

ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА НА СТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ
БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Zn–PbА.И.ГРАЧЕВ, В.В.ЛОЗЕНКО, В.Г.ШЕПЕЛЕВИЧ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Высокоскоростная кристаллизация приводит к улучшению стандартных цинковых сплавов благодаря более однородному распределению легирующих элементов, повышению их растворимости в твердом растворе, уменьшению или устранению микросегрегаций, уменьшению размера зерна и образованию новых метастабильных фаз. Однако следует отметить, что создаваемые таким образом структуры в металлах, как правило, являются термодинамически неравновесными. Поэтому важно не только уметь создавать требуемую структуру в металле, но и иметь четкие представления о ее стабильности. Вследствие широкого промышленного применения сплавов на основе цинка важным представляется изучение особенностей формирования структуры в сплавах цинка при высокоскоростной кристаллизации и её изменения при термическом воздействии.

Фольги используемых сплавов Zn–Pb, содержащих до 5 ат.% свинца, получены кристаллизацией капли расплава на внутренней поверхности вращающегося медного цилиндра. Скорость охлаждения расплава была порядка 10^6 К/с. Толщина используемых фольг составляла 30–80 мкм. Поверхностная структура образцов изучалась с помощью растрового электронного микроскопа LEO 1455 VP. Для металлографических исследований поверхность фольг подготавливалась травлением в растворе 10 г хромового ангидрида и 1 мл соляной кислоты на 100 мл воды. Структура поверхности изучалась с помощью инверсионного микроскопа OLYMPUS IX70. Рентгеноструктурные исследования выполнялись на дифрактометре ДРОН-3 в медном излучении. Текстура фольг исследована методом обратных полюсных фигур. Микротвердость измерялась с помощью прибора ПМТ-3 с относительной погрешностью измерения не более 5 %.

Проведенные исследования показали, что быстрозатвердевшие фольги цинка и его сплавов со свинцом имеют микрокристаллическую структуру и четко выраженную текстуру (0001). Средний размер зерна в них при повышении концентрации свинца уменьшается с 11 мкм для фольг чистого цинка до 4 мкм в фольгах сплава Zn–2,5 ат.% Pb. Для исследования стабильности исследуемых фольг, они были подвержены изохронному и изотермическому отжигам. Быстрозатвердевшие фольги сплавов системы цинк–свинец в исходном состоянии, содержащие более 1 ат.% Pb, состоят из пересыщенного твердого раствора на основе цинка и мелкодисперсных частиц свинца. Все вышеприведенные факторы указывают на формирова-

ние в них метастабильной структуры, которая должна изменяться в процессе термической обработки. Для исследования стабильности фольг, они были подвержены изохронному и изотермическому отжигам.

Кривые изменения микротвердости H_μ при изохронном отжиге для фольг сплавов цинка с медью подобны. Так, отжиг фольг до температуры 60 °С не оказывает влияния на микротвёрдость. При нагреве выше указанной температуры уменьшение H_μ происходит в два этапа. На первом этапе в интервале температур 60–100 °С происходит распад пересыщенного твердого раствора и последующая коалесценция частиц выделившихся фаз. Изотермический отжиг фольг сплавов увеличивает средний размер частиц второй фазы, образовавшихся при распаде пересыщенного твердого раствора, и уменьшает их количество в единице объема. Проведенные исследования зависимости среднего размера частиц \bar{d} в фольгах сплава

Zn–0,5 ат.% Pb от времени отжига t показали, что $\bar{d} \sim t^{\frac{1}{2}}$. Это означает, что фактором, контролирующим процесс коалесценции в фольгах цинка со свинцом, является переход атомов через межфазную границу раздела.

На втором этапе в интервале температур 140–160 °С уменьшение H_μ обусловлено протеканием собирательной рекристаллизации. Металлографические исследования показали, что отжиг фольг сплавов цинка со свинцом при температуре 170 °С в течение 1 часа вызывает укрупнение зёрновой структуры в 4 раза.

При температурах отжига выше 160 °С значения микротвердости достигают насыщения для фольг всех исследуемых сплавов.

Расчеты полюсных плотностей дифракционных линий быстрозатвердевших фольг цинка и его сплавов со свинцом, подверженных изохронному отжигу, показали, что их изменение не превышает 5 %. Этот факт указывает на сохранение текстуры (0001), несмотря на то, что при собирательной рекристаллизации происходит миграция межзёренных границ.

Таким образом, термическая обработка фольг сплавов системы Zn–Pb приводит к распаду пересыщенного твердого раствора, температура начала которого составляет 60 °С. Укрупнение частиц вторичной фазы в фольгах происходит в результате коалесценции, которая в сплавах цинка со свинцом контролируется переходом атомов через межфазную границу. При температуре отжига 140 °С начинается процесс рекристаллизации. Преимущественная ориентировка зерен (0001) при этом сохраняется. Данные процессы приводят к снижению микротвердости фольг.