

Согласно данным настоящего экспериментального исследования в интервале температур заливки от 750 до 650 °С в процессе затвердевания опытных отливок формируется дендритная морфология кристаллической структуры α -твердого раствора алюминия. В этих условиях превалирует тенденция повышения междендритной пористости по мере снижения температуры заливки. В результате снижается прочность на разрыв (от 185 до 175 МПа) и особенно величина относительного удлинения сплава в литом состоянии (примерно в 2,4 раза, с 6 % до 2,5 %).

При температуре заливки расплава 630 °С в кристаллической структуре опытных отливок преобладает розеточная морфология кристаллов первичной фазы с частичным присутствием дендритных форм. А уже при температуре заливки 620 °С розеточная морфология кристаллов α -твердого раствора алюминия становится основной в структуре металла опытных отливок. В результате улучшения в этом случае условий фильтрационного питания затвердевающих отливок повышаются как прочностные (до 180 МПа), так и примерно вдвое пластические характеристики литого металла.

Дополнительное приложение сдвиговых нагрузок при гидроциркуляционной обработке жидкого металла в предкристаллизационной температурной области обеспечивает дальнейшее повышение показателей прочности (до 200 МПа) и особенно пластичности сплава АК7ч в литом состоянии (до 6,5%).

УДК 621. 745.56:538.65:536.421.4

В. А. Середенко, Е. В. Середенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ЛИТАЯ СТРУКТУРА СПЛАВА Al-Cu-Fe-Si СФОРМИРОВАННАЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Для повышения свойств сплавов используются различные внешние воздействия, в том числе постоянное магнитное поле. В настоящее время исследования по изучению влияния постоянного магнитного поля на сплавы системы Al-Cu ведутся в основном с использованием чистых компонентов, а сведений по влиянию примесей Fe и Si на структуру сплавов недостаточно.

В работе изучалось влияние слабого постоянного магнитного поля с индукцией (B) 0,1 Тл на фазы сплава Al с 3,5 % Cu и примесями Fe и Si в количестве характерном промышленных сплавов ($\sim 0,2$ %), охлаждённом и затвердевшем со скоростью ~ 1 °C/с, что соответствовало обычным способам литья. В контрольных экспериментах B была равна 0 Тл.

В литой структуре сплава, полученного при $B = 0$ Тл зёрна α – твёрдого раствора алюминия (средний размер ~ 68 мкм) были окружены межзёрнными пространствами, заполненными компактной фазой CuAl_2 с неровностями на поверхности и отдельными несплошностями. Расстояние между границами двух зёрен составляло в среднем 3 мкм, а в стыках нескольких ~ 17 мкм. В межзёрнных пространствах находились игольчатые включения фаз FeAl_3 , $\text{Al}_7\text{Cu}_2\text{Fe}$ и AlCuFeSi , направленные в объём зерна. Их длина в границах между двумя зёрнами и стыках нескольких зёрен достигала соответственно для FeAl_3 7 и 28 мкм, $\text{Al}_7\text{Cu}_2\text{Fe}$ до 7 и 40 мкм, AlCuFeSi до 9 и 14 мкм. В структуре сплава наблюдался один участок $\alpha(\text{AlFeSi})$ -фазы в виде оболочки и занимавшей менее 1 % площади исследованной поверхности шлифов сплава.

По результатам микрорентгеноспектрального анализа сплава определено, что под воздействием поля произошло перераспределение компонентов между зёрнами и межзёрнными пространствами. Содержание Cu в стыках зёрен при $B = 0,1$ Тл уменьшалось в 1,3 раза по сравнению с $B = 0$ Тл, а в границах между двумя зёрнами практически не изменялось. Количество Fe в межзёрнных пространствах сократилось в 2 раза, а Si возросло в $\sim 4,7$ раза под воздействием магнитного поля. В результате изменения концентрации компонентов, в сплаве при $B = 0,1$ Тл в пространстве между двумя зёрнами не обнаружено включений FeAl_3 и AlCuFeSi , а в стыках – AlCuFeSi . Границы зёрен расширились – средние размеры между двумя зёрнами составили 6 мкм и стыков 22 мкм. В фазе CuAl_2 увеличилось количество неровностей и разрывов. Вероятно, это связано с образованием $\beta(\text{AlFeSi})$ -фазы, которая имела компактную форму, в результате влияния на неё магнитного поля, и примыкала к с фазе CuAl_2 . Так же в сплаве возросло количество $\alpha(\text{AlFeSi})$ -фазы – до ~ 20 %. Известно, что фазы $\beta(\text{AlFeSi})$ и $\alpha(\text{AlFeSi})$ содержат меньше Fe, чем FeAl_3 и намного больше Si по сравнению с тем его количеством, которое может растворяться в соединении FeAl_3 . Фаза $\beta(\text{AlFeSi})$ содержит меньше Fe и больше Si, чем то количество, которое может входить в состав соединения AlCuFeSi . Средний размер зерна в сплаве под влиянием поля существенно не изменился (~ 63 мкм). Не изменилась и длина

включений Al_7Cu_2Fe в границах между двумя зёрнами, а в стыках зёрен их максимальные размеры сократились вдвое. Длина наибольших включений $FeAl_3$ в стыках зёрен уменьшилась втрое.

Таким образом, под действием слабого магнитного поля с $B = 0,1$ Тл в структуре сплава Al-Cu-Fe-Si уменьшается количество игольчатых включений на ~ 50 % и сокращается их размер в 2 – 3 раза. В результате уменьшения количества Fe и увеличения Si в межзёренных пространствах под влиянием магнитного поля и его модифицирующего действия на форму $\beta(AlFeSi)$ -фазы вместо игольчатых включений образуются компактные.

УДК 669.131.5:537.84

В. А. Середенко, С. Г. Голубчик

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

СИСТЕМА НИЗКОВОЛЬТНОЙ ЭЛЕКТРОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА В ЛИТЕЙНОМ КОВШЕ

Одним из перспективных методов повышения качества отливок является обработка расплавов электрическим током в разливочном ковше. Эффективность такой обработки во многом зависит от безопасности и экономичности электротехнического оборудования. Наиболее безопасно для персонала использование низковольтного электрооборудования в зоне обработки расплава. Для обработки небольших масс (до 50 кг) чугуна и стали в литейных цехах используется наряду с высоковольтным (>100 В) и низковольтное (до 40 В) оборудование. В нем сетевое напряжение (220 или 380 В с частотой 50 Гц) преобразуется в низковольтное с постоянным либо пульсирующим током небольшой (до 25А) силы [1]. При этом для ввода электротока в железоуглеродистый расплав используются металлические электроды. Обработка больших масс расплавов черных металлов проводится электротоком силой свыше 100 А при напряжениях более 100 В [2]. Размеры ковшей большой емкости намного превосходят ковши малой емкости и для сохранения оптимальных значений плотности электротока в расплаве, а также с учетом значительно выраженного падения величины плотности электротока при его растекании в больших объемах металла, используют электроток с высокой силой (до нескольких тысяч ампер) и электроды значительных диаметров (до 200 мм). Для низковольтной электрото-