

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТОКОВЫХ РЕЖИМОВ НА ПРОЦЕСС ПОЛИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ

Трудоемкость процесса механического полирования металлов и сплавов послужила причиной разработки и внедрения в промышленность электрохимического (ЭХП) и химического полирования. Электрохимическое полирование обеспечивает высокую степень блеска, хорошо сохраняющуюся во времени, возможностью полирования изделий сложной формы, независимостью от механических свойств материалов обрабатываемых изделий, отсутствием наклепанного и шаржированного абразивом слоя. Ценность ЭХП не ограничивается лишь получением блестящих поверхностей металлов (что имеет большое практическое значение), оно оказывает благоприятное влияние на многие физико-химические и коррозионные свойства металлов. Известно, например, что ЭХП улучшает оптические свойства металлов (коэффициент отражения света), механические свойства, уменьшает коэффициент трения между металлическими поверхностями, увеличивает способность металлов к пластической деформации в холодном состоянии, повышает магнитную проницаемость некоторых ферромагнитных материалов, устраняет явление холодной эмиссии. Кроме того, ЭХП широко используется в металлографии с целью изготовления шлифов для микроскопического исследования кристаллической структуры металлов и сплавов, при изучении микротвёрдости металлов, процессов окисления, коррозии, катализа, электроосаждения. В промышленности ЭХП также находит самое широкое применение. Качество электрохимического полирования зависит от плотностей тока, температуры электролита, состава раствора и времени электролиза.

Для электрохимического полирования использовали ячейку с помещенным в нее 2 титановыми катодами и 1 анодом (полируемый образец), подключенную к потенциостату ПИ-50-1.1 в комплекте с программатором ПР-8.

В качестве анода применяли полируемый образец алюминия. Площадь используемых катодов 9 см². Электрохимическое полирование проводили в трех режимах: стационарном, импульсном (время импульса – 10; 1; 0,1 с; время паузы – 1; 0,1; 0,01 с) и реверсном (длительности анодного полупериода – 10; 1; 0,1 с; катодного полупериода – 1;

0,1; 0,01 с) при следующих условиях: плотность тока – 10, 15 и 20 А/дм², время полирования составляло 5 минут; температура T=80 °С. Электролиты с составами представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Электролиты полирования алюминия

Универсальный электролит	Фосфорная к-та с моноэтанололамином	Фосфорная к-та с триэтанололамином
H ₃ PO ₄ – 68% H ₂ SO ₄ – 7% CH ₃ COOH – 8% Глицерин – 8%	H ₃ PO ₄ – 1200 г/л Моноэтанолламин – 50 г/л	H ₃ PO ₄ – 1200 г/л Триэтанолламин – 50 г/л

Полированные образцы оценивали по внешнему виду, профиль поверхности образцов на профилографе-профилометре Абрис ПМ7 при диапазоне измерений по R_a 0,4 — 3,2, отсечке шага 0,8 мм и длине трассы измерений 3,20 мм, а так же делали микрофотографии поверхности на электронном микроскопе Carl Zeiss Jena в 300-кратном увеличении.

Фотографии образцов после полирования при плотности тока 15 А/дм² в стационарном, импульсном с $\tau_{и} = 1$ с и реверсном $\tau_{а} = 10$ с режимах представлены в таблице 2.

После обработки во всех трех электролитах на образцах появляется блеск поверхности металла. В стационарном режиме, хотя поверхность металла и получается блестящей, на ней образуются мелкие точечные углубления, напоминающие питтинг. Использование импульсного и реверсного режимов заметно изменяет внешний вид образцов. Наилучшие результаты получены в электролите с моноэтанололамином, образцы достигают зеркальный блеск, поверхность хорошо сглажена.

Величины съема металла после полирования в различных режимах представлены в таблице 3.

Наибольший съем металла наблюдался в электролите с добавкой триэтанолламина. Наиболее вероятно, пленка из продуктов анодного растворения в таком растворе не обеспечивает защиты поверхности от вытравливания. Во всех электролитах в реверсном режиме полирования наблюдался большой съем металла, что может быть обусловлено катодным разрушением защитной пленки, сформированной за анодный полупериод.

Таблица 2 – Фотографии образцов после полирования в различных электролитах










Электролит	Стационарный режим	Импульсный режим	Реверсный режим
Универсальный			
H ₃ PO ₄ + моноэтаноламин			
H ₃ PO ₄ + триэтаноламин			

Таблица 3. Съем металла (мкм) после полирования в различных электролитах (плотность тока 15 А/дм²)

Электролит	Стационарный	Импульсный	Реверсный
Универсальный	5,56	4,9	22,5
H ₃ PO ₄ + моноэтаноламин	3,1	3,5	20,9
H ₃ PO ₄ + триэтаноламин	13,58	12,96	27,3

Микропрофиль поверхности образцов. Результаты представлены в таблице 5

Наилучшие результаты параметров шероховатости образцов наблюдаются в импульсном режиме ($R_a = 1,111$ мкм; $R_z = 3,136$ мкм; $R_{max} = 5,574$ мкм данные исходного образца).

По данным результатов, лучшим электролитом полирования является фосфорная кислота с моноэтаноламином, который позволяет получить наиболее гладкую поверхность (11 класса) с наименьшим съемом металла. Это связано с адсорбцией моноэтаноламина на электроде, что является результатом повышения сплошности пассивирующего слоя, что способствует торможению травления. Также с помощью моноэтаноламина происходит снижение поверхностного натяжения, благодаря чему достигается наибольший блеск.

Таблица 5. Параметры шероховатости образцов

Режим	R_a , мкм	R_z , мкм	R_{max} , мкм
Универсальный электролит			
Стационарный	0,470	1,105	2,905
Импульсный	0,151	0,798	1,231
Реверсный	0,181	0,694	0,962
Фосфорная кислота с моноэтаноламином			
Стационарный	0,231	0,736	1,574
Импульсный	0,074	0,473	0,796
Реверсный	0,209	0,892	1,240
Фосфорная кислота с триэтаноламином			
Стационарный	0,852	2,481	4,264
Импульсный	0,546	1,798	3,245
Реверсный	0,746	2,370	4,095

Наилучший результат показал электролит с моноэтаноламином в импульсном режиме с $\tau_{и}=0,1$ с и $\tau_{п}=0,01$ с. При этом достигалось $R_a=0,074$ мкм; $R_z=0,473$ мкм; $R_{max}=0,796$ мкм, что является 11 классом шероховатости, съем металла равен 3,5 мкм. Это говорит, что в импульсном режиме можно повысить класс шероховатости на 5 уровней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробов, В. И., Трофименко, В.В., Лошкарев Ю.М. Журн. Гальванотехника и обработка поверхности 1987 – 34, №3 с. – 80
2. Ротинян, А. Л. Теоритическая электрохимия, Ленинград, "Химия", 424 с.
3. Гриллихес, С.Я. Полирование, травление и обезжиривание металлов.- Л.:Машиностроение, 1971. – 128 с.
4. Способ эдектрохимического полирования металлов и сплавов импульсами тока: пат. 2007138128 РФ; МПК С 25В 5/00/Галанина А.С., Галанин С.И.; заявитель КГТУ; заявл. 15.10.2007; опубл. 20.04.2009.