

УДК 669.45
ОСОБЕННОСТИ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ
СВИНЦА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ЗАТВЕРДЕВАНИЯ

О.Н. БЕЛАЯ, В.Г. ШЕПЕЛЕВИЧ
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.Танка»
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Материалы, полученные методами высокоскоростного затвердевания, обладают рядом свойств, которые обуславливают возможность их широкого применения в науке и технике. Сплавы свинца, используемые при изготовлении прокладок, для нанесения защитных покрытий, в качестве припоев и пластин аккумуляторов, нашли широкое применение в различных областях промышленности, в первую очередь в машиностроении, электронике и электротехнике. При введении легирующих добавок в чистый свинец происходят структурные изменения, которые определяют его свойства. Поэтому представляет интерес исследовать влияние легирования на свойства и структуру свинца в условиях высокоскоростного затвердевания. Объектами исследования являлись фольги Pb-X ат. % Cd ($X=2\div50$); Pb-X ат. % Sn ($X=1\div60$); Pb-X ат. % Sb ($X=2\div50$).

Фольги используемых материалов получены при затвердевании капли расплава ($\sim 0,2$ г), инжесктированной на внутреннюю поверхность вращающегося медного цилиндра. Линейная скорость поверхности цилиндра 15 м/с. Толщина используемых фольг составляла 30...80 мкм. Скорость охлаждения расплава была не менее 10^6 град/с.

При исследовании поверхности фольг сплавов систем Pb-Cd, Pb-Sn, Pb-Sb растровой электронной микроскопией, было установлено, что данные фольги при определенной концентрации легирующих элементов характеризуются присутствием выделений второй фазы. С помощью метода секущих были определены средние размеры выделившихся фаз и построены гистограммы распределения частиц второй фазы по размерным группам. Анализ полученных данных показал, что сплавы с различными концентрациями легирующих элементов характеризуются отличными по размерам выделениями вторых фаз, а также различными распределениями по размерным группам. Исходя из этого, можно предположить, что механизм их образования различен. В связи с этим была усовершенствована модель образования частиц второй фазы применительно к условиям высокоскоростного затвердевания.

На основании построенной модели, образование частиц второй фазы при высокоскоростном затвердевании, в зависимости от состава сплава

происходит двумя путями. При концентрациях легирующего элемента близких к предельной растворимости происходит кристаллизация с «захватом», в результате которой происходит выделение вторичных дисперсных частиц второй фазы, при распаде пересыщенного твердого раствора. В фольгах сплавов с концентрацией легирующего элемента близкой к эвтектической происходит выделение первичных частиц второй фазы непосредственно из жидкой фазы в результате квазиэвтектического превращения.

Зарождение частиц второй фазы при концентрациях легирующих элементов близких к их предельной растворимости в свинце, является гетерогенным. Гетерогенное зарождение связано с образованием зародышей новой фазы, преимущественно на определенных местах, таких как границы зерен, дислокации, дефекты упаковки, скопления вакансий и др. Фольги сплавов систем Pb–Cd, Pb–Sn и Pb–Sb имеют микрокристаллическую структуру. Как показали металлографические исследования, около 70 % зерен в данных фольгах приходятся на три соседние размерные группы, то есть можно говорить об однородном распределении зерен по размерам. В данных условиях кристаллизации также происходит однородное распределение дислокаций, дефектов упаковки и скоплений вакансий. В связи с вышесказанным, распределение частиц второй фазы в условиях высокоскоростного затвердевания является однородным.

Зарождение частиц второй фазы происходит следующим образом. В случае возникновения флуктуации по основному элементу (образования твердого раствора на основе свинца), наблюдается обеднение соседних областей свинцом и соответственно обогащение их легирующим элементом. В обогащенных легирующим элементом областях образуются твердые растворы на основе легирующего элемента, то есть происходит зарождение первичных фаз непосредственно из расплава. В свою очередь выделения первичных фаз легирующего элемента окружаются обогащенными свинцом областями, в которых происходит выделение твердого раствора на основе свинца и так далее. Происходит однородное распределение фаз в сплавах при концентрациях легирующих элементов близких к эвтектическим.

Таким образом, предложена модель высокоскоростной кристаллизации бинарных эвтектических сплавов свинца, учитывающая сверхвысокие скорости охлаждения и значительное переохлаждение расплавов, приводящие к «захвату» легирующих элементов кристаллизующейся фазой с последующим распадом пересыщенного твердого раствора или квазиэвтектическому превращению, объясняющая формирование однородного распределения дисперсных вторичных или первичных выделений второй фазы, соответственно, в объеме фольги.