

УДК 548.735:669.6

РАСПАД ПЕРЕСЫЩЕННЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ  
БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЫГ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Sn-Cd

О.В.ГУСАКОВА

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Исследование сплавов на основе олова актуально в связи с тем, что в настоящее время перед промышленными предприятиями стоит задача перехода на бессвинцовые технологии, что вызвано запретом использования свинца в связи с его экологической вредностью. В частности, в электронной промышленности активно осуществляется переход на бессвинцовую пайку. Изготовление материалов в виде тонких фольг методом сверхбыстрой закалки из расплава является одним из современных методов промышленного производства материалов для высокотемпературной пайки, поскольку мелкодисперсность получаемых фольг обеспечивает существенно большую однородность микроструктуры сварного шва. С другой стороны, было показано, что микротвердость сплавов Sn-Cd растет с увеличением скорости кристаллизации. В связи с этим задачей настоящего исследования явилось исследование микроструктуры сплавов системы Sn-Cd и установление механизмов её формирования.

Фольги сплавов Sn-Cd, содержащие 4 и 8 ат. % Cd, получались при кристаллизации расплава на внутренней полированной поверхности вращающегося медного цилиндра диаметром 20 см. Средняя скорость охлаждения расплава составляла порядка  $10^5$  К/с. Толщина фольг находилась в пределах 50-60 мкм. Для исследования микроструктуры фольг использовался растровый электронный микроскоп LEO 1455 VP с энергодисперсионным рентгеновским микроанализатором.

Поскольку при сверхбыстрой закалке из расплава может наблюдаться образование пересыщенных твердых растворов и микроструктура материала формируется в результате последующего его распада были проведены исследования фольг сплавов олова, содержащих 4 и 8 ат. % Cd, сразу после их изготовления и осуществлены наблюдения in-situ за микроструктурой стороны фольги прилегающей к кристаллизатору.

Первоначальные наблюдения, производящиеся через 5-10 минут после приготовления фольги, показали, что на стороне фольги, прилегающей к кристаллизатору (сторона А), выделения отсутствуют, что свидетельствует об образовании пересыщенного твердого раствора кадмия в олове. Установлено, что распад твердого раствора начинается с образования пластинчатых выделений на определенном участке (границе зерна) и их последующем одновременном росте. Такой процесс типичен для прерыви-

стого механизма распада характерного для закаленных массивных образцов сплавов Sn-Cd.

Как показали исследования, в быстрозатвердевших фольгах механизм распада твердого раствора кадмия в олове имеет отличие от распада в закаленных массивных образцах. Оно состоит в том, что наряду с прерывистым распадом имеет место непрерывной, продуктом которого являются мелкие пластинчатые включения в объеме зерна. Обнаружено, что выделения имеют упорядоченное расположение в пределах одного зерна, состоящее в том, что они или параллельны между собой или расположены под углом, близким к 90 градусам. Начальная длина пластинок составляет 50...100 нм при толщине порядка 20 нм. Время, прошедшее от момента изготовления фольги до начала распада (появления заметных пластинок у границы зерна) составляет около 4 часов для фольг, содержащих 4 ат. % Cd и около 1 часа для фольг сплава Sn-8 ат. % Cd. На последующих стадиях распада наблюдается рост пластинок, образовавшихся в результате непрерывного распада и сфероидизация пластинок прерывистого распада, а также увеличение размера выделений по границам зерен.

Скорость удлинения пластинок, образовавшихся в процессе непрерывного распада составляет величину порядка  $1 \times 10^{-12}$  см·с<sup>-1</sup>, увеличение среднего радиуса включения на границе зерна  $4 \times 10^{-10}$  см·с<sup>-1</sup>.