

АНАЛИЗ ВЫДЕЛЕНИЯ ФАЗ В ЛИТЕЙНОМ МАГНИЕВОМ СПЛАВЕ EZ33A

Страумал А.Б., Цой К.В.

*Институт Физики Твердого Тела РАН, Черноголовка,
Россия, a.str@issp.ac.ru*

Уже многие годы одним из самых востребованных направлений в материаловедении является исследование свойств литейных сплавов. Это обусловлено широтой применения литья в технологических процессах и постоянным повышением требований к новым литейным материалам для выполнения все более сложных технических и производственных задач. Среди общеизвестных литейных материалов, таких как чугуны, стали, сплавы на основе меди, алюминия и цинка, особо выделяются сплавы на основе магния. Низкая плотность данных сплавов позволяет делать детали с малым весом и поэтому сплавы на основе магния широко используются в авиакосмической промышленности и машиностроении для литья массивных деталей, корпусов редукторов, роликов, колес. Магний также используется в медицине для производства остео-протезов для протезирования и стентов для шунтирования благодаря своей биосовместимости и тому, что со временем он растворяется в организме без следа.

Одним из широко известных литейных сплавов является сплав EZ33A. Этот сплав состоит в основном из магния и цинка. Для улучшения свойства в него добавлены цирконий, неодим, лантан и церий. Первые упоминания данного сплава относятся к 1960ым годам, когда он использовался для литья корпуса для навигационного компьютера миссии Аполлон. Этот сплав обладает низкой микропористостью при отливке, хорошей жидко-текучестью, сопротивлением к ползучести до 250°C, его можно использовать при литье как в постоянные формы, так и в песчаные, и он поддается сварке. Однако, высокая твердость сильно понижает пластичность сплава при комнатной температуре, а следовательно ограничивает перечень процессов по механической обработке, применимых при производстве деталей из данного сплава. Высокая твердость в литературе связывают с наличием на границах зерен очень твердой фазы интерметаллида. Действительно, твердость магниевой матрицы составляет порядка 40-50HV, тогда как твердость интерметаллида может варьироваться от 250 до 400HV. При слишком большой скорости охлаждения отливки структура затвердевающего сплава будет представлять структуру смачивания с 75% границ зерен заполненными твердой и хрупкой фазой интерметаллида. Поэтому при деформации могут образовываться трещины, которые будут легко распространяться по хрупкой фазе на границах зерен.

Однако при исследовании жидкометаллического смачивания в данном сплаве мы обнаружили еще один тип выделений в данном сплаве. Это мелкие выделения внутри зерен магния. Мы наблюдали их поначалу только в исходном состоянии образца. При высоких температурах данные выделения растворялись в магнии. Нами было сделано предположение, что подобные выделения могут вносить существенный вклад в механические свойства данного сплава. Возможно именно по причине их выделения при низких температурах у EZ33A присутствует такое сопротивление ползучести до 250°C, так как при низких температурах они задерживают продвижение дислокаций через зерна, а при высоких температурах растворяются в магнии.

Для подтверждения выдвинутых предположений был проведен низкотемпературный отжиг образца сплава EZ33A при 150°C в течении 1884 часов для того, чтобы определить выделяются или растворяются данные выделения при низкой

температуре. Было показано, что при данной температуре и времени отжига эти выделения не только не растворяются, но и вырастают по сравнению с исходным состоянием. Было выделено два типа выделений. Большого размера частицы и мелкие частицы, которые как бы затуманивают объем магниевое зерна.

Образец был исследован методом сканирующей электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноспектрального микроанализа, рентгеновской дифракции и микро-твёрдости. Было показано, что более крупные выделения – это выделения цинка, а более мелкие – это выделения циркония.