

**ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА  
ПАЯЕМОСТЬ И КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЙ  
СПЛАВОМ Sn-Ag**

В современной радио- и микроэлектронной аппаратуре используется большое количество подвижных и неподвижных электрических контактных соединений, выполненных пайкой, от надежности которых зависит надежная работа всего устройства или системы. Для обеспечения требуемых показателей надежности детали контактных соединений покрываются материалами, обеспечивающими высокую способность к выполнению операций пайки [1].

В данной работе изучены покрытия сплавами на основе *Sn* и *Ag*. Для исследований использовали электролит, следующего состава, г/л: 43 г/л  $\text{SnSO}_4$ , 196 г/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , комплексообразователь 15,2 г/л  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ , 0,8 г/л гидрохинон, неионогенный ПАВ 8 г/л неонол АФ-9-10, 0,85 г/л  $\text{AgNO}_3$ .

Исследовано влияние плотности поляризующего тока и ультразвуковых колебаний (УЗК) на структуру и функциональные свойства.

Для оценки смачиваемости припоями тонких пленок рассчитали коэффициент растекания припоя SAC305  $K_{\text{пр}}$  по формуле (1) и согласно таблице 1, охарактеризовали паяемость покрытий:

$$K_{\text{пр}} = \frac{H_{\text{пр}} - H_{\text{к}}}{H_{\text{пр}}} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $H_{\text{пр}}$  – высот навески припоя;

$H_{\text{к}}$  – высота расплавленной капли припоя.

Коррозионную стойкость покрытий оценили по скорости саморастворения покрытий  $t_c$ , нанесенных на латунные подложки и имеющих толщину 6,0 мкм. Скорость саморастворения металла измеряли гравиметрическим методом. Образец помещали в агрессивную среду (30% раствор  $\text{NaCl}$ ) на 194 часа, затем рассчитывали изменение массы образца за время его нахождения в растворе по формуле (2)

Таблица 1 – Оценка паяемости покрытий

Паяемость	К <sub>р</sub> , %
Очень плохая	<60
Плохая	60-70
Удовлетворительная	70-80
Хорошая	80-85
Очень хорошая	85-90
Отличная	90-95
Идеальная	95-100

$$t_c = \frac{\Delta m}{S \cdot t}, \quad (2)$$

где  $\Delta m$  – изменение массы образца после коррозии ( $m_w = \frac{m_1 - m_0}{m_0}$ , где

$m_1$  и  $m_0$  – масса образцов соответственно после и до коррозии), г;

$S$  – площадь покрытия, м<sup>2</sup>;

$t$  – время выдержки образцов в растворе NaCl, ч.

Внешний вид покрытий сплавом *Sn-Ag* в зависимости от плотности приложенного тока меняется от светло-серого мелкозернистого равномерного до темного крупнозернистого неравномерного (рисунок 1). Применение ультразвука повышает равномерность покрытий, улучшает внешний вид при низких плотностях тока (рисунок 2).

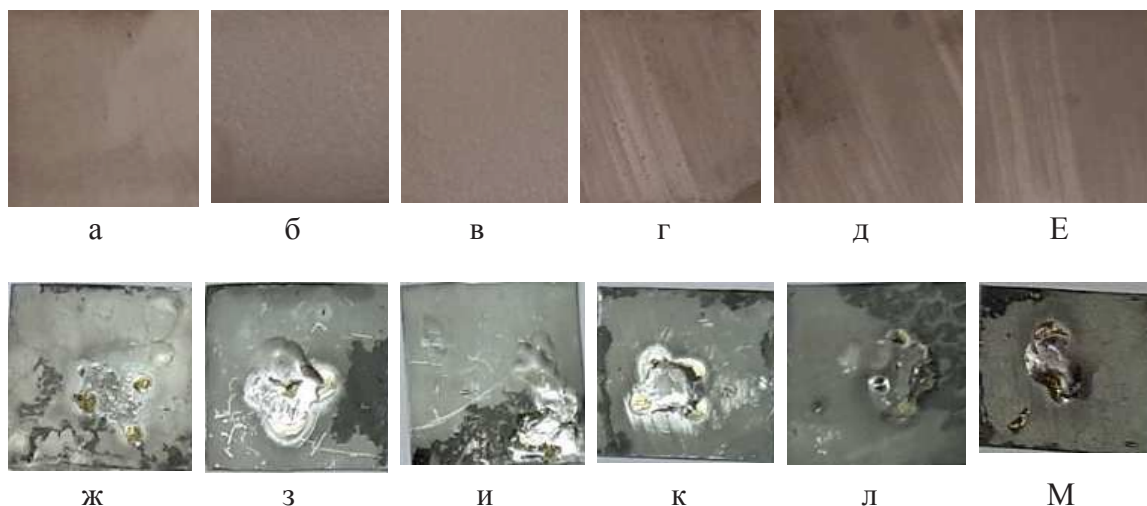


Рисунок 1 – Покрытия сплавом *Sn-Ag*, полученные при различном значении плотности постоянного тока, А/дм<sup>2</sup>:

а,ж – 1; б,з – 2; в,и – 2,5; г,к – 4; д,л – 5; е,м – 5,8

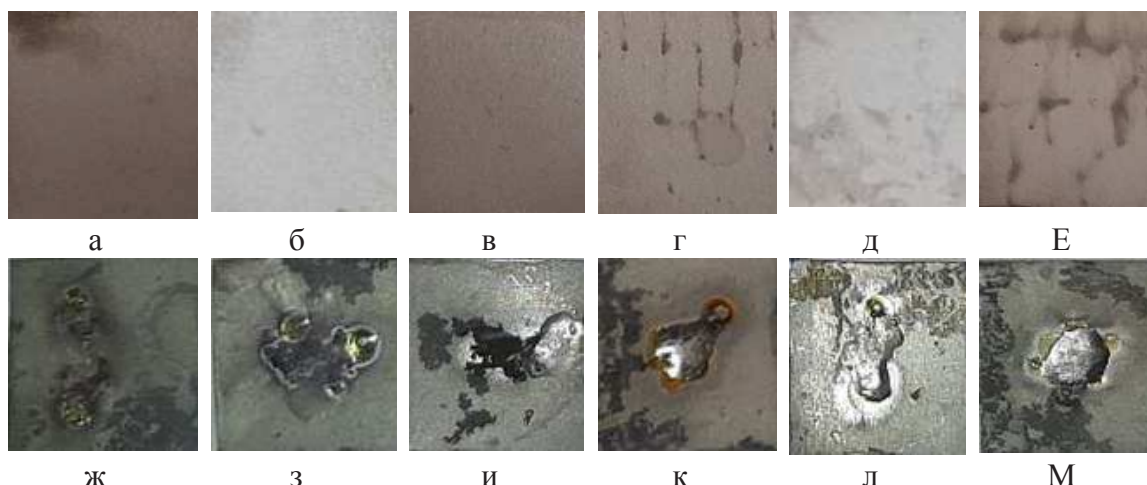


Рисунок 2 – Покрyтия сплавом *Sn-Ag*, полученные при различном значении плотности постоянного тока,  $A/dm^2$  и с добавлением УЗК: а,ж – 1; б,з – 2; в,и – 2,5; г,к – 4; д,л – 5; е,м – 5,8

Применение ультразвука увеличивает выход металла по току (рисунок 3). При увеличении плотности катодного тока условия для разряда ионов *Sn* и *Ag* улучшаются и суммарное значение катодного выхода по току увеличивается, достигая своего оптимума. Ультразвук с интенсивностью  $0,75 \text{ Вт/см}^2$  способствует перемешиванию электролита и повышает предельное значение плотности катодного тока.

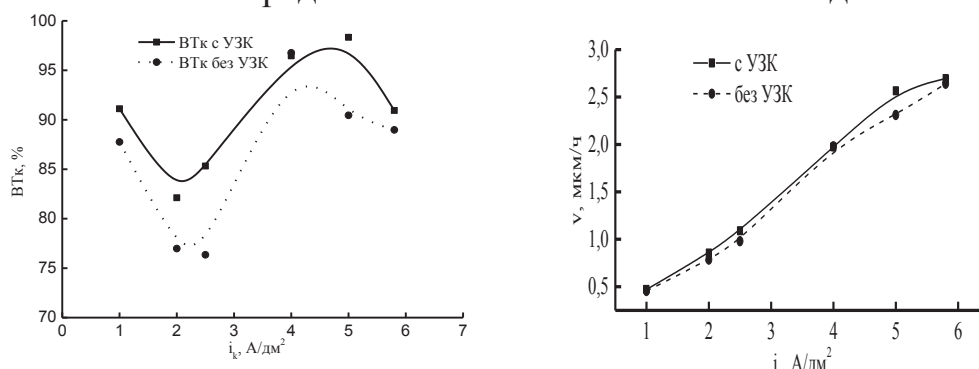


Рисунок 3 – Влияние ультразвука на выход металла по току и скорость осаждения покрытий на постоянном токе

Коэффициента растекания припоя SAC305 для свежесажженных образцов составляет 92,7 – 98,4 % (таблица 2), что соответствует показателю очень хорошей склонности к пайке. Скорость саморастворения минимальна для покрытий, полученных в условиях второго предельного тока, когда содержание серебра как компонента сплава минимальное. Однако для покрытий, полученных с УЗК, она минимальная для первого предельного тока.

Далее образцы с нанесенным покрытием сплава *Sn-Ag* подвергались процессу естественного старения в течение 6 месяцев в условиях исследовательской лаборатории. Результаты последующего определения величины  $K_p$  показали, что образцы покрытия сплавом *Sn-Ag* сохраняют высокое значение показателя паяемости в течение длительного периода времени. Применение ультразвуковых колебаний незначительно увеличивает значение  $K_p$ .

Таблица 2 – Влияние ультразвуковых колебаний на коэффициент растекания припоя и скорость саморастворения металла.

$i_k$ , А/дм <sup>2</sup>	Электроосаждение без УЗК			Электроосаждение с УЗК		
	$K_p$ (свежее покрытие)	$K_p$ (после хранения)	скорость саморастворения металла	$K_p$ (свежее покрытие)	$K_p$ (после хранения)	скорость саморастворения металла
1	96,35	97,55	0,061	96,675	90,675	0,129
2	94,575	91,625	0,057	96,225	92,6	0,040
2,5	93,45	95,3	0,055	93,825	95,125	0,045
4	98,4	91,875	0,028	93,725	90,65	0,114
5	92,7	91,075	0,141	95,45	94,75	0,218
5,8	96,725	93,425	0,025	94,175	91,725	0,134

Проведенные исследования позволили установить интенсифицирующее влияние ультразвуковых колебаний на процесс формирования электрохимических покрытий сплавом *Sn-Ag*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмар, И.И. Особенности формирования паяемых и стабильных при хранении покрытий сплавами на основе олова / И.И. Кузьмар, Л.К. Кушнер, А.А. Хмыль, В.К. Василец, А.М. Гиро, Д.Ю. Гульпа // *Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения*. – 2018. – т. 18. – № 2. – С. 501-504.