

Расположение ряда дамб по дну каждого пруда поперек потока позволяет создать секционность внутри пруда и последовательное улучшение процессов биодеградации нефтепродуктов от одной дамбы к другой.

В результате исследований установлено, что подобные системы доочистки с использованием высшей водной растительности в условиях сухого и жаркого климата Узбекистана круглогодично позволяют снижать содержание нефтепродуктов до 0,05 мг/л, т.е. до норм сброса в открытые водоемы.

Исследованиями установлено, что сточная вода после прохождения прудов с высшей водной растительностью не оказывает токсичного воздействия на гидробионтов и может быть сброшена в открытые водоемы.

Авторы выражают благодарность фирме «LAR Process Analysers AG» (Германия) за предоставленное лабораторное оборудование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долина, Л.Ф. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод. – Днепропетровск: Континент, 2005. – 296 с.
2. Тимергазина, И.Ф. К проблеме биологического окисления нефти и нефтепродуктов углерводородоокисляющими микроорганизмами. / Переходова Л.С. Нефтегазовая технология: теория и практика. [Электронный ресурс]. – 2012. – Т.7.–№1.–28 р. – URL: http://www.ngtp.ru/tub/7/16_2012/pdf. – (дата обращения: 02.02.2020).
3. Диренко, А.А. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока. / Коцарь Е.М. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.c-o-k.com.ua/content/view/374>. – (дата обращения: 02.02.2020).
4. Hannachi, A. Gestion et valorization des eaux usées en Algérie. / Gharzouli R., Djellouli Tabet Y. Larhyss Journal. Université de Biskra) Algérie. [Электронный ресурс]. Larhyss Journal. - 2014. - №19. – С.51-62. – URL: <http://www.larhyss.net/journal.html>. – (дата обращения: 02.02.2020).
5. Стаков, Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1983. – 263 с.

БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШАЯ ФОЛЬГА ДЛЯ БЕССВИНЦОВОЙ ПАЙКИ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Sn – In – Bi

RAPIDLY SOLIDIFIED FOIL FOR LEAD FREE SOLDERING BASED ON Sn – In – Bi ALLOYS

В. Г. Шепелевич¹, О. В. Гусакова², Г. А. Русак¹
V. Shepelevich¹, O. Gusakova², G. Rusak¹

¹Белорусский государственный университет, физический факультет,
г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
ol.gusakova@gmail.com

¹Belarusian State University, physical faculty,
Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus

Методами растровой электронной микроскопии, рентгеноспектрального анализа и дифракции обратноотраженных электронов проведены исследования микроструктуры и зеренной структуры быстrozатвердевших сплавов $(Sn4In)xBi(1-x)$. Установлено, что быстrozатвердевшие фольги отличаются однородностью распределения компонент и дисперсностью микроструктуры по сравнению с массивными образцами. При концентрации Bi выше 6 ат. % в фольге присутствуют три фазы: γ -фаза ($Sn4In$), ϵ -фаза ($InBi$) и $BiIn2$. Зеренная структура быстrozатвердевших фольг имеет особенности, состоящие в том, что у поверхности фольги прилегающей к кристаллизатору образуются крупные вытянутые вдоль направления растекания расплава зерна, а у свободно затвердевающей стороны имеют равноосную форму.

Using the scanning electron microscopy, X-ray spectroscopy and electron backscatter diffraction techniques the microstructure and grain structure of rapidly solidified alloys $(Sn4In)xBi(1-x)$ were studied. It was found that rapidly solidified foils are characterized by uniform distribution of components and dispersion of the microstructure in comparison with bulk samples. At a concentration of Bi above 6 at. % there are three phases in the foil: the γ phase ($Sn4In$), the ϵ phase ($InBi$) and $BiIn2$. The grain structure of rapidly solidified foils has the peculiarity that large grain melt spreading elongated along the direction of flow is formed at the surface of the foil adjacent to the mold, and they have an equiaxed shape on the freely solidifying side.

Ключевые слова: сверхбыстрая закалка, бессвинцовая пайка, микроструктура.

Keywords: ultrafast quenching, lead free soldering, microstructure.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-2-448-451>

Активные исследования структуры легкоплавких припоев связаны с заменой компонентов опасных для здоровья человека и окружающей среды (свинца, ртути и др.) на более безопасные (например, висмут, индий, серебро и др.) и с повышением их технологических характеристик. Сплав Sn-In благодаря своим высоким физико-механическим и химическим свойствам находит применение в качестве легкоплавких припоев, антифрикционных и износостойких покрытий, скользящих контактов с низким значением переходного сопротивления. Он также применяется при выполнении монтажа соединений методом пайки в процессах сборки интегральных схем и микроблоков. Сплавы с различным содержанием индия обладают высокими коррозионными свойствами в растворах хлорида и гидроксида натрия, а также в минеральных маслах. Однако, замещающие компоненты (In,Bi) значительно дороже свинца, что приводит к увеличению стоимости бессвинцовых припоев. Для ее уменьшения целесообразно использовать ресурсо- и энергосберегающие технологии, к которым относится высокоскоростное затвердевание. Высокоскоростное затвердевание осуществлялось при использовании метода спиннингования. Получаемая фольга имела толщину до 80 мкм. Известно [1], что при сверхвысоких скоростях охлаждения формируется структура, значительно отличается от структуры сплавов, получаемых традиционными технологиями. В связи с этим целью исследования является определение параметров структуры и физических свойств сплава In-Sn-Bi, изготовленных высокоскоростным затвердеванием.

На рисунке 1 представлена проекция тройной системы Bi-In-Sn в атомных процентах. На концентрационном треугольнике изображено 14 вертикальных разрезов [2,3]. Показаны изотермы и температуры, при которых начинаются процессы кристаллизации. Нанесена точка E_2 , которая соответствует эвтектике при 59°C с участием фаз In₂Bi, γ и β . Эвтектика E_1 образуется при температуре 74°C фазами Bi, β Sn, InBi. Изотермические сечения при 25°C и 59,5 были изучены экспериментально и рассчитаны в работе [2].

Исследования микроструктуры и распределения компонентов проводились с помощью растрового электронного микроскопа, и оснащенного рентгеноспектральным микроанализатором и дифракционной приставкой фазового анализа.

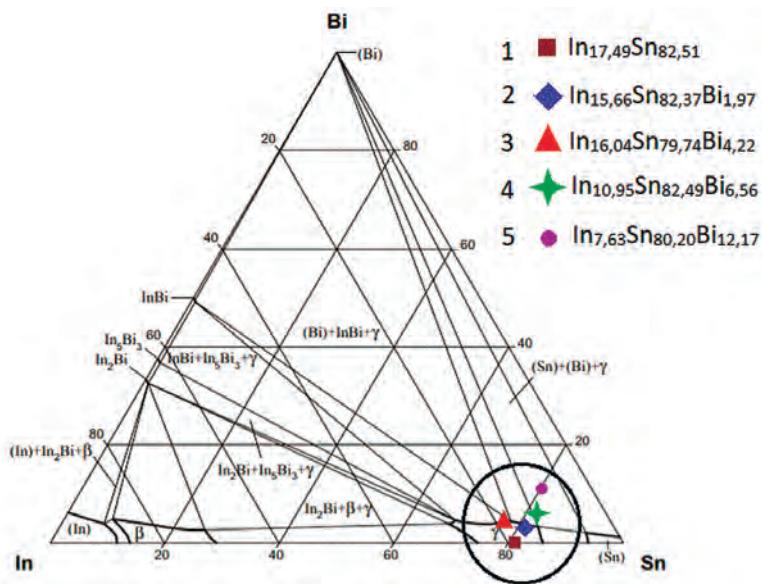


Рисунок 1 – Диаграмма с изотермическими сечениями при 25 градусах [2]

В работе приводятся результаты исследования фазового состав, микроструктуры и зернистой структуры быстрозатвердевшей фольги сплавов системы (Sn4In)xBi(1-x), где x = 0; 2,0; 4,2; 6,6 и 12,2 ат.%. При равновесном затвердевании фаза Sn4In является фазой с переменным составом, её кристаллическая решетка (гексагональная) [8] сохраняется в интервале концентраций от 11 до 25 ат. %. Исходный сплав имел состав Sn – 17,5 ат.% In.

Установлено, что быстрозатвердевшая фольга исходного сплава Sn – 17,5 ат. % In имеет однородное распределение компонентов по объему и сохраняется при концентрации Bi до 4,2 ат. %, как показано на рисунке 2.

Анализ показывает, что при концентрации Bi выше 6 ат. % в фольге присутствуют три фазы: γ -фаза (Sn4In), ϵ -фаза (InBi) и BiIn2, что согласуется с равновесной диаграммой состояния тройных сплавов [3]. Включения фаз равномерно распределены по объему образца и имеют микронные размеры. Методом секущих определены параметры микроструктуры для фольги сплава In7,63Sn80,02Bi12,15. Объемные доли γ -фазы и ϵ -фаза составляют 85 и 13 %, средние хорды – 5,6 и 0,9 мкм, соответственно.

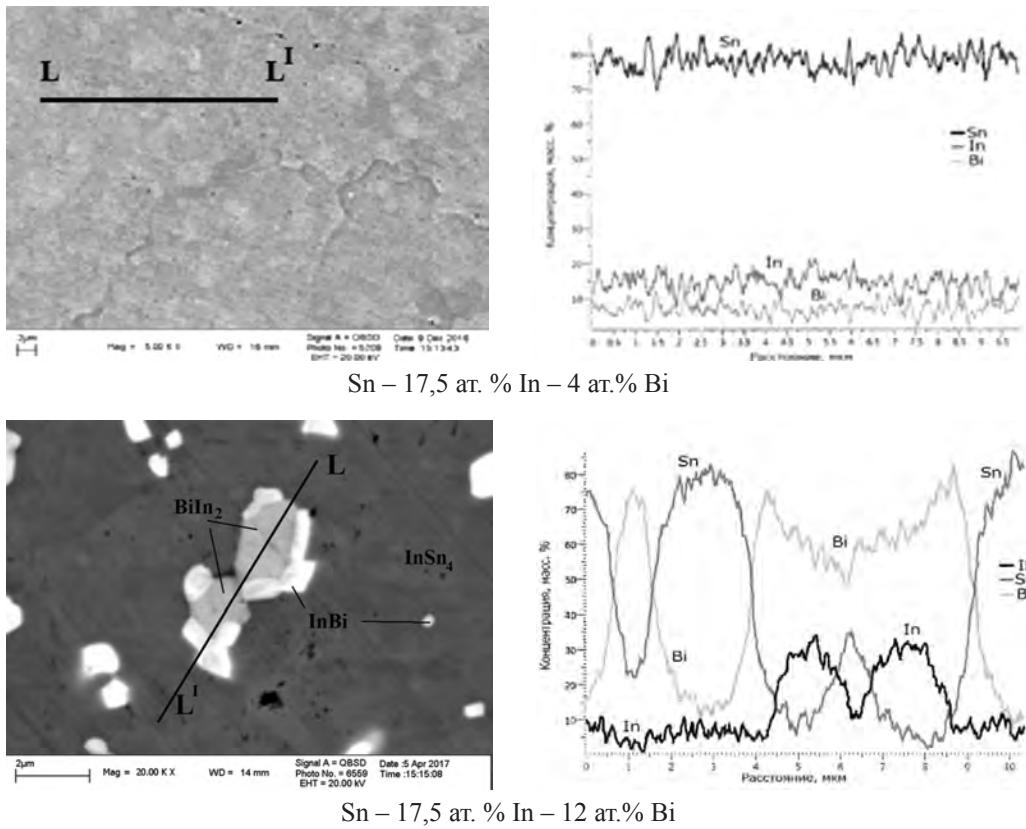
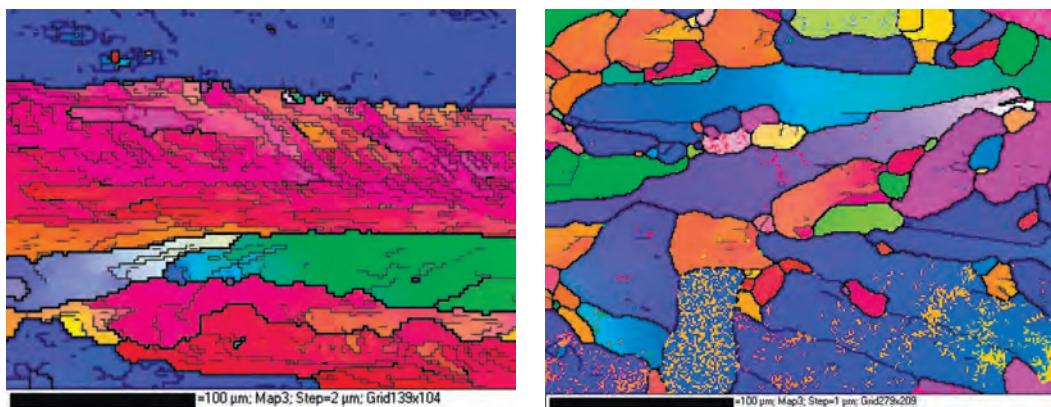


Рисунок 2 – Микроструктура и распределение элементов вдоль линии сканирования $L - L'$

Изображения зеренной структуры быстрозатвердевающей фольги на стороне А, контактирующей с кристаллизатором и В, контактирующей со средой представлены на рисунке 3. Зеренная структура быстрозатвердевшей фольги исходного сплава имеет особенности, состоящие в том, что у поверхности фольги прилегающей к кристаллизатору образуются крупные вытянутые вдоль направления растекания расплава зерна со средним размером 71,1 мкм и высокой плотностью малоугловых границ. У свободно затвердевающей стороны зерна имеют равнозернистую форму и средний размер 9,4 мкм. В таблице приведены параметры зеренной структуры. Легирование висмутом обеспечивает уменьшений размеров зерен. Средний размер зерна уменьшается от поверхности А к поверхности В в 7,5 раз. Удельная поверхность границы зерен напротив увеличивается в 2 раза.



Сторона А

Сторона Б

Рисунок 3 – Изображения зеренной структуры исходного образца (чистая γ -фаза) на сторонах А и В

Таблица – Данные средней хорды, среднего размера зерна и удельной поверхности границы зерен

Поверхность сплава	S , мкм^{-1}	d , мкм	\bar{D} , мкм
А	0,1	42,3	71,1
В	0,2	5,6	9,4

Профиль угловой разориентировки зерна

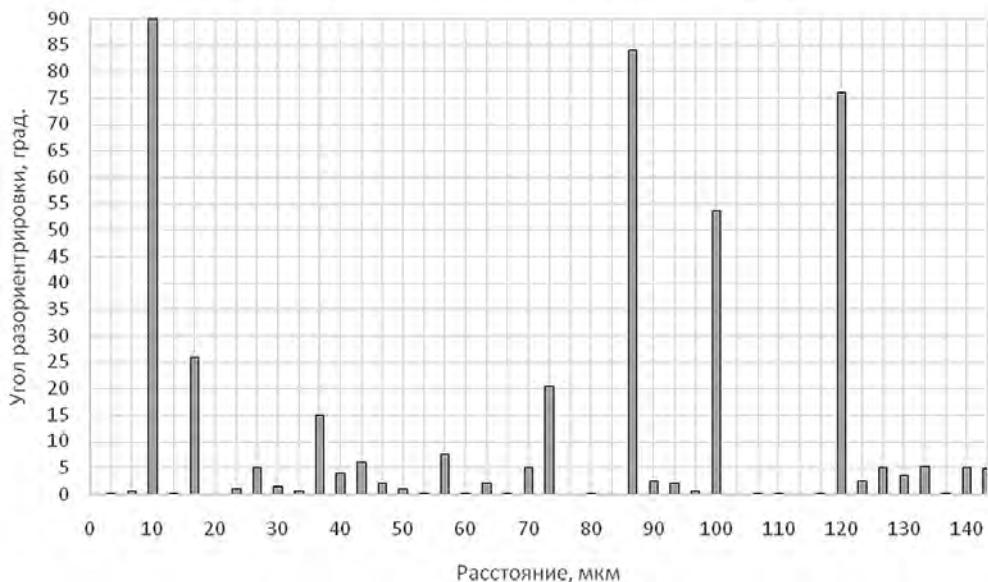


Рисунок 4 – Гистограмма угловой разориентировки зерен первого сплава фольги на поверхности A

Максимальный угол разориентировки достигает 90 градусов. Доля зерен с высокоугловыми границами вдоль сканируемой поверхности приходится на 18%. Легирование висмутом обеспечивает уменьшение размеров зерен. Предложен механизм формирования зеренной структуры, учитывающий влияние движения расплава на рост зерен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашков, И. Н. Разработка процессов получения и применения сплавов припоев в дисперсионном состоянии с микроскопической или аморфной структурой / И.Н. Пашков, М.В. Пикунов, А.И. Пашков // Металлург, 2010. – С. 43 – 45.
2. Гусакова, О. В. Структура и свойства быстрозатвердевших фольг сплавов системы Sn – Zn – Bi / О.В. Гусакова, В.Г. Шепелевич // Перспективные материалы, 2010. – № 2. – С. 74–80.
3. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: / Под общ. ред. Н.П.Лякишева – М. : Машиностроение, 1996. – 992 с.

INFLUENCE OF PLASMA TREATMENT ON PHOTOCATALYTIC ACTIVITY OF ZnO DOPED WITH Ag ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ZnO ДОПИРОВАННОГО Ag

A. Scherbovich¹, V. Lushkevich², N. Savastenko¹, I. Filatova², S. Maskevich¹
А. Щербович¹, В. Люшкевич², Н. Савастенко¹, И. Филатова², С. Маскевич¹

¹Belarussian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus

²B.I.Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus
Minsk, Republic of Belarus
scherbovich.a.a@gmail.com

1Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь

2Институт физики им. Б. И. Степанова Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь

In this study, nanoparticals Ag (Ag-NPs) were impregnated onto the ZnO microparticles. Impregnated catalysts were prepared by a wet impregnation method followed by plasma treatment. For this purpose, dielectric barrier discharge (DBD) plasma was applied. The photocatalytic degradation of sodium caffeine-benzoate was investigated under