

Е. В. Середенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЭВТЕКТИКИ ЛИТОГО СПЛАВА ТИПА ВАЛ 10, СОДЕРЖАЩЕГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Традиционно эвтектические составляющие литых металлических сплавов, в том числе алюминевых, изучаются с точки зрения их состава, структуры и количества. Состав эвтектик определяет режим термообработки сплава, от их структуры зависят механические свойства материала. Количество эвтектической составляющей обуславливает литейные характеристики сплава и как следствие возможность получения сложных отливок. Одним из новых направлений современного материаловедения является разработка композиционных материалов с эвтектиками, трансформируемыми в результате термообработки в дисперсные упрочняющие включения (размерами 1 – 2 мкм). Такие сплавы рассматриваются как перспективные материалы для замены традиционных сплавов для получения тонкостенных отливок сложной конфигурации. Состав, структура и количество эвтектики в сплаве зависят от его скорости охлаждения и внешних воздействий. К современным инструментам действия на структуру сплавов относится постоянное магнитное поле. В исследованиях, проведенных на направленно закристаллизованных сплавах Al – Cu (скорость роста твёрдой фазы 2 – 500 мкм/с) в магнитном поле с индукцией (В) от 0,1 до 12 Тл отмечалось его сложное влияние на морфологию фаз.

Целью работы было исследование влияния магнитного поля на содержание элементов в эвтектиках сплава типа ВАЛ 10, без Cd, легированного редкоземельными элементами (РЗЭ), состава, % мас.: Cu – 3,70, Ce – 7,50, La – 3,20, Pr – 0,76, Nd – 1,56, Mn – 0,35, Ti – 0,13, Zr – 0,10, Zn < 0,1, Fe – 0,31, Si – 0,11, Sn – 0,01, Pb – 0,34, охлаждённого и затвердевшего со скоростью 25 °С/с без и под воздействием магнитного поля (В = 0,1 Тл). В литой структуре сплавов, полученных без и под воздействием поля, кроме зёрен α -твёрдого раствора алюминия и включений интерметаллидов присутствовали 2 вида эвтектик: 1 - с пластинчатыми включениями длиной до 30 и толщиной до 2 мкм, 2 - с укороченными включениями длиной до 2 и толщиной до 1 мкм. Площадь занятая эвтектическими фазами по отношению к общей площади шлифа составляла при 0 Тл ~ 70 %, при 0,1 Тл ~ 50 %. В общем количестве эвтектических фаз доля эв-

тектики первого вида при $B = 0$ Тл была 98 %, второго 2 %, а при $B = 0,1$ Тл соответственно 90 и 10 %.

Установлено, что в сплаве, полученном при $B = 0$ Тл, эвтектики первого вида образовывали 3 группы с минимальным, средним и максимальным суммарным содержанием легирующих и примесей - до 20; 27 и 35%. Группы эвтектик между собой наиболее существенно отличались по количеству Cu, Fe и Si. В сплаве, обработанном полем, возникло 2 группы эвтектик - с минимальным и максимальным количеством легирующих и примесей (до 40 и 60 %). Эти фазы отличались по содержанию Cu, Ce, La, Fe и Si. По сравнению со сплавом, полученном при $B = 0$ Тл, в этих эвтектиках при $B = 0,1$ Тл уменьшилось количество Cu в 2 и 1,2 раза, РЗЭ возросло в 2 – 3 раза, а Fe и Si увеличилось только в эвтектике с максимальным количеством добавочных компонентов соответственно – в 1,8 и 3,4 раза.

Эвтектики второго типа в сплаве, полученном без и с применением поля образовывали 2 группы: с минимальным суммарным количеством легирующих и примесей ($B = 0$ Тл - 13 %, $B = 0,1$ Тл – 19 %) и максимальным ($B = 0$ Тл – 17 %, $B = 0,1$ Тл – 44 %). В сплаве, затвердевшем при $B = 0$ Тл эти фазы наибольшим образом отличались между собой по содержанию Cu и Fe. При $B = 0,1$ Тл они отличались по количеству Cu, Ce, La, Pr, Nd, Mn, Fe и Pb. Действие поля на эвтектики с минимальным количеством добавок привело к увеличению в этих фазах содержания Cu в 4,9, Mn в 7,9 раза и уменьшению Ce в 19,3, La в 51, Nd в 126 раз. Концентрация Pr снизилась до 0 % (при 0 Тл - 1,8%), а Fe возросла до 9 % (0 % без поля). В эвтектике с максимальным содержанием компонентов поле наиболее существенно повлияло на концентрацию Cu и Fe - увеличило её соответственно в 3,8 и 12,4 раза.

Таким образом, магнитное поле наиболее сильно уменьшает количество Cu и увеличивает РЗЭ в эвтектиках 1 вида, что связано с ростом растворимости Cu в зёрнах и уменьшением содержания РЗЭ в интерметаллидах. На концентрацию указанных элементов в эвтектиках 2 вида влияние поля противоположно. Количество Fe возрастает во всех видах эвтектик (уменьшается в зёрнах сплава).