

УДК 669.45+548.735

**А.И. Пинчук, В.Г. Шепелевич, Л.П. Щербаченко**  
(Брестский государственный технический университет)

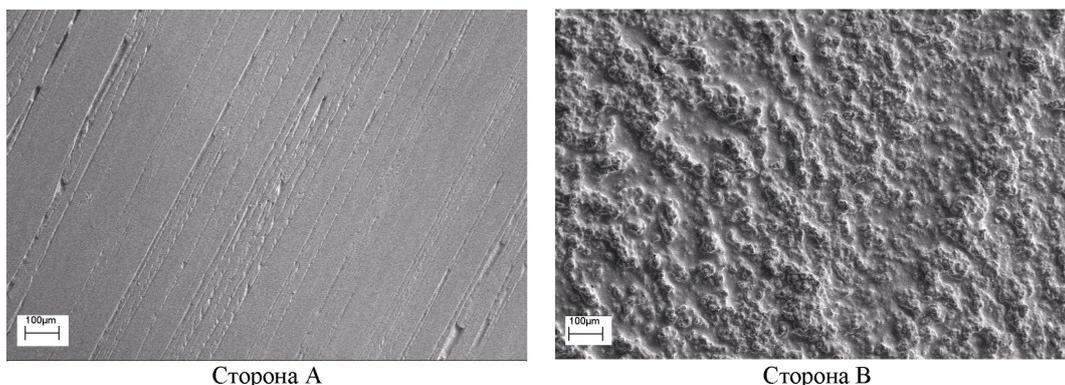
## СТРУКТУРА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОЛЬГ БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШЕГО ПРОМЫШЛЕННОГО ОЛОВЯННОГО ПРИПОЯ ПОС-61

Установлено, что с увеличением скорости охлаждения микротвердость образцов падает. В сплаве формируется преимущественная текстура (111) в свинце и текстура (100) в олове.

Материалы, полученные методами сверхбыстрой закалки из расплава, характеризуются образованием микрокристаллической структуры, расширением области растворимости легирующих элементов, измельчением или отсутствием сегрегации, что приводит к появлению совершенно нового класса конструкционных материалов, которые невозможно получить традиционными методами [1].

В качестве образца исследования был выбран оловянно-свинцовый припой ПОС 61 (температура плавления 183–190 °С). Данный припой необходим для пайки и лужения печатных схем, радио- электроаппаратуры, точных приборов, имеющих высокогерметичные швы, а также в тех случаях, если недопустим перегрев и очень важно выдерживать нужную температуру. Из данного припоя изготовлены фольги путем кристаллизации капли расплава на внешней полированной поверхности быстровращающегося полого стального цилиндра диаметром 18 см. Максимальная длина полученных фольг припоя ПОС-61 достигала 7 см, ширина — 10 мм. Толщина исследуемой фольги находилась в пределах 30..80 мкм. Скорость охлаждения расплава, как показал расчет [2], находится в пределах  $10^5 \dots 10^6$  К/с. Линейная скорость поверхности кристаллизатора изменялась в пределах от 9,4 м/с до 28,3 м/с. Для определения фазового состава быстрозатвердевших фольг и их текстуры применялся рентгеноструктурный анализ. Исследования выполнялись на дифрактометре ДРОН – 3 в медном излучении. Текстура фольг изучалась методом обратных полюсных фигур. Полюсная плотность дифракционных линий рассчитывалась по методу Харисса [3]. Рентгеновское излучение при изучении текстуры падало на поверхность фольги *A*, контактирующую с поверхностью кристаллизатора, и на противоположную поверхность фольги *B*. Исследование фазового состава и микроструктуры фольг проведено с помощью растрового электронного микроскопа LEO 1455VP. Определение объемной доли фаз и удельной поверхности межфазных границ сплава Sn + Pb осуществлено методом секущих [4]. Измерения микротвердости  $H_{\mu}$  выполнены на приборе ПМТ – 3. Масса нагрузки 10 г, время выдержки нагрузки 60 с. Погрешность измерения микротвердости не превышает 4 %.

Сторона, прилегающая к кристаллизатору, была гладкой и зеркальной, а противоположная сторона — матовой и бугристой (рис. 1).



**Рис. 1. Микроструктура поверхности фольг припоя ПОС-61**

На рисунке 2 представлено изображение микроструктуры поперечного сечения быстрозатвердевших фольг сплава.

Объемная доля двухфазного сплава ПОС 61, определенная методом секущих, для свинцовой фазы для стороны А (контактировавшей с диском-кристаллизатором) составляет 48 %, для стороны В (контактировавшей с атмосферой) - 46%. Объемная доля оловянной фазы для стороны А составляет 52%, для стороны В – 54%. Удельная поверхность межфазных границ составила для стороны А  $S_A = (1330 \pm 60)_{\text{мм}^{-1}}$ , для стороны В составила  $S_B = (1210 \pm 60)_{\text{мм}^{-1}}$ .

Получена следующая зависимость микротвердости от скорости вращения кристаллизатора. С увеличением частоты вращения диска кристаллизатора (т.е. с увеличением скорости охлаждения) микротвердость падает: (1000об/мин (9,4 м/с) – 102 МПа; 2000об/мин (18,8 м/с) – 96 МПа; 3000 об/мин (28,3м/с) – 89 МПа.

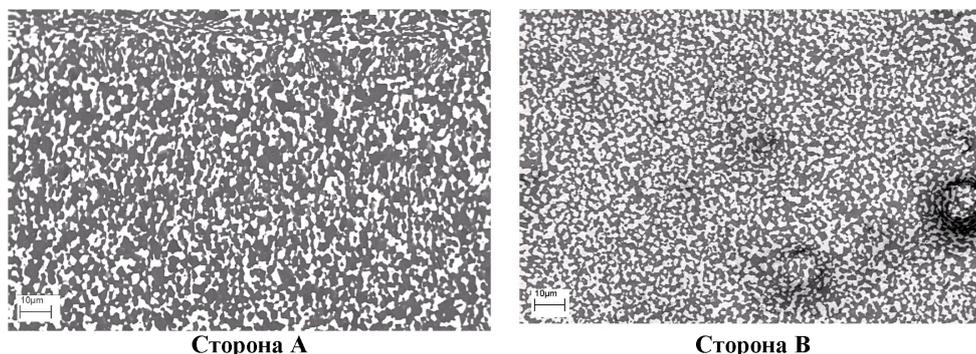


Рис. 2. Микроструктура быстрозатвердевших фольг припоя ПОС 61

На рисунке 3 приведена диаграмма распределения размера выделенных фаз:

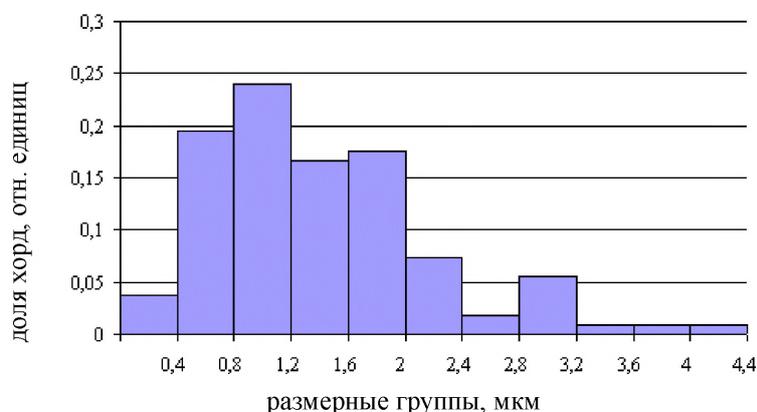


Рис. 3. Распределение максимальных хорд сечений зерен на поверхности фольги промышленного сплава ПОС-61 по размерным группам

Среди факторов, определяющих свойства материалов, большое значение имеет текстура. Наличие текстуры влияет на многие структурно-чувствительные свойства материалов: на прочность и твердость, анизотропию упругих, электрических, магнитных и других свойств. На дифрактограмме фольги промышленного сплава ПОС-61 наблюдаются дифракционные линии для свинца 111, 200, 220, 311, 331, 420 и для олова 200, 101, 220, 211, 301, 112. В таблицах 1 и 2 приведены значения полюсных плотностей дифракционных отражений. Максимальное значение полюсной плотности принадлежит дифракционной линии 111 для свинца и дифракционной линии 200 для олова. Это свидетельствует тому, что в сплаве формируется преимущественная текстура (111) в свинце и текстура (100) в олове. Исследования показали, что с увеличением частоты вращения теплоприемника текстура не изменяется.

Таблица 1 – Полюсные плотности дифракционных линий свинца в быстрозатвердевших фольгах промышленного сплава ПОС-61

Частота вращения кристаллизатора, об/мин	Дифракционные линии					
	111	200	220	311	331	420
1000	5,6	0,4	0,1	0,1	0	0
2000	5,2	0,4	0,2	0,2	0	0
3000	5,7	0,2	0	0,1	0	0

Таблица 2 – Полусные плотности дифракционных линий олова в быстрозатвердевших фольгах промышленного сплава ПОС-61

Скорость вращения кристаллизатора, об/мин	Дифракционные линии					
	200	101	220	211	301	112
1000	4,0	0,8	0	0,1	0	1,3
2000	3,7	0,7	0,1	0,1	0	1,5
3000	3,6	1,0	0,0	0,1	0	1,3

Полученные результаты могут быть объяснены тем фактом, что для быстрозакаленных сплавов характерна высокая химическая и фазовая однородность, достигаемые вследствие фиксации в твердом состоянии жидкоподобной аморфной структуры или формирования микрокристаллической (нанокристаллической) структуры.

*Список литературы*

1. Калиниченко, А.С. Управляемое направленное затвердевание и лазерная обработка: теория и практика / А.С. Калиниченко, Г.В. Бергманн. – Минск: Технопринт, 2001. – 367 с.
2. Мирошниченко, И.С. Закалка из жидкого состояния / И.С. Мирошниченко. – Москва: Металлургия, 1982. – 168 с.
3. Li D.Y., Szpunar J.F. A possible role for surface packing density in the formation of (111) texture in solidified FCC metals / D.Y. Li, J.F. Szpunar // J. mater. sci. lett. – 1994. – V. 13, № 21. – P. 1521 – 1523.
4. Шепелевич, В.Г. Взаимосвязь структуры и физических свойств сплавов висмут – сурьма / В.Г. Шепелевич, Э.Е. Гречаников. – Мозырь: УО МГПУ имени И.П. Шамякина, 2007. – 128 с.

It has been established that microhardness of quickly quenched foils of the industrially used solder POS-61 (ПОС-61) decreases with increase in its cooling rate. In the alloy preferential grain orientation (111) in lead and (100) in tin are formed.