

морфологии фаз: протяжённость образований AlFeSiMn увеличилась до 150 мкм, количество её разветвлений возросло и вместе с тем вдвое сократилась их толщина; длина AlCuFeSi уменьшилась до 30 мкм. Глубина межкристаллитной коррозии в таком сплаве была $516,0 \pm 86,2$ мкм.

Таким образом, постоянное магнитное поле оказывает наиболее сильное влияние на железосодержащие фазы медистого силумина, увеличивая протяжённость AlFeSiMn и сокращая в 3 – 6 раз длину AlCuFeSi. Поскольку самым неблагоприятным элементом для развития коррозии в таких сплавах является Си, то вероятно большая протяжённость фазы AlFeSiMn является препятствием для развития коррозии по наиболее богатым медью включениям CuAl_2 . В результате магнитное поле уменьшает глубину межкристаллитной коррозии сплава при $B = 0,1$ Тл в 2,8 раза и в 1,3 раза при $B = 0,2$ Тл. Перспектива дальнейших исследований заключается в установлении влияния поля на перераспределение элементов между фазами.

УДК 669.017.12/15:621.745.56:537.84

Е. В. Середенко, В. А. Середенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

**ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕЖДУ ФАЗАМИ ЛИТОГО СПЛАВА
ТИПА ВАЛ 10, ЛЕГИРОВАННОГО РЗМ, В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЙСТВИЯ
МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОХЛАЖДАЮЩИЙСЯ И ЗАТВЕРДЕВАЮЩИЙ СПЛАВ**

Повышение свойств сплавов системы Al – Си достигается формированием специальных структур, в том числе за счёт усложнения химсостава. Основные направлениями повышения прочностных свойств включают: увеличение легированности зерна, прежде всего Си (создающей в результате термообработки дисперсную упрочняющую фазу); создание в литой структуре дисперсных алюминидов (с Mn, Ti, Ce, Zr и др.); уменьшение количества фаз, содержащих Fe (они растворяют Си в результате чего она не участвует в упрочнении).

Для влияния на содержание элементов в фазах сплава применяются различные скорости охлаждения, так же в комплексе с внешними воздействиями, в том числе с постоянным магнитным полем. По имеющимся данным действие постоянного магнитного поля с индукцией (B) 9 и 12 Тл на сплав Al с 5,0 % мас. Си (количество примесей $< 0,1$ % мас.), охлаждённого со скоростью $\sim 1,0$ °C/с

привело к увеличению концентрации Cu в зёрнах сплава на расстоянии $\frac{1}{2}$ между их центром и границей. Так же при исследовании сплава Al с 1,5 % мас. Cu, затвердевшего в постоянном магнитном поле, отмечалось увеличение растворимости Cu в Al.

Исследования проводились на сплаве 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, остальное Al, охлаждённого и затвердевшего со скоростью 25 °C/с без и под воздействием магнитного поля (индукция B = 0,1 Тл). Анализ литых структур образцов осуществлялся с помощью микроскопа METAM-P1, содержания элементов в фазах -микроанализатора REMMA – 102.

В литой структуре сплава, полученного как без так и под воздействием поля присутствовали фазы: зёрна α -твёрдого раствора алюминия, эвтектики и включения алюминидов следующих типов: на базе компонентов Al и Ce; Al и Cu; Al и Ti; Al и Fe.

Установлено, что наиболее существенно влияние магнитного поля выразилось в следующем. В зёрнах сплава содержание Cu возросло в 1,5 раза, Pb в 2,4 раза. При B = 0 Тл Zn не обнаруживался, а под влиянием поля его количество составило 0,02 %. Концентрация Sn снизилась в ~3 раза. Под влиянием магнитного поля в центральной зоне алюминида на базе Al и Ce только в одной локальной зоне был выявлен Ti в количестве 0,1 %, в то время как без обработки сплава полем его содержание было 0,14 %. На периферии этих включений содержание Ti снизилось в 4,3 раза. Вследствие такого воздействия поля на Ti в 10 раз возросло число включений на базе Al и Ti, при увеличении этого элемента в них на ~ 1 %. Количество Cu в данных алюминидах увеличилось до 13 раз, La и Sn до 3 раз, а Nd вдвое. Без применения магнитного поля Si во включениях не выявлен. Обработка полем привела к растворению Si в данных интерметаллидах до 0,24 %. В фазе на основе Al и Cu расширился диапазон содержания Cu с 8 – 14 % при B = 0 Тл до 9 -22 % при B = 0,1 Тл, но размер этих включений снизился втрое, а количество вдесятеро. Под воздействием магнитного поля, в образованиях на базе Al и Fe снизилось количество связанной

Cu в 1,6 раза и вместе с тем в 2,8 раза возросло содержание Fe. Суммарная концентрация РЗМ без влияния поля была 15 %, а под его воздействием данные элементы не обнаруживались. В эвтектиках сплава возросло содержание РЗМ и Si до 3 раз, а Cu уменьшилось до 2 раз. Обнаружена тенденция повышения количества Mn и Fe в эвтектиках сплава.

Таким образом, под воздействием магнитного поля увеличивается легированность зёрен Cu, в эвтектических составляющих растёт содержание PЗМ, Mn, Fe и Si. Уменьшается количество связанной меди в железосодержащих интерметаллидах и их число. Так же из этих соединений высвобождаются редкоземельные элементы. Возрастает количество интерметаллидов на базе Al и Ti за счёт обеднения фазы на основе Al и Ce растворённым в ней Ti. Нарастает концентрация Fe в интерметаллидах на базе Al и Fe.

УДК 669.017.12/15:621.745.56:537.84

Е. В. Середенко, В. А. Середенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

УМЕНЬШЕНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ ЛИТОГО СПЛАВА ТИПА ВАЛ 10, ЗАТВЕРДЕВШЕГО ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Литейные сплавы системы Al-Cu благодаря высоким прочностным характеристикам и малой плотности широко используются в авиастроении. Однако из всех групп литейных сплавов они имеют самую низкую коррозионную стойкость вследствие высокого содержания Cu (до 5 % мас.). Повышает склонность таких сплавов к межкристаллитной коррозии неравномерное распределение меди между зёрнами и межзёрненными пространствами. Основное её количество находится в межзёрненном пространстве в виде соединения $CuAl_2$. При этом процесс межкристаллитной коррозии начинается с разрушения Al, входящего в это интерметаллическое соединение. Известно, что на количество фаз, находящихся в межзёрненном пространстве, влияют скорость охлаждения и другие факторы, в том числе постоянное магнитное поле. Имеются отдельные сведения по влиянию постоянного магнитного поля на количество фаз в бинарных сплавах Al (приготовленных из чистых компонентов), наложенного на металл при его охлаждении и затвердевании по сравнению с материалом, не подвергавшемся такому воздействию. В сплаве Al – Si, полученном при действии поля с индукцией (B) от 4 до 12 Тл, происходило увеличение доли фазы на основе алюминия, а в сплаве Al – Cu (B = 12 Тл) уменьшение доли эвтектической составляющей. Так же по существующим отдельным данным, обработка магнитным полем (от 0,1 до 0,7 Тл) композиционных материалов на основе Ni с разным количеством включений Al_2O_3 приводит к улучшению их коррозионной стойкости.