

Таким образом, проведенные исследования показали, что использование нестационарных токовых режимов с анодной составляющей при электрохимическом меднении печатных плат позволяет существенно интенсифицировать процесс и получать качественные покрытия, равномерно распределенные по высоте отверстий, при более высоких катодных плотностях тока.

ЛИТЕРАТУРА

1 Капица, М.С. Подготовка поверхностей в производстве печатных плат / М.С. Капица // Технологии в электронной промышленности. – 2005. – № 4. – С. 18-21.

2 Терешкин, В.А. Гальваническое меднение при производстве печатных плат / В.А. Терешкин, Ж.Н. Фантгоф, Л.Н. Григорьева // Технологии в электронной промышленности. – 2005. – № 1. – С. 16-18.

УДК 544.654.2:546.74

Е.В. Михедова, асп.; А.А. Черник, доц.; И.М. Жарский, проф.
(БГТУ, г. Минск)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОЛИТОВ МЕДНЕНИЯ

Медные покрытия применяются в качестве подслоя при нанесении многослойных защитно-декоративных и функциональных; для местной защиты стальных деталей при цементации, азотировании, борировании и других диффузионных процессах [1]; обеспечении адгезии фрикционных композиций со стальной основой дисков сцепления автотракторной техники [2].

Проблемой осаждения медных покрытий на стальную основу является цементация поверхности химически осажденным слоем меди, который плохо контактирует с основным металлом, имеет хрупкую и пористую структуру. Замещение молекулы воды аквакомплекса меди(II) в простом электролите на лиганды, образующие более прочную химическую связь с ионом меди, приводит к изменению равновесного потенциала электрода в более электроотрицательную сторону, что, в свою очередь, влияет на условия адсорбции лигандов и самих комплексных ионов. Эти эффекты оказывают значительное влияние на микроструктуру получаемых покрытий [3].

Для получения на изделиях сложной конфигурации качественного гальванического покрытия в производственных условиях стремятся использовать электролиты с высокой рассеивающей способностью. При этом электролиты должны быть просты и стабильны в работе. Этим критериям отвечают цианистые электролиты. Однако при-

менение в производстве данного вида электролитов сопряжено с рядом проблем, широко представленных в современной технической литературе [4], в частности, эксплуатация таких электролитов требует мер предосторожности из-за присутствия свободного цианистого калия, а также возникают проблемы с утилизацией промывных вод и отработанных электролитов, которые содержат свободные цианиды.

Бесцианистые электролиты меднения, как правило, не обеспечивают стабильной прочности сцепления осадка со стальной основой. Попытки решения этой проблемы до сих пор сводились либо к модифицированию кислых электролитов ингибиторами контактного обмена, либо к совершенствованию щелочных бесцианистых электролитов [5]. Вследствие положительного потенциала медь является катодным покрытием по отношению к железу и может защищать его от коррозии лишь в случае отсутствия пор. Пористые медные покрытия, наоборот, приводят к ускорению коррозии железа и его сплавов [6].

Целью данного исследования являлось проведение сравнительной характеристики бесцианистых электролитов меднения.

В качестве объектов исследования выступают электролиты, составы которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав электролитов

Состав электролита, г/л	Электролит			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
CuSO ₄	90	75	80-90	100
(NH ₄) ₂ SO ₄	80	70	80	200
C ₂ H ₄ (NH ₂) ₂	–	60	–	–
2,5%-й раствор NH ₃	180	–	180	–
NH ₄ NO ₃	40	–	–	–
Na ₂ SO ₄	–	70	30-40	–
NaCl	–	–	–	26
NaOH	–	–	–	48
C ₆ H ₈ O ₇	–	–	–	до pH 7,5-8,5
NiSO ₄	–	–	10-20	–

Поляризационные измерения проводились на потенциостате ПИ-50-1.1 в комплекте с программатором ПР-8 в стандартной трех-электродной ячейки ЯСЭ-2. В качестве электрода сравнения применяли насыщенный хлорсеребряный электрод. Все потенциалы, представленные в статье, пересчитаны в шкалу нормального водородного электрода. Рабочий диапазон плотностей тока определяли с помощью угловой ячейки Хулла объемом 250 см³. Электролиз проводили 10 мин при силе тока в 1 А. Пористость медного покрытия определялась в соответствии с ГОСТ 9.302–88 методом наложения фильтро-

кильной бумаги. Определение адгезии покрытия с основой проводилось по ГОСТ 9.302-88 методом нанесения сетки царпин (метод рисок).

На рисунке 1 представлены катодные поляризационные кривые на электродах из меди, стали и чугуна в различных электролитах.

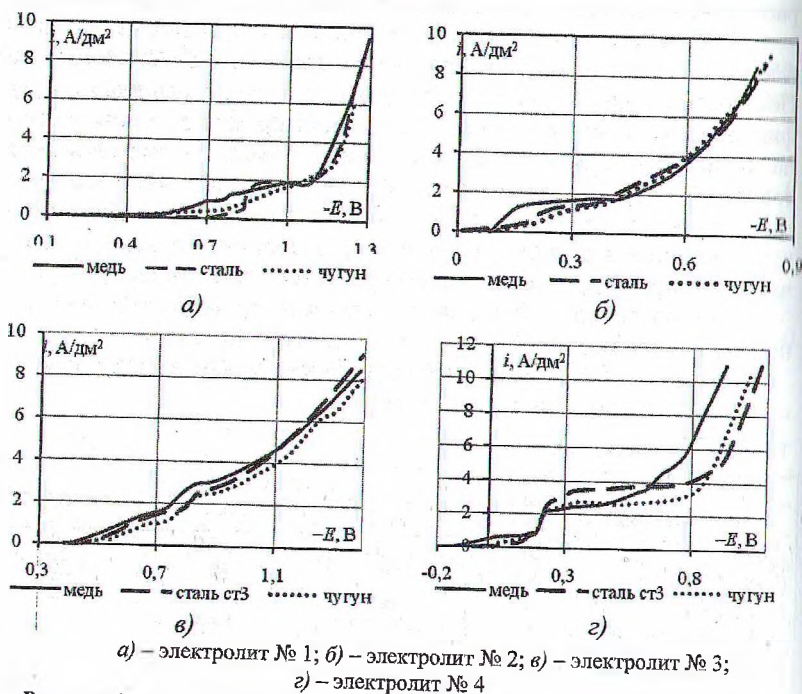


Рисунок 1 – Поляризационные кривые на катодах различной природы

По данным поляризационных измерений катодный процесс на стали и чугуне наблюдается при значительно большей катодной поляризации в сравнении с медью во всех электролитах. Это связано с тем, что первичное осаждение металла на чужеродную основу требует больших затрат энергии, и как следствие увеличивается катодное перенапряжение. По мере покрытия стальной подложки медью энергетическая неоднородность подложки и осаждаемого металла нивелируется и поляризация катода уменьшается.

Материал электродов оказывает влияние на их поляризационные характеристики только в начальный момент времени, когда поверхность еще не покрылась медью. Однако начальные стадии формирования медного покрытия чрезвычайно важны, поскольку они

влияют на сцепление с поверхностью и морфологию медного покрытия.

Проведение измерений в ячейке Хулла позволило определить диапазон рабочих плотностей тока, при котором получают удовлетворительные по качеству покрытия. Для электролита № 1 этот диапазон находится в пределах $0,2-1,5 \text{ А/дм}^2$, для электролита № 2 – $2,0-4,0 \text{ А/дм}^2$, для электролита № 3 – $1,5-6,0 \text{ А/дм}^2$, для электролита № 4 – $1,0-3,0 \text{ А/дм}^2$.

Для медного покрытия, обеспечивающего защиту от науглероживания при цементации, пористость является важным параметром. Установлено, что плотность тока, при которой происходит осаждение меди, существенным образом влияет на пористость покрытия. Так при толщине в 10 мкм беспористые покрытия из электролита №2 получаются в диапазоне плотностей тока $1,5-5 \text{ А/дм}^2$, из электролита №4 $2-3 \text{ А/дм}^2$, из электролитов № 1 и № 3 беспористые покрытия получают во всем диапазоне рабочих плотностей тока.

Полученные покрытия являлись хорошо сцепленными с основой во всем диапазоне рабочих плотностей тока для всех электролитов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Беленький, М.А. Электроосаждение металлических покрытий: справочник/ М.А. Беленький, А.Ф. Иванов. – М.: Металлургия, 1985.

2 Вайнер, Я. В. Технология электрохимических покрытий. – Л.: Машиностроение, 1972. – 460 с.

3 Шапник, М.С. Комплексы в гальванотехнике. /М.С. Шапник. // Соросовский образовательный журнал. – 1996. № 9. – С. 64-71.

4 Шайдурова, Г.И. Бесцианистые электролиты и гальванические покрытия на их основе. / Г.И. Шайдурова, И.Л. Васильев, В.Н. Тетенев. //Экология и промышленность России. – 2005, ноябрь. – С. 19-20.

5 Герасименко, А.А. Повышение адгезии медных электрохимических покрытий на стальной основе. I. Бесцианистые щелочные электролиты. / А.А. Герасименко, М.П. Криворучко, В.В. Коржавина. //Защита металлов. – 2000. Т. 36, № 3. – С. 321-324.

6 Соколова, А.И. Особенности технологий гальванических процессов при восстановлении деталей машин./ А.И. Соколова // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2010. № 17. – С. 94-98.