

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
МОГИЛЕВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

# **ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

Материалы международной  
научно-технической конференции

Могилев, 15-16 мая 2003 г.

## ТЕКСТУРА ФОЛЬГ СВИНЦА И ЕГО СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ СВЕРХБЫСТРОЙ ЗАКАЛКОЙ ИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ

О.Н.ШАХРАЙ, В.Г.ШЕПЕЛЕВИЧ

Белорусский государственный университет  
Минск, Беларусь

В различных областях техники широкое применение находят легкоплавкие припои. Высокая пластичность свинца в широком температурном интервале, низкая стоимость и некоторые другие характеристики позволяют использовать его в качестве основного компонента многих легкоплавких припоев. В припоях, полученных методом сверхбыстрой закалки из расплава, удастся получить не только мелкодисперсную структуру, но и сделать ее более однородной по сравнению с массивными слитками. Свойства поликристаллических сплавов во многом определяются структурой высокоугловых границ. Разориентировка соседних зерен оказывает влияние не только на механические свойства, но и на процессы зародышеобразования и роста новых фаз. В связи с этим в данной работе представлены исследования текстуры фольг свинца и его сплавов, полученных сверхбыстрой закалкой из жидкой фазы.

Быстрозатвердевшие фольги свинца и его бинарных сплавов с оловом, висмутом, индием, кадмием и сурьмой получены при затвердевании капли расплава, инжигированной на внутреннюю полированную поверхность быстровращающегося медного цилиндра. Толщина исследуемых фольг составляла 30-80 мкм. Сторона фольги, контактирующая с кристаллизатором (тип А), имела зеркальный вид, а противоположная сторона (тип Б) имела бугристую структуру. Средняя скорость охлаждения расплава превышала значение  $10^6$  К/с. Рентгеноструктурные исследования текстуры проводились с помощью обратных полюсных фигур, полюсная плотность  $\rho_{hkl}$  дифракционных линий 111, 200, 220, 311, 331 и 420 рассчитывалась по методу Харриса.

Быстрозатвердевшие фольги свинца и его сплавов имеют микрокристаллическую структуру. В фольгах свинца величина зерна не превышает 10 мкм. Легирование свинца вызывает дополнительное измельчение зеренной структуры.

В табл. 1 приведены значения полюсных плотностей дифракционных линий фольг свинца типа А, полученных при разных степенях перегрева жидкости  $\Delta t_{\text{ж}}$ , и типа Б. Наибольшим значением полюсной плотности характеризуется дифракционная линия 111. На долю данной ориентировки приходится 75-90 % объема фольги.

Табл. 1. Полюсные плотности дифракционных линий быстрозатвердевших фольг свинца

Тип фольги	$t_c, ^\circ\text{C}$	Дифракционная линия					
		111	200	220	311	331	420
А	20	4,4	0,9	0,1	0,3	0,1	0,2
А	50	4,6	0,8	0,1	0,3	0,1	0,1
А	80	4,7	0,8	0,1	0,3	0,0	0,1
А	150	5,2	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0
Б	50	3,4	1,6	0,1	0,3	0,1	0,1

Известно, что в массивных слитках свинца и его сплавах, закристаллизовавшихся при малых и средних скоростях охлаждения, формируется текстура (100). Из плоскостей (111) и (100) наиболее плотноупакованными являются плоскости (111), а наименьшей поверхностной энергией характеризуются плоскости (100). Поэтому при условиях кристаллизации, близких к равновесным, энергетически выгодным является формирование текстуры (100). При затвердевании в сильнонеравновесных условиях текстура определяется теми зернами, у которых при плоском фронте кристаллизации межфазная граница "кристалл-жидкость" совпадает с плоскостью, перемещающейся с наибольшей скоростью. Выполненные расчеты показывают, что энергетический барьер перемещения межфазной границы, совпадающей с плоскостями (111), меньше, чем для межфазной границы, совпадающей с другими кристаллографическими плоскостями. Вследствие этого, при быстром затвердевании предпочтительней растут те зерна, у которых плоскости (111) перпендикулярны направлению теплоотвода, формируя тем самым текстуру (111) в быстрозатвердевших фольгах свинца. Увеличение степени перегрева жидкости способствует формированию данной текстуры. Из-за теплового эффекта при кристаллизации скорость охлаждения слоев, прилегающих к бугристой поверхности фольги, меньше скорости охлаждения слоя, контактирующего с кристаллизатором. По этой причине текстура (111) с бугристой стороны фольги (тип Б) выражена слабее, чем с зеркальной (тип А).

В табл. 2 представлены полюсные плотности дифракционных линий быстрозатвердевших фольг сплавов на основе свинца (тип А). Легирование свинца сохраняет текстуру (111) в быстрозатвердевших фольгах. При этом висмут, олово, таллий и сурьма усиливают данную текстуру.

Табл. 2. Полосные плотности дифракционных линий быстрозатвердевших фольг сплавов на основе свинца

Концентрация легир. элемента	Дифракционная линия					
	111	200	220	311	331	420
5 ат. % Cd	4,0	0,5	0,4	0,6	0,2	0,3
10 ат. % Cd	4,0	0,5	0,4	0,5	0,2	0,4
20 ат. % Cd	4,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2
5 ат. % Bi	5,6	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0
10 ат. % Bi	5,4	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0
20 ат. % Bi	4,9	0,8	0,1	0,2	0,0	0,0
5 ат. % Sb	5,6	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0
10 ат. % Sb	5,4	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0
20 ат. % Sb	5,0	0,8	0,1	0,1	0,0	0,0
5 ат. % In	5,8	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
10 ат. % In	5,7	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0
20 ат. % In	5,8	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
5 ат. % Sn	5,2	0,4	0,1	0,3	0,0	0,0
10 ат. % Sn	5,0	0,6	0,1	0,3	0,0	0,0
20 ат. % Sn	5,6	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0

Быстрозатвердевшие фольги свинца и его сплавов находятся в неустойчивом состоянии. Их нагрев приводит к укрупнению зеренной структуры. Для отожженных фольг сплавов на основе свинца полюсная плотность дифракционной линии 111 уменьшается, а дифракционной линии 200 увеличивается. Наблюдаемое перераспределение полюсных плотностей указывает на протекание рекристаллизационных процессов, при которых текстура (111) ослабевает.