

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
„ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

На правах рукопису

ІВАШКІВ ВАСИЛЬ РОМАНОВИЧ

УДК 54.053:661.8.878.27

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ
ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПСЕВДОСПЛАВУ WC-Ni**

05.17.03 – Технічна електрохімія

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:

заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор
Яворський Віктор Теофілович,
Національний університет “Львівська політехніка”,
Міністерства освіти і науки України, м. Львів,
завідувач кафедри хімії і технології неорганічних
речовин

Харків – 2016

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Основні властивості Вольфраму, його простих речовин та важливих сполук	11
1.2 Методи одержання вольфраму та його сполук	14
1.3 Методи перероблення вторинної вольфрамвмісної сировини	16
1.4 Електрохімічні методи перероблення та анодна поведінка вольфраму, сплавів та сполук на його основі	19
1.4.1 Перероблення у лужних електролітах	20
1.4.2 Анодна поведінка вольфраму, сплавів та сполук на його основі у лужних електролітах	22
1.4.3 Перероблення у кислих електролітах	23
1.4.4 Анодна поведінка вольфраму, сплавів та сполук на його основі у кислих електролітах	24
1.4.5 Анодна поведінка вольфраму, сплавів та сполук на його основі у електролітах на основі органічних апротонних розчинників	29
1.4.6 Анодна поведінка вольфраму у сольових розплавах	30
1.5 Електролізери для перероблення відходів вольфраму	31
1.6 Заключення. Визначення мети дисертаційної роботи та завдань для її досягнення	34
РОЗДІЛ 2. ОПИС ЛАБОРАТОРНИХ УСТАНОВОК, МЕТОДИК ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АНАЛІЗІВ, ОБРОБЛЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	37
2.1 Реактиви, матеріали та прилади, які були використані у дослідженнях	37
2.2 Методика проведення експериментів	38
2.3 Методики дослідження морфології поверхні, хімічного і фазового складів псевдосплавів та продуктів електролізу, кількісного складу робочих електролітів	44
2.4 Методики розрахунку технологічних показників процесу анодного окиснення псевдосплаву WC-Ni	45
2.5 Методики оброблення одержаних експериментальних даних, визначення оптимального складу електроліту	

	3
та параметрів електролізу	47
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ АНОДНОЇ ПОВЕДІНКИ	
ПСЕВДОСПЛАВІВ WC-Ni У ВОДНИХ ТА НЕВОДНИХ	
ЕЛЕКТРОЛІТАХ	52
3.1 Дослідження анодної поведінки псевдосплавів типу WC-Ni	
у лужних електролітах	53
3.2 Дослідження анодного розчинення псевдосплаву WC-Ni в	
аміакатних електролітах складу $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$	57
3.3 Дослідження анодної поведінки псевдосплавів WC-Ni	
у кислих електролітах	60
3.4 Дослідження анодної поведінки псевдосплавів WC-Ni	
в області потенціалів розчинення зв'язуючого компонента (Ni)	62
3.5 Дослідження анодної поведінки псевдосплавів WC-Ni	
в області потенціалів окиснення вольфраму(IV) карбїду	69
3.6 Дослідження електрхімічної поведінки псевдосплавів WC-Ni	
у режимі реверсного струму	78
3.7 Дослідження анодного розчинення псевдосплаву	
WC-Ni в електролітах на основі органічних апротонних	
розчинників	82
3.8 Висновки	86
РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА	
ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОЛІЗУ	
ПСЕВДОСПЛАВІВ ТИПУ WC-Ni	88
4.1 Дослідження впливу параметрів електролізу на густину	
струму та вихід за струмом	88
4.2 Математичне моделювання одержаних результатів	
трьома методами та вибір оптимальних параметрів	90
4.3 Висновки	102
РОЗДІЛ 5. ОКИСНЕННЯ ПСЕВДОСПЛАВУ WC-Ni НА	
УКРУПНЕНИХ ЛАБОРАТОРНИХ УСТАНОВКАХ. РОЗРАХУНОК	
МАТЕРІАЛЬНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ НА ОДЕРЖАННЯ	

	4
ПРОДУКТУ (WO ₃)	103
5.1 Дослідження впливу густини струму та температури на спад напруги на електролізері	103
5.2 Конструкція вузла пілотного електролізера	108
5.3 Рорахунок габаритних розмірів установки, фільтра- відстійника, продуктивності насоса. Підбір джерела живлення	111
5.4 Рорахунок матеріального балансу процесу електролізу псевдосплаву WC-Ni, необхідної кількості матеріалів та електроенергії для роботи пілотної установки	113
5.5 Принципова технологічна схема одержання товарних продуктів, розрахунок матеріальних та енергетичних затрат на виробництво	115
5.6 Висновки	119
ВИСНОВКИ	120
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	122
ДОДАТКИ	140