

Майзеліс А.О.

Анодна стріппінг-вольтамперометрія  
в аналізі складу тонких плівок сплавів  
системи Cu-Ni-Zn

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МАЙЗЕЛІС А.О.

АНОДНА СТРИППІНГ-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРІЯ  
В АНАЛІЗІ СКЛАДУ ТОНКИХ ПЛІВОК  
СПЛАВІВ СИСТЕМИ Cu-Ni-Zn

Монографія



УДК 621.35  
М 14

Рецензенти: *Т.О. Ненастіна*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімії та хімічної технології, Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

*Г.М. Шабанова*, доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Друкується за рішенням Вченої ради Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», протокол № 12 від 27 листопада 2025 р.

**Майзеліс А.О.**

М 14 Анодна стріппінг-вольтамперометрія в аналізі складу тонких плівок сплавів системи Cu-Ni-Zn : монографія / А.О. Майзеліс. – Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2025. – 121 с.

ISBN 978-617-8332-92-1.

У монографії розглянуто стріппінг-вольтамперометричне визначення елементного та фазового складу покриттів сплавами системи Cu-Ni-Zn, що включає найбільш вживані у гальванічних процесах метали. Пропонуються методики аналізу елементного та фазового складу сплавів: Zn-Ni, Cu-Ni, Cu-Zn, Cu-Ni-Zn. Методом стріппінг-вольтамперометрії визначено вплив режиму електролізу, складу електроліту та товщини плівок сплавів на їх елементний та фазовий склад.

Монографія призначена для фахівців з електрохімії та матеріалознавства, інженерів гальванічних виробництв, наукових та науково-педагогічних працівників, аспірантів і студентів спеціальності G1 – Хімічні технології та інженерія вищих навчальних закладів.

Іл. 95. Табл. 5. Бібліогр.: 154 назв.

УДК 621.35

ISBN 978-617-8332-92-1

© А. О. Майзеліс, 2025.

## Зміст

Вступ .....	5
Розділ 1. Стриппінг-вольтамперометрія сплаву Zn-Ni .....	7
1.1 Літературний огляд з питань електроосадження покриттів сплавом Zn-Ni та визначення його елементного і фазового складу методом анодної стриппінг-вольтамперометрії .....	7
1.2 Кількісне визначення зміни хімічного і фазового складу сплаву Zn-Ni з товщиною шару .....	10
1.2.1 Якісний аналіз анодних вольтамперограм розчинення шарів сплаву .....	13
1.2.2 Кількісний аналіз анодних вольтамперограм розчинення шарів сплаву .....	17
1.3 Вплив умов електролізу на склад шарів сплавів Zn-Ni .....	24
1.3.1 Склад шарів сплаву, що осажені при різних значеннях потенціалу .....	24
1.3.2 Склад шарів сплаву, що осажені при різних значеннях густини струму .....	27
1.4 Вплив складу амікатно-гліцинатного електроліту на фазовий склад сплаву Zn-Ni .....	28
1.4.1 Вплив співвідношення концентрацій іонів металів .....	30
1.4.2 Вплив співвідношення концентрацій лігандів .....	31
1.5 Циклічна вольтамперометрія у слабко лужному амікатно-гліцинатному електроліті .....	37
1.6 Порівняння фазового складу шарів сплаву, що осажені в різних режимах .....	39
1.7 Стриппінг-вольтамперометрія мультишарового покриття (Zn-Ni) <sub>1</sub> / (Zn-Ni) <sub>2</sub> .....	40
1.8 Підвищення точності вольтамперометричного визначення хімічного і фазового складу шарів сплавів .....	41
Висновки до розділу 1 .....	43
Список джерел до розділу 1 .....	45
Розділ 2. Стриппінг-вольтамперометрія сплаву Cu-Ni .....	50
2.1 Літературний огляд з питань стриппінг-вольтамперометрії шарів сплаву Cu-Ni .....	50
2.1.1 Область застосування мідно-нікелевих покриттів .....	50
2.1.2 Анодна вольтамперометрія в аналізі мідно-нікелевих сплавів .....	51
2.2 Анодна стриппінг-вольтамперометрія мідно-нікелевих сплавів .....	53
2.2.1 Анодне розчинення міді і нікелю в однокомпонентних електролітах .....	53

2.2.2 Анодне розчинення сплаву Cu-Ni в лужному аміакатно-гліцинатному електроліті .....	55
2.2.3 Підвищення точності визначення складу сплаву .....	57
2.3 Анодна вольтамперометрія сплаву Cu-Ni, що осаджений з сульфосаліцилатно-аміакатного електроліту .....	60
2.3.1 Вплив рН електроліту на склад сплаву .....	60
2.3.2 Вплив перемішування електроліту на склад сплаву .....	64
Висновки до розділу 2 .....	73
Список джерел до розділу 2 .....	74
Розділ 3. Стриппінг-вольтамперометрія сплаву Cu-Zn .....	76
3.1 Гальванічні покриття сплавами Cu-Zn .....	76
3.1.1 Використання покриттів сплавами Cu-Zn .....	76
3.1.2 Фазовий склад покриттів сплавами Cu-Zn .....	76
3.1.3 Анодна вольтамперометрія сплавів Cu-Zn .....	77
3.2 Вольтамперометричне розчинення шарів сплаву Cu-Zn .....	78
3.2.1 Вплив потенціалу осадження сплаву в електролітах з різним співвідношенням лігандів на фазовий склад сплаву .....	78
3.2.2 Зміна складу сплаву з густиною струму .....	81
3.2.3 Вплив перемішування електроліту на склад сплаву .....	85
3.2.4 Визначення міжшарового травлення при почерговому осадженні плівок сплаву .....	88
3.3 Висновки з розділу 3 .....	94
Список джерел до розділу 3 .....	95
Розділ 4. Стриппінг-вольтамперометрія потрійного сплаву Ni-Zn-Cu .....	98
4.1 Використання покриттів сплавом Ni-Zn-Cu і визначення його складу ..	98
4.2 Порівняння розчинення плівок сплаву Ni-Zn-Cu в сульфатному і аміакатно-гліцинатному електролітах .....	99
4.2.1 Порівняння вольтамперограм розчинення сплаву Ni-Zn-Cu з вольтамперограмами розчинення металів і подвійних сплавів .....	100
4.2.2 Вплив потенціалу осадження шарів і бішарів на склад сплавів .....	104
4.4 Зміна хімічного і фазового складу плівок потрійного сплаву Ni-Zn-Cu з товщиною .....	111
4.5 Порівняння складу одношарових плівок сплаву Ni-Zn-Cu і бішару .....	115
Висновки з розділу 4 .....	116
Список джерел до розділу 4 .....	118

Наукове видання

**МАЙЗЕЛІС** Антоніна Олександрівна

**АНОДНА СТРИППІНГ-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРІЯ  
В АНАЛІЗІ СКЛАДУ ТОНКИХ ПЛІВОК  
СПЛАВІВ СИСТЕМИ Ni-Zn-Cu**

Монографія

В авторській редакції

Підписано до друку 01.12.2025 р.  
Формат 60x84 1/16. Папір офсетний. Друк цифровий.  
Умовн. друк. арк. 7,0.  
Тираж 300 прим. Зам. №01-12.

---

Видавництво та друк  
ФОП Іванченко І.С.

пр. Тракторобудівників, 89-а/62, м. Харків, Україна, 61135.  
тел.: +38 (050/093) 40-243-50.

Свідчення про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,  
виготівників та розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 4388 від 15.08.2012 р.  
[monograf.com.ua](http://monograf.com.ua)