

В.А. Корнева, студ. 5 курса
П.Б. Кубрак, канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ МЕДИ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМАХ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Электрохимическая полировка является прогрессивным методом отделки изделий. Она применяется для полировки изделий с труднодоступными для механической обработки местами, обеспечивая равномерное полирование и хороший блеск всей поверхности изделия. Поверхности, получаемые при электрохимическом полировании беспористые и мелкокристаллические, что способствует снижению коэффициента трения и позволяет придать деталям специальные оптические свойства. Качество электрохимического полирования зависит от плотностей тока, температуры электролита, состава раствора и времени электролиза.

Перспективным направлением является применение нестационарных режимов электролиза таких как импульсный и реверсный режимы электролиза. Поэтому целью работы являлось изучение процесса электрополировки изделий с применением нестационарных токовых режимов электролиза.

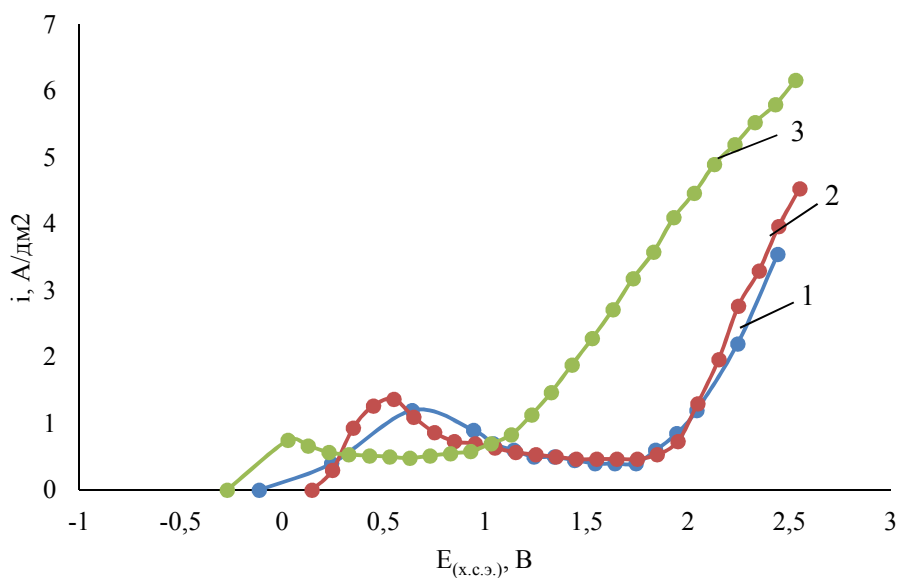
В качестве исследуемых электролитов применялись следующие составы:

- 1) H_3PO_4 – 68 % мас., H_2SO_4 – 7 % мас., CH_3COOH – 17 % мас., глицерин – 8 % мас. (универсальный электролит);
- 2) H_3PO_4 – 1200 г/л, моноэтаноламин – 20-70 г/л;
- 3) H_3PO_4 – 1200 г/л, триэтаноламин – 50 г/л.

Электрохимическое полирование проводилось в трех режимах: стационарном, импульсном при соотношении времени импульса и времени пауза 10:1 и реверсном при соотношении времени анодного полупериода к времени катодного полупериода 10:1 при различных плотностях тока. Поляризационные зависимости получали с использованием потенциостата ПИ-50-1.1 в комплекте с программатором ПР-8. Время полирования составляло 5 минут. Температура полирования составляла 20-25 °С. Образцами полируемых изделий служили медные пластинки толщиной 0,7 мм. Качество полировки оценивалось визуально и с помощью блескомера фотоэлектрического БФ5М-45/0/45 относительно серебряного зеркала. Профиль поверхности изучался на профилографе-профилометре Абрис ПМ7 при диапазоне измерения по Ra 0,4 – 3,2, отсечке шага 0,8 мм, длине трассы измерений 4,80 мм.

Поляризационные кривые (ПК), полученные в исследуемых электролитах при 20 °С относительно хлоридсеребряного электрода представлены на рисунке 1.

На всех анодных ПК имеются характерные участки растворения, пассивации поверхности и выделения кислорода. Указанные процессы в универсальном электролите происходят при более электроотрицательных потенциалах (рис.1) по сравнению с другими электролитами. Наиболее вероятно, это связано с наличием в растворе сильной кислоты (H_2SO_4), которая способствует разрушению первичной пассивной пленки, образующейся на поверхности погружаемых в раствор образцов. Потенциал активного растворения сдвинут в электроотрицательную область по сравнению с стандартным потенциалом меди. Это связано, во-первых, с очень низкой концентрацией меди в растворе, а также с возможным наложением химического процесса на электрохимический, т.е. может происходить растворение меди за счет химического окисления серной кислотой. В электролитах на основе фосфорной кислоты область активного растворения находится вблизи стандартного потенциала медного электрода. Применение электролитов с моноэтаноламином и триэтаноламином позволяет получать широкие пассивные области (0,4 и 0,47 А/дм² соответственно). Выделение кислорода в этих электролитах происходит при более электроположительных потенциалах (1,8 В), по сравнению с универсальным электролитом (1,1 В).



1 – электролит с моноэтаноламином, 2 – электролит с триэтаноламином, 3 – универсальный электролит

Рисунок 1 – Анодные поляризационные кривые для медных электродов

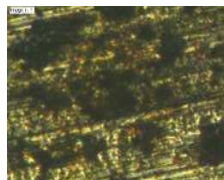
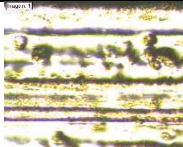



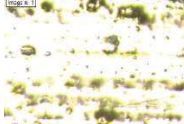


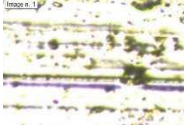

Съем металла в различных электролитах при плотности тока 10 А/дм² представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Съем металла, мкм

Электролит	Стационарный режим	Импульсный режим ($t_n = 1$ с)	Реверсный режим ($t_a = 1$ с)
Универсальный	4,07	2,90	2,11
С МЭА	3,79	3,09	2,51
С ТЭА	5,20	4,35	2,94

Из таблицы 1 следует, что наиболее агрессивным является электролит с добавкой триэтанолamina. Предполагается, что в таком растворе образуются наименее устойчивые продукты анодного растворения образцов, которые не защищают полируемую поверхность от растворения. Использование нестационарных режимов позволяет значительно (более чем в 1,9 раза) снизить съем металла. Вероятно, в момент паузы при импульсном режиме или при катодном полупериоде реверсного режима происходит перераспределение продуктов анодного растворения из выступов во впадины. В результате этого наиболее выступающие неровности обнажаются, а углубления оказываются более надежно защищены вязкой пленкой из продуктов растворения образца.

Таблица 2 – Микрофотографии полированной поверхности

Электролит	Исходная поверхность	Стационарный режим	Импульсный режим ($t_n = 1$ с)	Реверсный режим ($t_a = 1$ с)
Универсальный				
С МЭА				
С ТЭА				

Профилометрическими исследованиями установлено, что полировка во всех исследуемых электролитах снижает шероховатость поверхности образцов в среднем на 2 класса. Например, при использовании электролита с моноэтаноламином происходит снижение Ra с 0,886 до 0,213 мкм. Установлено, что применение нестационарных режимов электролиза позволяет получать более сглаженный рельеф. Наиболее эффективным является полирование в электролите с моноэтаноламином в импульсном режиме при времени импульса равном 1 с (табл. 2).

Определено, что при полировании в стационарном режиме во всех электролитах блеск поверхности получается приблизительно одинаковым и достигает 19,5% по отношению к серебряному зеркалу. Наиболее блестящая поверхность формируется при полировании в электролите с триэтаноламином в импульсном режиме с длительностью импульса 1 с (25,7%).

При исследовании ресурса работы электролита было установлено, что после наработки меди в электролите с добавкой моноэтаноламина до 25 г/л происходит осаждение порошкообразной меди на катоде и содержание ионов меди в электролите остается постоянным. При этом качество полирования не изменяется.

Таким образом, комплексными электрохимическими исследованиями установлено, что наиболее оптимальным по экономическим и качественным характеристикам полируемой поверхности является процесс полирования в нестационарном режиме в электролите с добавкой моноэтаноламина.

ЛИТЕРАТУРА

1 Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов/ под ред. П.М. Вячеславова. – Изд. 5-е, перераб. и доп. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ение, 1983. – 101 с.

2 Костин Н.А. Импульсный электролиз: монография/ Н.А. Костин, В.С. Кублановский, А.В. Заблудовский. – Киев: Наукова думка, 1989. – 168 с.

3 Дасоян М.А. Технология электрохимических покрытий: Учеб. для средних специальных учебных заведений/ М.А. Дасоян, И.Я. Пальмская, Е.В. Сахарова. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ение, 1989. – 391 с.: ил.

4 Кудрявцев Н.Т. Электрохимические покрытия металлами/ Н.Т. Кудрявцев. – М.: Химия, 1979. – 352 с.: ил.