

УДК 621.357.12+544.57

Магистрант А.А. Касач, студ. С.К. Клементович  
Науч. рук. зав. кафедрой И.И. Курило, проф. И.М. Жарский  
(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

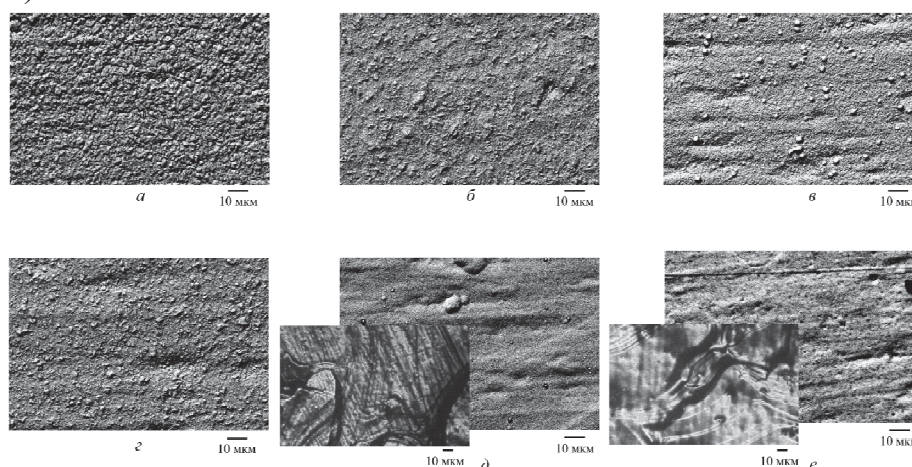
## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

Уверенные темпы роста производства электронной аппаратуры и, соответственно, потребления печатных плат обуславливают необходимость изыскания новых и совершенствования существующих технологических процессов. В производстве печатных плат для формирования токоведущего слоя используют гальваническое (электролитическое) меднение, которое определяет основные эксплуатационные свойства изделий. Несмотря на то, что процесс гальваномеднения уже давно успешно применяется в промышленности, до настоящего времени весьма актуальным остается вопрос об изыскании путей его интенсификации. Известно, что одним из наиболее перспективных способов интенсификации электрохимических реакций являются использование нестационарных токовых режимов и наложение ультразвукового (УЗ) поля [1].

Целью работы являлось исследование сонохимического воздействия на кинетические особенности процесса электрохимического осаждения меди из сернокислого электролита, а также структурно-морфологические и физико-механические свойства формируемых покрытий.

Микроскопические исследования полученных покрытий представлены на рис. 1. Из анализа поверхности образцов, полученных из сернокислого электролита без добавки тиомочевины, видно, что использование УЗ колебаний при электроосаждении меди не оказывает существенного влияния на морфологию формируемых покрытий. Введение в рабочий раствор тиомочевины способствует получению более мелкокристаллических осадков (рис. 1, а, в, г, е). При одинаковом составе электролита и токовой нагрузке, наложение УЗ колебаний позволяет уменьшить размер зерен формируемых покрытий (рис. 1, а, в). При этом увеличение катодной плотности способствует росту более крупных кристаллов меди (рис. 1, в, г). Также установлено, что увеличение содержания тиомочевины в электролите приводит к существенному уменьшению размеров формируемых кристаллов (рис. 1, в, д, е), и ухудшению распределения меди на макропрофиле поверхности образцов (вставка рис. 1, д, е).

Последнее можно объяснить неравномерным разрушением под действием УЗ образующейся в процессе электролиза пленки сульфида меди(II).



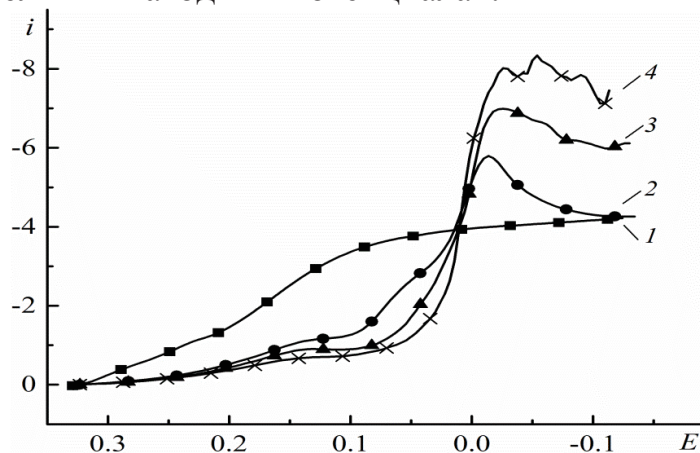
**Рисунок 1 – СЭМ изображения медных покрытий, полученных при катодной плотности тока 2 (а–в, д, е) и 3 (з)  $\text{А}\cdot\text{дм}^{-2}$  в отсутствие УЗ обработки (а) и при наложении УЗ поля мощность  $8 \text{ Вт}\cdot\text{дм}^{-3}$  (б–е).**

**Содержание тиомочевины,  $\text{г}\cdot\text{дм}^{-3}$ : б – 0; а, в, з – 0.003; д – 0.010; е – 0.020.**

Проведенные исследования позволили оптимизировать состав электролита и режимы электрохимического нанесения медных осадков. Наиболее качественные покрытия были получены в УЗ поле мощностью  $8 \text{ Вт}\cdot\text{дм}^{-3}$  из сернокислого электролита, содержащего  $0.003 \text{ г}\cdot\text{дм}^{-3}$  добавки тиомочевины, при плотности тока  $2 \text{ А}\cdot\text{дм}^{-2}$ .

Поляризационные исследования процесса катодного восстановления меди в сернокислом электролите, содержащем добавку тиомочевины в количестве  $0.003 \text{ г}\cdot\text{дм}^{-3}$ , в отсутствии сонохимической обработки и при воздействии УЗ поля объемной мощностью  $4\text{--}8 \text{ Вт}\cdot\text{дм}^{-3}$ , представлены на рис. 2. Как видно из полученных зависимостей, в присутствии добавки наблюдается смещение катодных поляризационных кривых в область отрицательных значений потенциалов. Максимальный сдвиг потенциала (более 100 мВ) наблюдается при плотности тока  $2 \text{ А}\cdot\text{дм}^{-2}$ . В отличие от электролита, не содержащего тиомочевины, в исследуемом электролите наложение УЗ поля способствует увеличению как поляризации, так и поляризуемости катода, тем самым увеличивая выравнивающую способность электролита. С увеличением мощности УЗ колебаний наблюдается увеличение поляризуемости катода (рисунок 2, кривые 3, 4), что способствует

получению качественных медных покрытий при более электроотрицательных катодных потенциалах.



**Рисунок 2 – Катодные поляризационные кривые восстановления меди из сернокислого электролита меднения без добавок(1) и дополнительно содержащего  $0.003 \text{ г}\cdot\text{дм}^{-3}$  тиомочевины (2–4).**

**Мощность ультразвуковых колебаний,  $\text{Вт}\cdot\text{дм}^{-3}$ : 1, 2 – 0 (без наложения УЗ); 3 – 4; 4 – 8.**

**$E$  — потенциал (В),  $i$  — плотность тока ( $\text{А}\cdot\text{дм}^{-2}$ )**

Данные поляризационных исследований хорошо согласуются с результатами определения рассеивающей способности (РС), электролита по металлу. Предварительные исследования показали, что в отсутствие сонохимической обработки РС электролита без добавок и электролита, содержащего  $0.003 \text{ г}\cdot\text{дм}^{-3}$  тиомочевины, составила 20 и 39 % соответственно, что обусловлено более высокой поляризуемостью катода. При увеличении мощности УЗ колебаний РС электролита меняется немонотонно: в диапазоне  $0\text{--}4 \text{ Вт}\cdot\text{дм}^{-3}$  практически не изменяется, а при мощности УЗ  $4\text{--}8 \text{ Вт}\cdot\text{дм}^{-3}$  наблюдается ее резкий рост с максимумом 50 % при  $8 \text{ Вт}\cdot\text{дм}^{-3}$ . Дальнейшее снижение РС объясняется уменьшением катодной поляризуемости, обусловленным разрушением медно-тиомочевинных комплексов в условиях кавитации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Касач, А.А. Сонохимическое электроосаждение медных покрытий / А.А. Касач, И.И. Курило, Д.С. Харитонов, С.Л. Радченко, И.М. Жарский // Журнал прикладной химии – 2018 – Т.91 – №. 2 – С.192–198.