

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕВЕРСИРОВАННОГО ТОКА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПАЯЕМЫХ БЕССВИНЦОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В.К. Василец*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

*Минск, Беларусь*

[tbranz5@gmail.com](mailto:tbranz5@gmail.com)

**Abstract.** According to the RoHS directive (July 2006), in the European Union the use of a number of hazardous materials is prohibited, including lead in the materials used in the manufacture of electronic equipment. In the world a suitable and complete tin-lead material substitution has not been found by far. The research results of the influence of nonstationary electrolysis on current efficiency, composition, structure, solderability and contact electroresistance of the Sn-Bi alloy coatings have been demonstrated.

Электрохимические покрытия широко применяются в производстве электронной техники для улучшения функциональных свойств используемых конструкционных материалов. Среди них по объему использования выделяются паяемые материалы, которые во многом определяют надежность работы электронных приборов. Гальванические сплавы, имеющие относительно невысокую температуру плавления, широко применяются в технологии посадки кристаллов ИС в корпус, создания многокристалльных модулей, МЭМС, производстве печатных плат и т.д. Главной проблемой, существующей в этой области, на сегодняшний день остается разработка материалов, которые не содержат в своем составе свинец. В соответствии с директивой *RoHS* с 1 июля 2006 года в Евросоюзе запрещено в законодательном порядке применение ряда опасных материалов, в том числе свинца в материалах, используемых в производстве радиоэлектронной аппаратуры. На сегодняшний момент в мире не предложено полноценной замены оловянно-свинцовым припоям и покрытиям под пайку.

Как альтернатива свинецсодержащим материалам в современной технологии радиоэлектронного приборостроения широко используются функциональные электрохимические покрытия сплавом олово-висмут, обладающие хорошей паяемостью и защитной способностью. Однако существующие процессы формирования данного покрытия на постоянном токе малопродуктивны. Как показывает опыт проводимых ранее исследований, максимального эффекта для обеспечения высоких функциональных и защитных свойств при получении сплавов, а также интенсификации процесса осаждения можно достичь рациональным сочетанием традиционных методов с нетрадиционными: осаждением на периодическом токе, программным изменением режима электролиза, использованием ультразвуковых колебаний.

Для исследований использовался электролит следующего состава: сульфат олова  $SnSO_4$  (50 г/л); висмут азотнокислый  $Bi(NO_3)_3$  (1,4 г/л); кислота серная  $H_2SO_4$  (125 г/л); неонол АФ-9-10 (2-8 г/л); добавка ЦКН-32 (2 г/л). Температура электролита – 18...25 °С. Электроосаждение проводили на источнике нестационарного электролиза ИП 24-5, разработанном в БГУИР. Исследование элементного состава пленок поведено методом энергодисперсионного (ЭДХ) микроанализа, базирующимся на анализе энергии эмиссии рентгеновского спектра. Оценка смачиваемости припоями тонких пленок проводилась в соответствии с ОСТ 4ГО.054.267 «Узлы и блоки РЭА. Пайка монтажных соединений».

В процессе исследований выявлено, что повышение средней катодной плотности тока до 3 А/дм<sup>2</sup> при скважности импульсов  $\gamma=1,5$  увеличивает содержание висмута в сплаве до 1,05 % (рисунок 1).

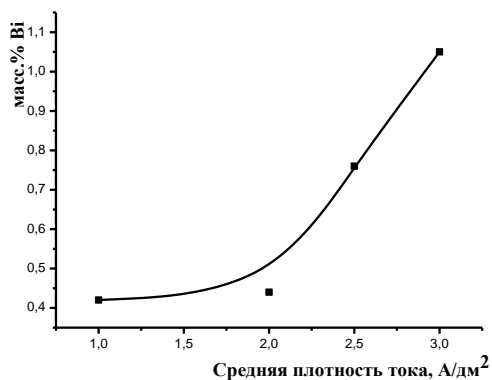


Рис. 1 – Влияние средней плотности тока на состав покрытий

В таблице 1 приведены значения катодного выхода по току сплава, коэффициентов растекания припоя  $K$  и контактного электросопротивления  $R$  покрытий сплавом олово-висмут, полученных при осаждении при различных режимах реверсированного тока. Как видно из представленных результатов, с увеличением скважности импульсов и ростом средней плотности тока наблюдается снижение катодного выхода по току, что связано в первом случае с увеличением времени обратного импульса, во втором – с выделением

водорода.

Также при использовании нестационарного электролиза паяемость покрытий олово-висмут остается высокой по сравнению с покрытиями, полученными на постоянном токе (таблица 2), а величина контактного электросопротивления падает при осаждении на токах с низкой скважностью импульсов.

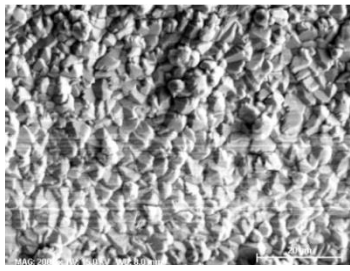
Таблица 1 – Влияние параметров реверсированного тока на паяемость покрытий сплавом олово-висмут ( $f=1$  Гц)

|      | $i_{cp}=2,0$ А /дм <sup>2</sup> |        |       | $i_{cp}=2,5$ А /дм <sup>2</sup> |        |       | $i_{cp}=3,0$ А /дм <sup>2</sup> |        |       |
|------|---------------------------------|--------|-------|---------------------------------|--------|-------|---------------------------------|--------|-------|
|      | ВТ, %                           | R, мОм | K, %  | ВТ, %                           | R, мОм | K, %  | ВТ, %                           | R, мОм | K, %  |
| =1,1 | 84,70                           | 2,08   | 87,41 | 87,25                           | 2,12   | 84,33 | 84,57                           | 2,85   | 88,15 |
| =1,2 | 79,78                           | 2,14   | 83,74 | 78,66                           | 2,59   | 86,82 | 77,49                           | 3,29   | 84,87 |
| =1,5 | 66,03                           | 2,34   | 88,30 | 63,82                           | 2,64   | 88,19 | 60,75                           | 3,26   | 88,15 |
| =2   | 48,60                           | 3,79   | 86,78 | 47,91                           | 3,50   | 85,81 | 42,07                           | 3,36   | 85,30 |

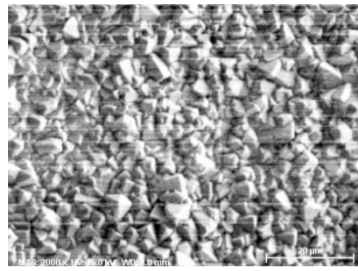
Таблица 2 – Влияние плотности постоянного тока на свойства покрытий сплавом олово-висмут

| Плотность тока, А /дм <sup>2</sup>   | 2,0   | 2,5   | 3,0   |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| Коэффициент растекания припоя, %     | 86,12 | 86,07 | 87,37 |
| Контактное электросопротивление, мОм | 3,10  | 2,30  | 2,10  |

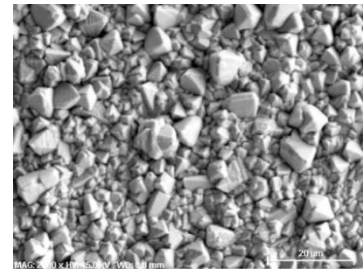
Топологические исследования на сканирующем атомно-силовом микроскопе показали, что покрытия сплавом олово-висмут, полученные на реверсированном токе при средней плотности тока 2 и 2,5 А/дм<sup>2</sup>, имеют однородную средnezернистую структуру с величиной зерна 3,4...4,6 мкм (рисунок 2). При плотности тока 3 А/дм<sup>2</sup> наблюдается неравномерная структура с ярко выраженными крупными кристаллами на поверхности покрытия.



$i_{cp}=2,0 \text{ A /dm}^2$



$i_{cp}=2,5 \text{ A /dm}^2$



$i_{cp}=3,0 \text{ A /dm}^2$

*Рис. 2 – Влияние средней плотности тока на структуру покрытий сплавом олово-висмут ( $f=1 \text{ Гц}$ ,  $\gamma=1,5$ )*

Таким образом, можно сделать вывод о том, что данный сплав, полученный при осаждении на реверсированном токе, может быть использован как стабильное покрытие под пайку с низким контактным электросопротивлением.