

2. Васильев В. А., Митин Б. С., Пашков И.Н., Серов Н.М., Скуридин А.А., Лукин А.А., Яковлев В.Б. Высокоскоростное затвердевание расплавов (теория, технология и материалы) / под ред. В.С. Митина. – М.: СП «Интермет инжиниринг», 1998. – 400 с.

3. Мирошниченко И. С. Закалка из жидкого состояния. – М.: Металлургия, 1982. – 168 с.
4. Шепелевич В. Г. Быстрозатвердевшие легкоплавкие сплавы. – Минск: БГУ, 2015. – 192 с.
5. Русаков А.А. Рентгенография металлов. – М.: Атомиздат, 1977. – 480 с.

УДК 669.65.538.911.539.25-26

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИНДИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВОВ Sn-Zn-Bi-In

Гусакова О.В.¹, Шепелевич В.Г.²

¹Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ

²Белорусский государственный университет

Минск, Республика Беларусь

Разработка материалов для бессвинцовой пайки стала актуальной с 2006 года, после вступления в силу запрета использования свинца и его сплавов, в том числе в электронной промышленности [1]. К настоящему времени разработаны и предлагаются на рынке ряд припоев на основе сплавов олова с серебром, медью, висмутом и др. Однако работы в этом направлении продолжаются, поскольку современные технологии изготовления материалов, такие как метод сверхбыстрого охлаждения расплава позволяют улучшить свойства известных припоев и разработать новые [2]. Поэтому настоящая работа посвящена получению, исследованию микроструктуры и механических свойств быстрозатвердевших фольг сплава Sn-Zn-Bi-In.

Для изготовления фольг использовались сплавы Sn– 8 мас.%Zn – 3 мас.% Bi–X мас.% In (X= 1,5; 2,5; 4,5; 9,0). Фольги формировались при кристаллизации тонкого слоя расплава, полученного в результате его растекания по поверхности вращающегося медного цилиндра – кристаллизатора.

Микроструктура и распределение компонент исследовалась с помощью растрового электронного микроскопа LEO 1455 VP оснащенного рентгеновским микроанализатором AztecEnergyAdvancedX-Max 80. Фазовый состав фольг определялся с использованием рентгеновского дифрактометра RigacuUltima 4. Микротвердость измерялась на 402MVD при нагрузке 10 г. Испытания на разрыв проводились на установке TestometricM350-10CT при скорости растяжения 5 мм/мин.

Фазовый состав фольг зависит от концентрации индия в сплаве. При содержании индия до 4,5 мас.% фольги затвердевают с образованием пересыщенного твердого раствора на основе β -Sn. Поскольку при комнатной температуре равновесное содержание цинка в олове не превышает 0,25 мас.%, то пересыщенный твердый раствор распадается по непрерывному механизму

с выделением дисперсных включений цинка на высокоугловых и малоугловых границах зерен, а также в объеме зерна (рисунок 1а). Висмут и индий не образуют включений и равномерно распределены в фольге (рисунок 1 б).

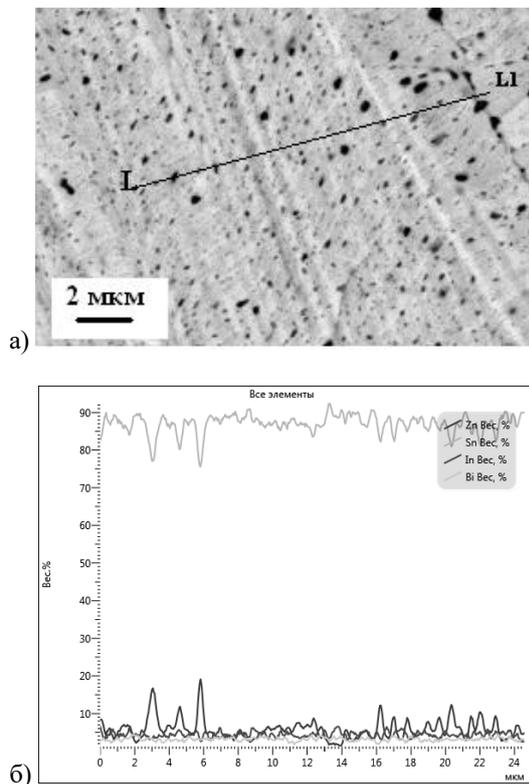
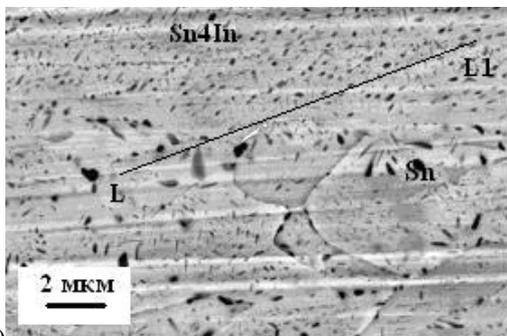


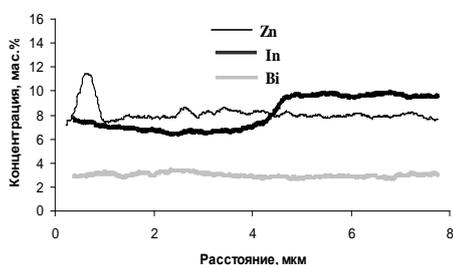
Рисунок 1 – Микроструктура (а) и распределение компонент вдоль линии сканирования L-L1 фольг сплава: а- Sn – 8 мас.% Zn – 3 мас.% Bi – 4,5 мас.% In

В фольгах, содержащих 9 мас.% In формируются две фазы: пересыщенные твердые растворы на основе олова и на основе γ -фазы (InSn_4), имеющей простую гексагональную решетку. В зернах β -Sn концентрация In составляет

около 7 мас. %, что приводит к прерывистому механизму распада пересыщенного твердого раствора, и формированию крупных пластинчатых включений цинка (рисунок 2а). В зернах γ -фазы наблюдаются дисперсные равноосные включения, а также пластинчатые включения цинка с толщиной пластинок порядка 50-100 нм.



а)



б)

Рисунок 2 – Микроструктура (а) и распределение компонент вдоль линии сканирования L-L1 фольг сплава: а- Sn – 8 мас.% Zn – 3 мас.% Bi – 9,0 мас.% In

Легирование эвтектического сплава Sn-Zn-Bi индием приводит к уменьшению микротвердости (рисунок 3). При содержании In 4,5 мас % микротвердость стабилизированных фольг уменьшается на 10-15 %, что может быть связано с изменением размеров зерен. Фольги с концентрацией индия 9 мас. % имеют микротвердость практически вдвое меньшую, чем сплав без индия, что обусловлено образованием γ -фазы, микротвердость которой не превышает 145 МПа [3]. В исследованных стареющих сплава наиболее интенсивно микротвердость изменяется за первые несколько часов после изготовления (рис. 3). Изменение микротвердости на 10-15 %

обусловлено увеличением размеров дисперсных частиц цинка и стабилизацией границ зерен и фаз.

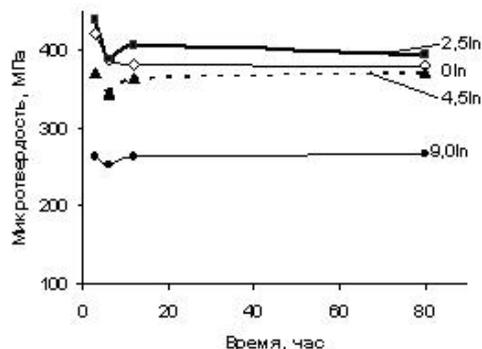


Рисунок 3 – Зависимость микротвердости фольг сплавов Sn – 8 мас.% Zn – 3 мас.%Bi – Xмас.% In (X=0; 2,5; 4,5; 9,0 мас.%) от концентрации In и времени старения

Результаты испытаний фольг на разрыв приведенные в таблице, показывают, что небольшие добавки индия повышают пластичность, однако при этом несколько уменьшается предел прочности.

Концентрация индия, мас. %	0	2,5	4,5	9,0
Относительное удлинение, %	3,5	5,0	5,00	18
Предел прочности, МПа	140	122	114	70

Таким образом, оптимальные механические свойства достигаются при легировании индием эвтектического сплава Sn-Zn-Bi индием не более чем на 2-3 массовых процента.

Литература

1. Пивненко В. Актуальность перехода к сплавам, используемым в бессвинцовых процессах //Радиокомпоненты. 2006.– № 3.– С.8-35.
2. Ланин В., Лаппо А. Повышение качества паяных соединений бессвинцовыми припоями // Технологии электронной промышленности. – 2016. – № 1.– С. 38-41.
3. Ван Цзинзу, Шепелевич В.Г. Быстрозатвердевшие фольги индия. – Минск: РИВШ, 2011.– 172 с.

УДК 539.2

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПЕНОПЛАСТА МАРКИ «АКРИМИД»

Адашкевич С.В.², Бакаев А.Г.¹, Маркевич М.И.¹, Стельмах В.Ф.², Чапланов А.М.¹, Щербакова Е.Н.³

¹Физико-технический институт НАН Беларуси

²Белорусский государственный университет

³Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Новый термостойкий пенопласт марки «Акримид» получается технологией вспенивания на основе поли(мет)акриламида. Он

предназначен для использования в качестве вспененного наполнителя прежде всего в сфере авиационного, вагоностроения, судостроения,