

обусловлено катодным разрушением защитной пленки, сформированной за анодный полупериод.

Установлено, что наибольшее выравнивание поверхности образцов происходит при использовании импульсного режима (см. табл.) со временем импульса 0,1 с и времени паузы 0,01 с. Наиболее вероятно, такая длительность паузы обеспечивает необходимое диффузионно-конвективное перераспределение по поверхности образцов вязких анодных продуктов, защищающих углубления от растравливания.

Таблица – Параметры шероховатости образцов, полированных в электролите с добавкой моноэтаноламина

Режим	R _a , мкм	R _z , мкм	R _{max} , мкм
Стационарный	0,231	0,736	1,574
Импульсный	0,074	0,473	0,796
Реверсный	0,209	0,892	1,240
Исходный образец	1,111	3,136	5,574

Комплексными исследованиями определено, что наиболее оптимальным с точки зрения качества полируемой поверхности, доступности и дешевизны компонентов, экономичности процесса является электрополирование в фосфорнокислом электролите с добавкой 50 г/л моноэтаноламина в импульсном режиме электролиза. Степень блеска поверхности при этом увеличивается от 35,7% до 64,8% относительно серебряного зеркала.

УДК 544.653.22

П.Б. Кубрак, канд. хим. наук,
А.А. Черник, доц., канд. хим. наук,
В.А. Корнева, выпускник
БГТУ, Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИРОВАНИЯ МЕДИ В ЭЛЕКТРОЛИТАХ, НЕ СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ ХРОМА (VI), С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА

Электрохимическое полирование (ЭХП) металлов заключается в их анодной обработке, в результате которой происходит электрохимическое растворение поверхностного слоя металла и удаление дефектного слоя, образовавшегося при проводившихся

ранее механических или термических операциях. Формируется новый поверхностный слой с меньшей высотой микронеровностей, сглаженным рельефом поверхности, не содержащий трещин, инородных включений, скрытых дефектов.

Медь занимает второе по популярности место среди всех цветных металлов. Активно используется в различных промышленных областях (электротехнике, автомобилестроении, химическом производстве, судостроении, электроэнергетике, при производстве теплотрасс и нагревательных устройств). Составы ЭХП меди в промышленности, как правило, состоят из смеси, содержащей концентрированную кислородсодержащую кислоту (фосфорную, серную, уксусную) с добавлением ингибиторов травления (органические добавки).

Малоизученным является применение для электрополирования нестационарных режимов электролиза таких как импульсный и реверсный. В связи с этим в работе проведено исследование процесса электрополировки изделий с применением нестационарных токовых режимов электролиза.

Изучение процесса полирования меди проводили в электролитах следующего состава: H_3PO_4 – 68 % мас., H_2SO_4 – 7 % мас., CH_3COOH – 17 % мас., глицерин – 8 % мас. (универсальный электролит); H_3PO_4 – 1200 г/л, моноэтаноламин – 20-70 г/л; 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.

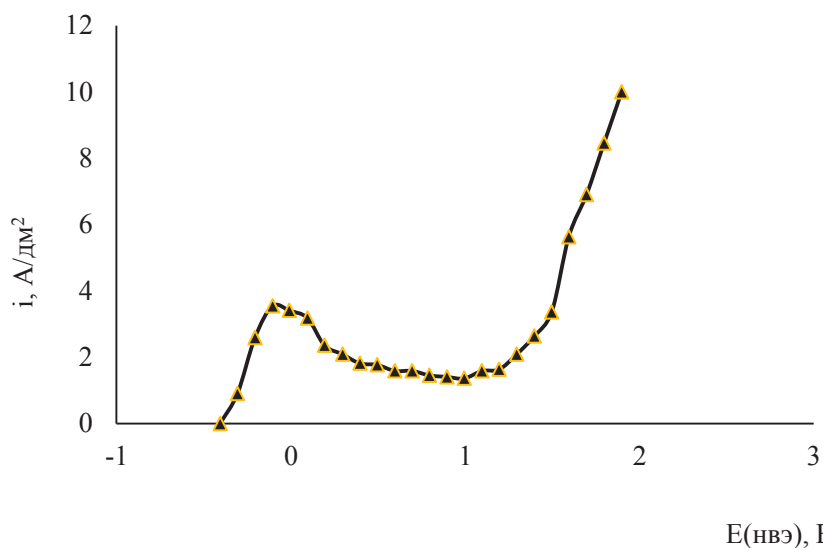


Рисунок – Анодные поляризационные кривые для медных электродов в универсальном электролите

На всех анодных поляризационных кривых (на рисунке представлена только кривая для универсального электролита) имеются характерные участки растворения, пассивации поверхности и выделения кислорода. Указанные процессы в универсальном электролите происходили при более электроотрицательных потенциалах (на 0,4-0,5 В) 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 позволяло получать широкие пассивные области (0,4 и 0,47 А/дм² соответственно). Выделение кислорода в этих электролитах происходило при более электроположительных потенциалах (1,8 В), по сравнению с универсальным электролитом (1,1 В).

Съем металла в различных электролитах при плотности тока 10 А/дм² и продолжительности электролиза 5 минут составлял 3,8-

5,2 мкм для стационарного режима. При нестационарном электролизе съём металла уменьшался в 1,8-1,9 раза во всех исследуемых растворах. Вероятно, в момент паузы при импульсном режиме или при катодном полупериоде реверсного режима происходило перераспределение продуктов анодного растворения из выступов во впадины. В результате этого наиболее выступающие неровности обнажались, а углубления оказывались более надёжно защищенными вязкой пленкой из продуктов растворения образца. 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.

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.

В.В. Яскельчик, И.М. Жарский, А.А. Черник
Белорусский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ НА СЕДИМЕНТАЦИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ НАНОАЛМАЗНЫХ ЧАСТИЦ

В настоящее время получили развитие исследования композиционных электрохимических материалов с использованием ультрадисперсных алмазов (УДА) и алмазной шихты (АШ)