

ПОВЕРХНЕВИЙ ЗАХИСТ АЛЮМІНІЄВИХ ПЛАСТИН АНОДНИМ ОКИСЛЕННЯМ

Запорізька державна інженерна академія

Проведен анализ механизмов формирования защитных оксидных покрытий. Рассмотрены этапы взаимодействия ионов алюминия и кислорода. Определено влияние режимов анодирования на эксплуатационные свойства алюминиевых пластин.

Проведено аналіз механізмів формування захисних оксидних покриттів. Розглянуто етапи взаємодії іонів алюмінію та кисню. Визначено вплив режимів анодування на експлуатаційні властивості алюмінієвих пластин.

Вступ. Анодування є процесом формування плівки оксиду на поверхні алюмінію. Властивості такої плівки суттєво залежать від типу електроліту, його концентрації та температури, матеріалу зразка, що анодують, а також електричних параметрів: прикладеної напруги, анодної та катодної щільності струму [1].

За характером протікання процесу та властивостями одержаних оксидних плівок електроліти для анодування можна поділити на три групи:

1. Електроліти, які не розчинюють і слабо розчинюють оксид алюмінію (нітрати, борна кислота, бура, фосфати). Зростання оксидної плівки обмежується дуже малою товщиною (до 0,1...1,0 мкм) через великий активний електричний опір плівки.

2. Активні електроліти, що сильно розчинюють оксид алюмінію (їдкі луги, соляна кислота, хлориди). Плівка значної товщини не утворюється через високу швидкість її хімічного розчинення в електроліті.

3. Середньоактивні електроліти (кислоти: сірчана, щавлева, хромова, фосфорна; сульфати, галуни). Залежно від умов проведення процесу одержують плівку, товщина та властивості якої змінюються у широких межах [2].

Механізм анодного окислення алюмінію в розчинах електролітів умовно поділяють на три стадії:

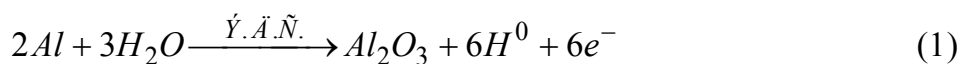
– передавання кисню від аніонів розчину до металу, що анодують, та виникнення первинної сполуки алюмінію з киснем;

– формування суцільної тонкої оксидної плівки (бар'єрного типу);

– зростання потовщених плівок пористого типу.

Кисень, що є необхідним для окислення алюмінію у анодному процесі, надходить з електроліту. Донорами кисню можуть бути всі іони електроліту, що містять кисень, наприклад SO_4^{2-} , HSO_4^- , PO_4^{3-} , CrO_4^{2-} , $C_2O_4^{2-}$, CO_3^{2-} , OH^- , а також недисоційовані молекули води [3].

Реакція анодного окислення алюмінію має вигляд:



Реакція (1) є сумарною реакцією ряду окремих процесів. Найбільш імовірним з них служить процес іонізації алюмінію, який відбувається на межі розділу «метал–бар'єрна плівка»:



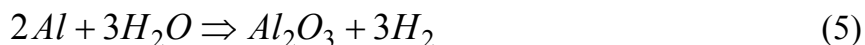
Електрони, що утворюються за реакцією (2), прямують у зовнішнє коло, створюючи струм анодування. Іони алюмінію мігрують в електричному полі іонних решіток оксиду до зовнішньої поверхні бар'єрного шару [4,5].

Можливо також протікання наступних реакцій:



Реакція (3) є менш імовірною та протікає з незначною швидкістю.

За деяких умов на аноді утворюється водень, чим пояснюється наявність окремих місцевих пробіїв плівки та можливість протікання електрохімічної взаємодії алюмінію з водою за реакцією:



Постановка завдання дослідження. Аналіз механізмів формування оксидних покриттів встановлює етапи взаємодії іонів алюмінію та кисню. Кожний етап характеризується температурно-часовими й електричними параметрами. Метою роботи є визначення впливу режимів процесу анодування, фарбування та ущільнення алюмінієвих сплавів на їх експлуатаційні характеристики.

Основна частина. Технологія захисту поверхні алюмінію від корозії включає переділи попередньої підготовки поверхні, анодування, фарбування й ущільнення.

Зразки спочатку механічно очищають від забруднень, потім відмивають у теплій воді з додаванням каустичної соди та знежирюють органічним розчинником.

Остання підготовча стадія – травлення, яке проводять у водному розчині, що містить: 350 г/л соляної кислоти і 15 г/л плавикової кислоти, – за кімнатної температури протягом 8...12 с.

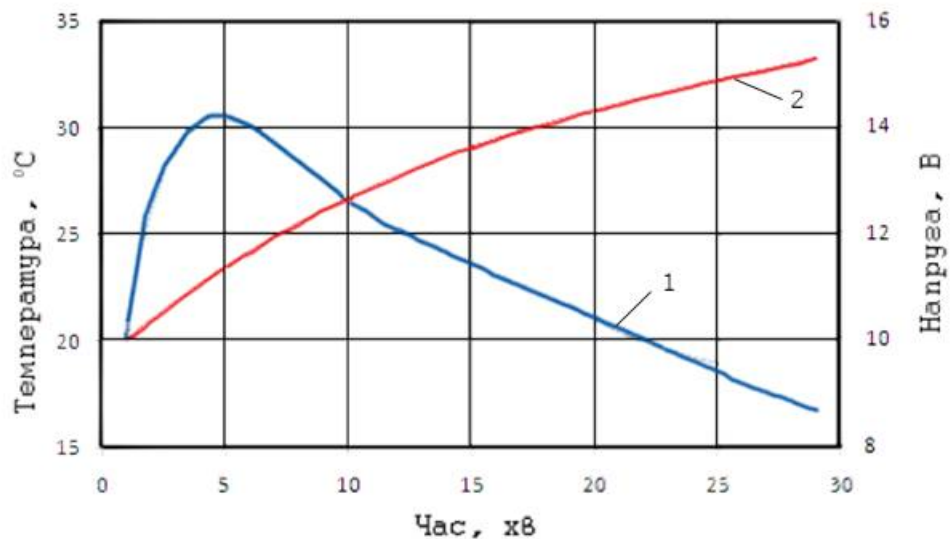
Керованими параметрами процесу анодування є температура електроліту, щільність струму та тривалість електролізу.

Температура електроліту змінюється в межах 15...35 °С. Припускається зниження його початкової температури до 10 °С. Максимальна температура обмежується значенням 37 °С, вище за яке швидкість розчинення анодної плівки перевищує швидкість її утворення.

Часовий режим залежить від початкової температури електроліту. Якщо його початкова температура є високою, то триваліша витримка буде недоцільною, оскільки підвищення температури за часом призводить до збільшення опору електроліту.

Щільність струму додержують на рівні 1,78...2,00 А/дм², напруга – змінюється у межах 8...20 В.

Процес анодування має динамічний характер. Як видно із залежності змінювання температури електроліту та напруги під час анодування, що подано на рис.1, перші 2...3 хвилини відбувається сильне зростання напруги та спостерігається підвищення температури. Потім настає деякий рівноважний стан тривалістю 2...4 хвилини, коли напруга практично не зменшується, а спостерігається зростання температури електроліту. Подальше збільшення температури електроліту сповільнюється та складає 0,4...1,2 град/хвил. Після досягнення рівня його температурі 30...32 °С її подальше збільшення стабілізується на швидкості підйому 0,1...0,4 град/хвил.



1 - напруга; 2 - температура електроліту

Рисунок 1 – Змінювання температури електроліту та напруги в процесі анодування за щільності струму $1,78 \text{ A/дм}^2$

Через 5...8 хвилин після початку процесу анодування спостерігаються зниження напруги з постійно затухаючою швидкістю. При цьому щільність струму підтримують на рівні $1,78...2,0 \text{ A/дм}^2$.

Змінювання загального електричного опору системи «катод–електроліт–анод» залежно від тривалості процесу за анодної щільності струму $1,78 \text{ A/дм}^2$ подано на рис.2.

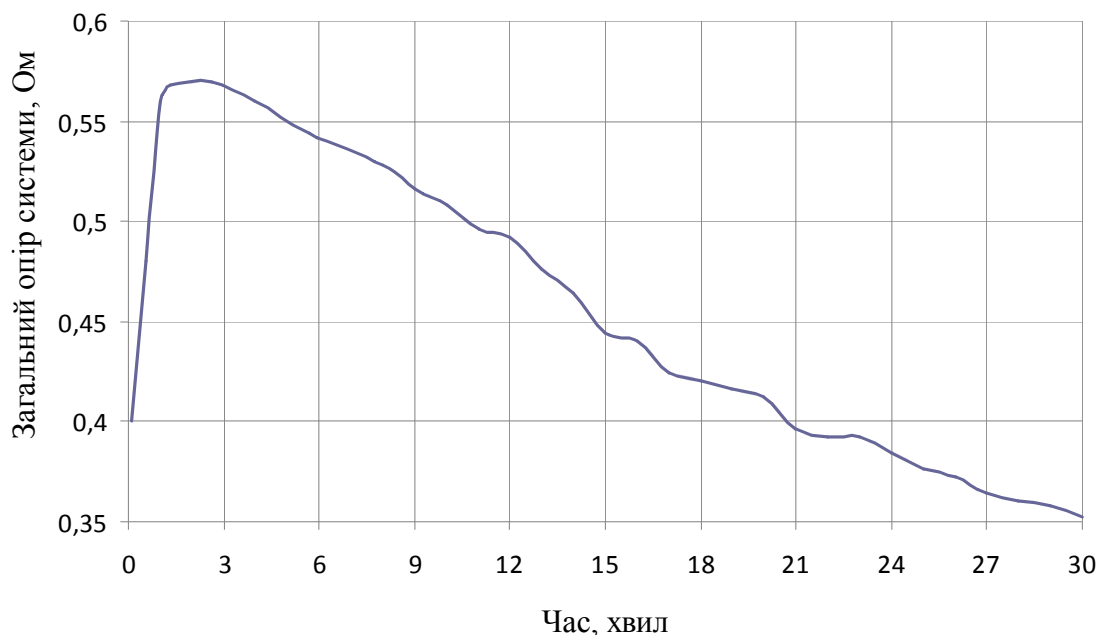


Рисунок 2 – Змінювання загального електричного опору системи «катод-електроліт-анод»

Опір вказаної системи значно зростає до температури електроліту 25°C , а потім починає знижуватися. Це пов'язано з тим, що на початку процесу утворюється суцільний (без пор) шар оксиду алюмінію, та лише починається процес формування пористого шару, але пори ще є відсутніми. Потім унаслідок появи та зростання пористого шару оксиду

алюмінію опір системи «катод–електроліт–анод» знижується і пори заповнюються електролітом, провідність якого є вищою.

Фарбування анодної плівки здійснюють електрохімічним методом у водному розчині, що містить 8 г/л сірчаної кислоти і 2 г/л перманганату калію. Його здійснюють за змінним електричним струмом під напругою 17...20 В протягом 5...6 хвилин. Протягом зазначеного процесу колір забарвленого алюмінію змінюється від світло бронзового до темно бронзового.

Після фарбування проводять додаткове ущільнення пористої структури анодної плівки кристалогідратом алюмінію. Ущільнення здійснюють у воді, що конденсує, за температури 92...100 °С протягом 30 хвилин.

Таблиця 1 – Пружні та міцнісні характеристики пластин товщиною $0,40 \pm 0,01$ мм із сплаву Д16Т під час поверхневої обробки

Режим	σ_B , МПа		E , ГПа	
	середнє	$\Delta\sigma_B$	середнє	ΔE
До анодування	604	± 14	10,51	$\pm 0,31$
Анодування	630	± 16	11,49	$\pm 0,22$
Фарбування	630	± 13	11,49	$\pm 0,22$
Ущільнення	637	± 11	11,71	$\pm 0,19$

Поверхнева обробка пластин із сплаву Д16Т приводить до змінювання механічних характеристик. Межа міцності на розтягування (σ_B) і модуль пружності (E) алюмінієвих пластин після анодування, фарбування і ущільнення подано у табл.1.

З аналізу табл.1 виходить, що поверхнева обробка алюмінієвих пластин товщиною $0,40 \pm 0,01$ мм підвищує характеристики міцності на 5,5% і модуль пружності – на 9,0%.

Висновки. Визначено умови формування оксидного покриття на алюмінієвих сплавах і подано оцінку впливання захисного покриття на механічні характеристики тонких пластин із сплаву Д16Т.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Лернер Л.* Твердое анодирование алюминия: история и современность // Цветные металлы. - 2003. - № 6. - С.84-87.
2. Анодные оксидные покрытия на металлах и анодная защита / Под ред. *И.Н.Францевича*. - Киев: Наукова думка, 1985. - 278 с.
3. *Черненко В.И., Снежко Л.А., Литовченко К.И.* Теория и технология анодных процессов при высоких напряжениях. - Киев: Наукова думка, 1995. - 198 с.
4. *Скачков В.А., Янко Т.Б., Сергиенко С.С.* Поверхностная защиты тонкостенных алюминиевых трубок анодным окислением / Металлургия (Сб. научн. трудов магистрантов ЗГИА). - Запорожье: ЗГИА, 2006. - Вып.2. - С.59-62.

Стаття надійшла до редакції 25.09.2008 р.

Рецензент, проф. В.П.Грицай