

УДК 548.735:669.6

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛЕГКОПЛАВКИХ ПРИПОЕВ НА ОСНОВЕ ОЛОВА

**В.Г. Шепелевич, О.В. Гусакова**

*Белорусский государственный университет*

Олово является основой, или входит в состав большинства припоев. Оно обладает рядом уникальных свойств, таких как, низкая температура плавления, экологическая безвредность, высокая текучесть и др. В связи с грядущим исключением использования свинцовых припоев в последние годы число работ, посвященных исследованию материалов способных эффективно заменить свинцовые припои, резко возросло. В настоящее время очевидно, что единственной достойной заменой могут служить припои на основе олова. На практике чистое олово не применяется из-за аллотропного перехода  $\beta$ -фазы в  $\alpha$ -фазу, и неудовлетворительных механических свойств. Для низкотемпературных припоев особенно перспективным является производство материалов методом высокоскоростного затвердевания. Причиной повышенного внимания к производству припоев таким методом является возможность получения однородного распределения компонент и направленного влияния на механические свойства сплавов. В связи с этим данная работа посвящена исследованию сплавов на основе олова Sn-Cd и Sn-Zn полученным при сверхбыстром затвердевании расплава.

Материалы получались в виде фольг, толщина которых достигала 100 мкм, длина - 20...30 мм, ширина около 10 мм. С помощью рентгеноструктурных исследований удалось установить, что сверхбыстрое затвердевание увеличивает растворимость цинка и кадмия в олове.

Полученные фольги являются поликристаллами, при этом легирование олова цинком и кадмием приводит к измельчению зеренной структуры фольг. Так, фольги чистого олова имеют размер зерна 30-40 мкм, фольги Sn-5 ат.% Zn - 1,4 мкм, а средний размер зерна фольг содержащих 14,9 ат.% Zn составляет 0,6 мкм. При добавлении 6 % кадмия размер зерна  $\alpha$ -фазы уменьшается до 12,3 мкм, а при содержании кадмия 33 % - до 2,6 мкм, при 40 ат. % Cd - до 1,1 мкм.

Исследовано распределение выделений Cd и Zn по толщине фольги. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что частицы кадмия и цинка в распределены практически однородно. Необходимо отметить, что при повышении концентрации легирующих элементов характер выделений различается для фольг Sn-Cd и Sn-Zn. При добавлении кадмия выделения укрупняются, а при добавлении цинка распределение выделений по размерным группам не изменяется, увеличивается только количество выделений всех размеров в единице объема (рисунок 1).

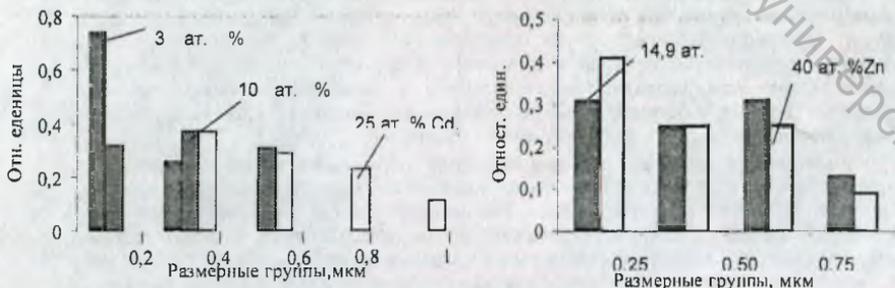


Рисунок 1 - Распределение размеров выделений второй фазы по размерным группам

Исследования морфологии фольг показали, что фольги олова имеют на стороне, прилегающей к кристаллизатору, а также на свободно затвердевающей стороне гладкую поверхность. У свободно затвердевающей стороны фольги в сплавах олово-цинк и олово-кадмий формируется ячеистая структура (рисунок 2).

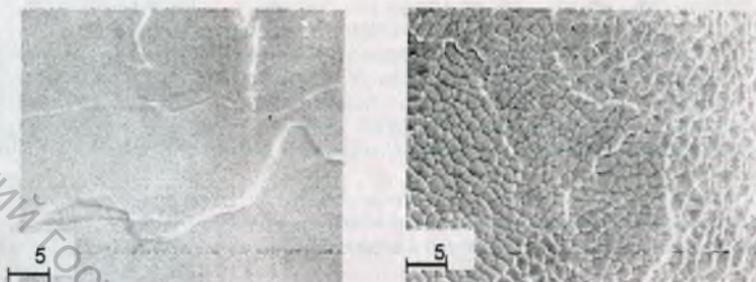


Рисунок 2 - Вид участков поверхности свободно затвердевшей стороны фольги чистого Sn (а) и сплава, содержащего 3 ат.% Cd

Размер и форма ячеек зависят от концентрации легирующего элемента. Однако, характер зависимости различен для фольг Sn-Zn и Sn-Cd. Обнаружено, что для сплавов Sn-Cd с увеличением концентрации кадмия размер ячеек уменьшается, а форма становится более вытянутой. Обнаружено также, что расположение ячеек в пределах каждого зерна не является хаотичным, все ячейки зерна вытянуты в одном направлении. Для фольг сплавов олово-цинк размер ячеек слабо зависит от концентрации цинка в исходном сплаве и находится в пределах от 0,4 мкм до 2 мкм. Вид выделений второй фазы на границах ячеек также различен для фольг сплавов Sn-Cd и Sn-Zn. Кадмий выпадает на границе ячейки в виде отдельных включений, в то время как цинк выделяется в виде слоя вдоль границы ячейки. Размер включений и толщина слоя увеличиваются с концентрацией легирующего элемента.

Легирование олова цинком и кадмием, осуществляется для повышения его твердости  $H_{\mu}$ . Зависимость микротвердости быстрозатвердевших фольг сплавов олова от концентрации легирующих элементов приведена на рисунке 3.



Рисунок 3 - Зависимость микротвердости фольг Sn-Cd и Sn-Zn от концентрации кадмия (1) и цинка (2)

Зависимость микротвердости от концентрации кадмия в исходных фольгах имеет особенности в области низких концентраций. При добавлении небольшого количества легирующего элемента микротвердость возрастает из-за напряжений в решетке обусловленных образованием твердого раствора замещения и изменением параметра решетки. Небольшое падение микротвердости для сплавов Sn-Cd может быть связано с появлением ультра мелкодисперсных выделений. Дальнейшее повышение содержания кадмия до 5 ат.% Cd приводит к увеличению количества выделений  $\gamma$  фазы, что обуславливает рост микротвердости. В фольгах, содержащих свыше 10 ат.% Cd образование двухфазной системы с относительно крупными (до 1 мкм) включениями  $\gamma$ -фазы происходит непосредственно из расплава. Аналогично происходит и формирование двухфазной системы с выделениями фазы цинка. Микротвердость принимает значение характерное для двухкомпонентного сплава с аддитивным вкладом компонент в ее величину. Можно предположить, что наблюдаемое снижение микротвердости в области эвтектического сплава связано с так называемым явлением сверхпластичности, при котором границы зерен являются разупрочняющей зоной, что приводит к зернограничному проскальзыванию.

УДК 677:628.8-733

**РАСЧЕТ ИНЖЕКЦИОННО-ПЕННОГО АППАРАТА ДЛЯ  
ОЧИСТКИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Б.С. Сажин, О.С. Кочетов, А.В. Костылева,  
Е.С. Бородина**

*Московский государственный текстильный университет  
им. А.Н.Косыгина*

Актуальность работ, связанных с очисткой вентиляционных выбросов текстильных предприятий, обусловлена прежде всего высокими требованиями, предъявляемыми к экологическим паспортам предприятий в соответствии с законом РФ №7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды». Эта проблема особенно остро стоит для предприятий, находящихся в городской черте. Коллективом МГТУ им. А.Н.Косыгина для предприятия ОАО «Троицкая камвольная фабрика» (г.Троицк Московской области) был разработан инжекционно-пенный способ очистки вентиляционных выбросов для гребнечесального цеха, где запыленность воздуха рабочей зоны превышала ПДК и составляла  $8,5 \text{ мг/м}^3$  с дисперсным составом, представленным в таблице 1.

Таблица 1 - Дисперсность пыли, %, в воздухе рабочей зоны у оборудования гребнечесального цеха Троицкой камвольной фабрики, при размере частиц, мкм

0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	Свыше 10
77,4	11,8	3,1	1	2,4	4,3

Инжекционно-пенный способ основан на предварительном интенсивном закручивании газов вблизи зеркала рабочей жидкости, что приводит к подсосыванию ее в газовый поток и, дроблению на мелкие капли и последующему образованию быстро вырождающейся механической пены. Сначала газы контактируют с мелкими каплями жидкости, а затем с непрерывно образующейся пеной. В результате воздух освобождается от газовых и механических примесей и выбрасывается в атмосферу. Этот принцип заложен в инжекционно-пенном аппарате (рис. 1).

Аппарат состоит из корпуса 1, бункера 2 с рабочей жидкостью, тангенциальной патрубка 4 для подачи загрязненного воздуха, вертикальной цилиндрической