

данных образований сократилась в 6 и 3 раза после обработки сплава полем с индукцией соответственно 0,1 и 0,2 Тл. Фаза AlFeSiMn ($\beta(\text{AlFeSi})$ -фаза, модифицированная Mn), имела в сплаве, полученном при $B = 0$ Тл разветвлённую форму, при $B = 0,1$ Тл преобразовалась следующим образом: более 50 % этих включений располагались по границам зёрен в виде оболочек толщиной до 5 мкм; ~ 30 % отображали переход от разветвлённого вида к оболочковому, остальная часть сохранила прежнюю форму. При увеличении индукции до 0,2 Тл отмечался некоторый рост протяжённости разветвлённой фазы AlFeSiMn .

Сокращение количества составляющих $\alpha + \text{Si} + \text{CuAl}_2 + \text{Mg}_2\text{Si}$ и AlCuFeSi , вероятно, связано с перераспределением компонентов между фазами сплава, в результате чего может повышаться легированность зёрен α -твёрдого раствора алюминия. Данное проявление влияния поля вместе с его модифицирующим воздействием на размер частиц Si и форму включений AlFeSiMn способствовало повышению твёрдости сплава с 61,3 НВ, полученного при $B = 0$ Тл до 78,4 НВ сплава, обработанного полем с индукцией 0,1 Тл и 70,1 НВ для $B = 0,2$ Тл. Такой уровень твёрдости характерен для сплава АК12М2, полученного литьем в кокиль (70 НВ согласно ГОСТ 1583 - 93).

УДК 669.017.12/15:621.745.56:537.84

Е. В. Середенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

МЕЖКРИСТАЛЛИТНАЯ КОРРОЗИЯ МЕДИСТОГО СИЛУМИНА, ОБРАБОТАННОГО МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ И ЗАТВЕРДЕВАНИИ

Литейные высокопрочные медистые силумины широко применяются в современном машиностроении. В перспективе для некоторых деталей они могут заменить чугун. Недостатком данных сплавов является низкая коррозионная стойкость, понижающаяся с ростом содержания Си в сплавах. Количество Си достигает 3 % мас. (ГОСТ 1583-93) и 0,9 – 1,3 % мас. в сплавах, производимых в Германии, США и Японии. Локализованная, особенно межкристаллитная, коррозия является одной из ведущих причин разрушения материала.

Разработки по повышению коррозионной стойкости медистых силуминов ведутся по направлению коррекции их химсостава (изменением количества леги-

рующих, лимитированных ГОСТ – Cu, Ti, Ni, Fe и вводом в легирующий комплекс В, Се, Cr, Pd, Zn и др.). При этом за счёт химсостава добиваются изменения морфологии фаз в литом сплаве. Однако данный метод является чувствительным к точному содержанию компонентов и возможному его негативному влиянию на другие служебные свойства сплавов. Поэтому актуальной является задача повышения коррозионной стойкости сплавов состава, определённого стандартом. Имеются отдельные данные по повышению коррозионной стойкости композиционных материалов ($Ni + Al_2O_3$) для покрытий, синтезированных под воздействием постоянного магнитного поля. Целью данной работы было изучение влияния постоянного магнитного поля на литую структуру и стойкость к межкристаллитной коррозии высокомедистого силумина.

Исследования проводились на сплаве АК12М2. Образцы получались переплавом чушкового металла в печи сопротивления (температура обработки 800 °С, время выдержки расплава 10 мин) с последующей заливкой в алундовые формы, где металл охлаждался и затвердевал со скоростью $\sim 1^\circ\text{C}/\text{с}$ без и под воздействием постоянного магнитного поля с индукцией (В) 0,1 и 0,2 Тл. Отливки разрезались в вертикальном направлении, из них готовились образцы для анализа литой структуры и проведения испытаний на межкристаллитную коррозию согласно ГОСТ 9.021-74.

Анализ структуры сплава (В = 0 Тл) показал, что она состояла из зёрен α -твёрдого раствора алюминия (средний размер зерна 60 мкм), эвтектических составляющих - $\alpha_{\text{AL}} + \text{Si}$ (с игольчатыми и удлинёнными частицами кремния до 90 мкм) и $\alpha_{\text{AL}} + \text{Si} + \text{CuAl}_2$ (с компактной фазой CuAl_2 длиной до 50 мкм), участки $\alpha_{\text{AL}} + \text{Si} + \text{CuAl}_2 + \text{Mg}_2\text{Si}$ протяжённостью до 40 мкм, разветвлённой скелетообразной фазы AlFeSiMn (протяжённостью до 130 мкм) и игольчатых включений интерметаллида AlCuFeSi (длиной до 100 мкм). Глубина межкристаллитной коррозии данного металла составила $672,0 \pm 168,0$ мкм. Наложение постоянного магнитного поля на сплав вызвало наибольшие изменения в морфологии фаз AlFeSiMn и AlCuFeSi . При В = 0,1 Тл более 50 % образований AlFeSiMn трансформировалось в оболочки (толщиной ~ 3 мкм), покрывавшей зёрна сплава, а остальные её включения имели вид, отображающий процесс перехода от скелетообразной к оболочковой форме. Длина игл AlCuFeSi сократилась до 15 мкм. Измельчение фаз способствовало снижению глубины межкристаллитной коррозии до $244,8 \pm 50,5$ мкм по сравнению со сплавом, не обработанным полем. Воздействие на сплав поля с В = 0,2 Тл вызвала следующие изменения в

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