

1. Мазаник В.Н., Ермаков В.И., Гапина Г.Г. и др. Получение сухих цинковых белил при переработке вторичного медно-цинкового сырья // Цветные металлы. – 1977. – № 5. – С. 20–22.
2. Халемский А.М., Горячун Б.А., Паюсов С.А. Комплексная переработка медноцинковых отходов цветной металлообработки на товарные продукты // Хим. пром. – 1992. – № 2. – С. 38–40.
3. Ситтинг С. Извлечение металлов из отходов: Пер. с англ. – М., 1985. – 408 с.
4. Испытание процессов бактериально-химического выщелачивания клинкера цинковых заводов // Цветные металлы. – 1993. – № 11. – С. 26–28.
5. Брюквин В.А., Леоньев В.Г. Эффективная пирометаллургическая технология извлечения цинка из отвалов производства меди // Цветные металлы. – 1993. – № 10. – С. 25–28.
6. Технология катализаторов / Под ред. И.П. Мухленова. – М., 1989. – 325 с.
7. Ясонов В.И., Огородничук В.И., Сланов А.С. и др. О переработке вторичных цинксодержащих материалов // Цветные металлы. – 1978. – № 8. – С. 25–26.
8. Перков А.Н., Гайдученя Г.М., Шлома Э.Н. и др. Переработка цинксодержащих отходов производства *n*-*n*-бутиланилина // Экотехн. и ресурсосб. – 1992. – № 6. – 3 с.
9. Шимко И.Г., Талалин В.И., Шматова В.В. и др. Пререработка цинксодержащих шламов предприятий вискозных волокон // Хим. Волокна. – 1984. – № 1. – С. 48–50.
10. Артеменко С.Е., Овчинникова Г.П. Экологические проблемы производств химических волокон. – Саратов., 1991.
11. Яворський В.Т., Курилець О.Г., Мартинець О.В. Шляхи підвищення екологічності та економічності технології хімічних волокон // Экотехн. и ресурсосб. – 2001. – № 4.

УДК 620.198

**І.П. Мерцало, В.Т. Яворський**

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра хімії і технології неорганічних речовин

## **ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ВЛАСТИВОСТІ АНОДНИХ ПОКРИТТІВ**

© Мерцало І.П., Яворський В.Т., 2002

**Досліджено вплив природи і концентрації ПАР на якість анодних покриттів, сформованих на сплаві алюмінію АМГ-3.**

**The influence of nature and concentration of surfactants on quality of anode coatings on surface of aluminium alloy АМГ-3 was investigated.**

### **Вступ**

Поверхнево-активні речовини (ПАР) як добавки до електролітів формування гальванічних металевих покриттів впливають на їх структуру і властивості [1, 2]. Відома також їх вирівнююча дія на поверхню металу при розмірному анодному травленні металів [3]. Дані ж впливу ПАР на анодне окиснення різних сплавів алюмінію недостатні і неоднозначні [4].

Нами подані результати дослідження впливу поверхнево-активних органічних речовин на властивості анодно-оксидних покриттів, сформованих на сплаві алюмінію в доіскровому (сульфатно-оксалатний електроліт) та іскровому (лужний електроліт) режимах.

### Методика проведення експерименту

Доіскрове анодування проводили у ванні лабораторної лінії “Leif-elektronik”. Робочими зразками служили відполіровані пластини із сплаву алюмінію АМГ-3. Експерименти проводили в сталому складі базового електроліту анодування, г/л:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ –180,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  – 6, ПАР – 0,1–0,001. Аноднооксидне покриття наносили при густині струму  $200 \text{ A/m}^2$ , температурі 291 К протягом однієї години. Іскрове анодування сплавів проводили в електроліті складу, г/л: КОН – 3,  $\text{NaSiO}_3$  – 2, ПАР- 0,1 – 0,001 при густині струму  $2000 \text{ A/m}^2$ .

Вивчали вплив концентрації дифеніламіну, трибензиламіну та поліетиленполіаміну на товщину, захисні та діелектричні властивості оксидних покриттів. Товщину одержаного оксидного покриття вимірювали масометрично та за допомогою мікроскопа. Захисні властивості покриттів оцінювали за поруватістю, яку визначали методом краплі. Опір ізоляції ( $R_{\text{із}}$ ) міряли тераомметром Е6-13А. Агресивність досліджуваних електролітів анодування з ПАР та без них визначали за швидкістю розчинення в них сформованих анодно-оксидних плівок, під струмом і при розімкнутому колі. Для цього попередньо оксидовані зразки сплаву алюмінію промивали дистильованою водою, висушували при 373 К, зважували і знову на одну годину опускали в електроліт анодування під струмом і без нього. Після чого в обох випадках зразки знову промивали, сушили, важили і визначали товщину оксидного покриття.

### Результати та їх обговорення

Узагальнені результати досліджень свідчать про те, що введення дифеніламіну, трибензиламіну та поліетиленполіаміну в сульфатно-оксалатний електроліт доіскрового анодування суттєво змінює швидкість електрохімічної реакції окиснення алюмінію. Так, додавання до базового електроліту поліетиленполіаміну вже в кількості 0,001 г/л, значно сповільнює анодування. При анодуванні сплаву алюмінію в даному електроліті протягом 1 години, товщина анодного покриття була на 7 мкм меншою за товщину оксиду, сформованого в тих же умовах, в базовому електроліті. Трибензиламін і дифеніламін, за такої ж концентрації, змінюють товщину оксидної плівки тільки на 4 мкм, що вказує на їх меншу сповільнюючу дію у вказаному вище процесі. Такий вплив наведених ПАР за різних концентрацій може бути пов'язаний з утворенням на аноді адсорбційної плівки останніх різної товщини. Даний процес гальмує перехід іонів металу в електроліт, а звідтам – кисню. Адсорбційне насичення в усіх випадках наступало при концентрації додатків 0,01 г/л. Наступне підвищення концентрації ПАР вже не призводило до зменшення товщини покриття.

Оксидні покриття, утворені в електролітах з вказаними додатками, порівняно з покриттями, утвореними в базовому електроліті, є дрібніші і менш поруваті. Досліджувані ПАР знижують поруватість оксидного покриття майже вдвічі. Проте введення в електроліт анодування поліетиленполіаміну призводить до утворення дуже дрібних пор. Тоді як дифеніламін і трибензиламін діаметри пор не змінюють. Це може вказувати на різну розтравлюючу дію електролітів, здатність ПАР утворювати комплексні сполуки з іонами металу зразка чи дію електричних чинників електролізу. При дослідженні агресивності електролітів виявили таке. У базовому електроліті швидкість розчинення оксидної плівки при розімкнутому колі становила  $1,42 \cdot 10^{-4} \text{ кг/m}^2 \text{ год}$ , при концентрації всіх трьох додатків 0,001 г/л вона значно зменшилась. За концентрації 0,01 г/л ПАР, утворений на поверхні покриття їх міцелоподібний шар, вже надійно екранує зразок від дії електроліту. Найменше розчинення утвореної оксидної плівки було в електроліті з додатком поліетиленполіаміну. Утворені в даному електроліті оксидні плівки мали і найвищий опір ізоляції (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив ПАР на властивості оксидних плівок та агресивність електроліту**

№ з/п	Концентрація добавки, г/л	Товщина покриття, мкм	Поруваність, %	Опір ізоляції, Ом	Розчинення оксиду при розімкненому колі $\cdot 10^{-4}$ , кг/(м <sup>2</sup> ·год)
Поліетиленполіамін					
1	0,001	21	7,50	$4 \cdot 10^8$	1,10
2	0,01	20	6,20	$2 \cdot 10^8$	0,72
3	0,015	22	8,00	$2 \cdot 10^7$	0,81
4	0,1	23	8,00	$2 \cdot 10^7$	0,85
Трибензіламін					
1	0,001	24	7,60	$6 \cdot 10^7$	1,11
2	0,01	22	7,65	$2 \cdot 10^8$	0,78
3	0,015	24	7,90	$3 \cdot 10^7$	0,91
4	0,1	25	7,90	$3 \cdot 10^7$	0,87
Дифеніламін					
1	0,001	24	7,20	$5 \cdot 10^7$	1,22
2	0,01	24	7,15	$4 \cdot 10^8$	0,77
3	0,015	25	7,30	$3 \cdot 10^7$	0,79
4	0,1	26	7,30	$3 \cdot 10^7$	0,81
Базовий електроліт складу, г/л: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 180, H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O					
		28	13,80	$1 \cdot 10^7$	1,42

При дослідженні розчинення оксидної плівки під струмом, у власному електроліті, виявили таке. Маса зразків, окисдованих в електролітах з додатками дифеніламіну і трибензіламіну, після повторного перебування під струмом протягом однієї години, значно зросла. А зразка, окисдованого в електроліті з поліетиленполіаміном, зросла незначно. В подальшому, анодовані зразки витримували в електроліті під струмом протягом різного часу ( від 2 до 60 хв). Виявили, що спочатку проходить розчинення оксиду, потім певний період часу наростає нова оксидна плівка, а потім і вона починає частково розтрапляватись (табл. 2). Найменше розтравлення спостерігалось в електроліті з додатком поліетиленполіаміну.

Таблиця 2

**Зміна товщини оксидної плівки, утвореної в електролітах з додатками дифеніламіну (1), трибензіламіну (2), поліетиленполіаміну (3), від часу перебування окисдованого зразка під струмом**

Час перебування під струмом, год	Товщина, мкм		
	поліетиленполіамін	дифеніламін	трибензіламін
	20,0	22	24
1	2	3	4
0,1	18,0	19	20
0,2	17,0	18	19
0,3	17,0	18	18
0,4	17,0	19	20
0,5	18,0	20	22
0,6	19,0	22	24
0,7	19,5	25	25
0,8	20,0	27	27
0,9	22,0	28	29
1,0	26,0	30	32

Встановлено, що введення досліджуваних додатків ПАР в електроліт іскрового анодування не впливає на поруватість оксидного покриття. Заслугує на увагу зменшення розмірів пор оксидного покриття за збільшеної густини струму. Із збільшенням струму формування покриття зростає кількість імпульсів іскріння в секунду, але при цьому їх тривалість зменшується [5]. Потужність, яка виділяється в іскрових каналах, за більших густин струму зменшується. До того ж збільшення густини струму скорочує час формування покриття, відповідно і енергію, що виділяється. Без сумніву, зменшується і та частина енергії, що йде на руйнування пор. Все це сприяє меншому руйнуванню пор за більших густин струму, їх діаметр відповідно менший. Отже, зниження енергії, що виділяється при формуванні оксидного покриття, призводить до зменшення діаметра пор в його об'ємі.

### Висновок

Введення поліетиленполіаміну, дифеніламіну, трибензиламіну в сульфатно-оксалатний електроліт доіскрового анодування при їх концентрації 0,01 г/л зменшує поруватість оксидного покриття, поліетиленполіамін впливає на діаметр пор.

1. *Инженерная гальванотехника в приборостроении / Под ред д-ра техн. наук А.М. Гинбера. – М., 1977.* 2. *Флеров В.Н. Химическая технология в производстве радио-электронных деталей. – М., 1988. – 104 с.* 3. *Киш Л. Кинетика электрохимического растворения металлов: Пер. с англ. – М., 1990. – 272 с.* 4. *Одынец Л.Л., Орлов В.М. Анодные оксидные пленки. – Л., 1990. – 200 с.* 5. *Снежко Л.А., Черненко В.И., Папанова И.И. Получение покрытия анодно-искровым электролизом. – Л., 1991. – 128 с.*

УДК 661. 24

Л.В. Савчук, В.Т. Яворський, Р.Р. Оленич  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра хімії і технології органічних речовин

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОНОЕТАНОЛАМІНОВИДНИХ РОЗЧИНІВ, НАСИЧЕНИХ СІРКИ (IV) ОКСИДОМ

© Савчук Л.В., Яворський В.Т., Оленич Р.Р., 2002

**Наведено результати досліджень поглинальної здатності моноетаноламіноводних розчинів щодо сірки (IV) оксиду та фізико-хімічних властивостей цих розчинів.**

**The results of investigations of sorbatic ability of ethanolamine-water solution concerning sulphur (IV) oxide have been presented. Physico-chemical properties of obtained solutions have been shown.**

Рациональне використання ресурсів Землі і охорона довкілля в умовах бурхливого промислового виробництва є однією з найактуальніших проблем сьогодення. Втручання людини в природу різко посилюється, стало різноманітнішим і небезпечнішим для навколишнього середовища. Наймасштабнішим є забруднення природи невластивими їй речовинами хімічної