O-O_2/CO_2$</i>	58
2.2. Характеристика первинних структур, які утворюються в системі залізної складової гальванопари	60
2.2.1. <i>Первинні структури, які утворюються на поверхні залізного ($Ст3$) напівелементу гальванопари</i>	62

2.2.2. Електрохімічні дослідження процесу формування структур Fe(II)-Fe(III) ШПГ	68
2.2.3. Формування плівки приповерхневого шару	74
2.3. Кінетичні закономірності та механізми утворення частинок мінеральних фаз у системі залізної складової гальванопари	82
2.3.1. Формування та фазові перетворення Fe(II)-Fe(III) ШПГ на поверхні сталі	83
2.3.2. Вплив значення рН на фазовий склад структур, утворених на поверхні залізного напівелементу гальванопари	91
2.3.3. Вплив окисних умов на фазові перетворення ферум-окисеновмісних сполук структурного γ -ряду	93
2.3.4. Вплив фізико-хімічних чинників на формування та фазові перетворення частинок феригідриту	98
2.4. Колоїдно-хімічний механізм формування частинок феришпінелей у системі залізного напівелементу	101
2.4.1. Теоретичні аспекти формування частинок феришпінелі в системах на основі заліза і сталей	102
2.4.2. Експериментальне дослідження механізму формування дисперсних феришпінелей в системі залізної складової гальванопари	105
Розділ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМАХ	111
3.1. Загальна характеристика процесів фазоутворення в системі гальваноконтактів залізо-вуглець (кокс)	111
3.1.1. Підготовка гальванокоагулятора до роботи	112
3.1.2. Характеристика стаціонарного стану системи короткозамкнених гальваноконтактів залізо-вуглець	114
3.1.3. Вплив часу експлуатації завантаження гальванокоагулятора на процес формування дисперсних фаз	116
3.1.4. Вплив швидкості потоку на процеси фазоутворення при робочому режимі гальванокоагуляції	118
3.1.5. Вплив значення рН вихідних розчинів на процес фазоутворення в системі гальваноконтактів залізо-вуглець	120
3.2. Процеси фазоутворення при гальванокоагуляції модельних розчинів FeSO₄ та Fe₂(SO₄)₃	126

3.3. Процес гальванокоагуляційного фазоутворення в модельних розчинах неорганічних солей цинку, нікелю, купруму та хрому	133
3.3.1. Система хлориду цинку	133
3.3.2. Системи нітрату і сульфату цинку	134
3.3.3. Нікелевмісні та купрумовмісні системи	153
3.3.4. Порівняльний аналіз фазового складу осадів, отриманих у системах неорганічних солей цинку, нікелю та купруму	158
3.3.5. Вилучення хрому (VI) в процесі гальванокоагуляційного фазоутворення	163
Розділ 4. ФАЗОУТВОРЕННЯ В СИСТЕМАХ КОРТКОЗАМКНЕНОЇ ГАЛЬВАНОВАРИ ЗАЛІЗО-ВУГЛЕЦЬ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ	165
4.1. Фазоутворення в короткозамкненому гальваноконтакті залізо-вуглець за умов вільного надходження в систему окисника	168
4.1.1. Система з водою	168
4.1.2. Цинковмісні системи	172
4.1.3. Нікелевмісні системи	174
4.1.4. Купрумовмісні системи	176
4.2. Цементацийне відновлення міді в системі залізної складової	181
4.2.1. Цементация міді на залізній складовій гальвановарі	182
4.2.2. Цементацийне відновлення міді в системі короткозамкненої гальвановарі залізо-вуглець	183
4.2.3. Вплив хімічного складу вуглецю на процес цементациї в умовах гальваноконтакту	185
4.2.4. Статичний і динамічний режими цементациї в умовах гальваноконтакту	186
4.2.5. Вплив активації залізної складової на процес цементациї міді в умовах гальваноконтакту	188
4.2.6. Кінетичні закономірності цементациї міді в умовах гальваноконтакту залізо-вуглець	189
4.3. Оптимізація процесу вилучення Cu^{2+} з модельних розчинів в системах на основі заліза і вуглецю	191

Розділ 5. РОЗДІЛЕННЯ ДИСПЕРСНИХ СУМІШЕЙ ОКСИДНО-ГІДРОКСИДНИХ ФАЗ, УТВОРЕНИХ ПРИ ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦІЇ МОДЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ	194
5.1. Розділення мінеральних сумішей, отриманих при гальваноккоагуляції модельних розчинів неорганічних солей	195
5.1.1. Гідравлічна класифікація	195
5.1.2. Магнітна сепарація	200
5.1.3. Флотація	206
5.2. Вивчення розподілу мінеральних фаз в продуктах гальваноккоагуляційного процесу	207
5.2.1. Напівкількісний розподіл фаз у вибірках	207
5.2.2. Кількісна оцінка вмісту індивідуальних фаз	209
Розділ 6. ВПРОВАДЖЕННЯ ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ЗНЕШКОДЖЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ РОЗЧИНІВ	211
6.1. Комплексна переробка рідких відходів хімічного нікелювання	211
6.1.1. Електролітичне вилучення нікелю із відпрацьованих електролітів хімічного нікелювання	215
6.1.2. Гальваноккоагуляційне знешкодження кислих травильних розчинів ділянки хімічного нікелювання	222
6.1.3. Технологічна схема комплексного знешкодження рідких відходів ділянки хімічного нікелювання	231
6.2. Гальваноккоагуляційне знешкодження купрумівмісних розчинів виробництва друкованих плат	234
6.2.1. Характеристика рідких відходів виробництва друкованих плат	237
6.2.2. Відпрацьовування режимів гальваноккоагуляційного фазоутворення на модельних системах	239
6.2.3. Розробка технологічної схеми знешкодження купрумівмісних розчинів виробництва друкованих плат	243
6.3. Знешкодження купрумівмісних хлорит-гіпохлоритних розчинів ювелірних виробництв	246
ДОДАТОК А1 Розрахунок термодинамічних функцій «зелених комплексів» та їхніх міцел	250

ДОДАТОК А2 Розрахунок термодинамічних функцій реакцій утворення лепідокроту при окисненні «зелених комплексів» та їхніх міцел	252
ДОДАТОК Б Розрахунок термодинамічних функцій реакцій утворення частинок феришпінелей у дисперсійному середовищі	254
ДОДАТОК В Маса та напівкількісний розподіл дисперсних фаз в осадах, отриманих при гальванокоагуляції розчинів сульфатів феруму(II) та феруму(III)	256
ДОДАТОК Г Хімічний склад, значення рН та вихід дисперсного осаду при гальванокоагуляції модельних розчинів хлориду, сульфату та нітрату цинку	260
ДОДАТОК Д Склад кінцевих розчинів після проведення цементації купруму на залізному скрапі за відсутності вільного надходження в систему кисню повітря	268
ДОДАТОК Е Мінералогічні характеристики й фізико-хімічні властивості ферум-оксигеновмісних природних мінералів та їхня розчинність у неорганічних кислотах	270
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	271