

Вторичное модифицирование чугуна, после обработки его магнием, используется вальцелитейными заводами. Порошкообразный ФС75 вводят в воронку после заполнения 1/3-1/4 объема формы. Ввод ФС75 сопровождается его нагревом, фазовыми превращениями, плавлением в интервале температур солидус - ликвидус и нагревом до температуры заливки. При этом в расплавленном чугуне происходит охлаждение в микрообъемах вокруг частиц ФС75.

Используя данные М.И. Гасика о теплофизических свойствах ФС75, рассчитали баланс тепла, обеспечивающий понижение температуры чугуна и замедляющий подплавление наружной твердой оболочки зародыша шаровидного графита, образовавшегося после модифицирования чугуна магнием.

### **Список литературы**

1. Хрычиков В.Е., Меняйло Е.В., Дейнеко Л.Н. Теплофизические процессы образования шаровидного графита в высокопрочном чугуне/ *Металлургическая и горнорудная промышленность.* - 2008. - №2.- С. 36-40.

УДК 669.017.12/15:621.745.56:537.84

**В. А. Середенко, А. В. Косинская, Е. В. Середенко**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

### **МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЗАПЕРИТЕКТИЧЕСКИЙ СПЛАВ Al-Mn-Ti ПРИ ЗАЛИВКЕ В КОКИЛЬ**

Влияние марганца на свойства сплавов связано с образованием в структуре вторичных частиц алюминидов. Марганец входит в группу наиболее распространенных переходных металлов, нашедших применение в промышленных алюминиевых сплавах (Zr, Cr, Ti, Sc). С целью увеличения дисперсности фаз, применяются различные методы модифицирования. Одним из наиболее сильных модификаторов алюминиевых сплавов является титан. Добавки титана положительно влияют на эксплуатационные и технологические свойства сплавов.

Для современной металлургии перспективны физические способы модифицирования, в частности, электромагнитными воздействиями на металлический расплав в периоды его заливки, охлаждения и кристаллизации. Среди этих воздействий, находятся постоянные магнитные поля, применение которых ограничивается вследствие

сложности процессов, происходящих в расплавленных и затвердевающих металлах и лишь частичного раскрытия механизмов такого влияния, особенно для алюминиевых сплавов, которые легированы одновременно двумя переходными металлами.

Целью данной работы было исследование действия постоянного магнитного поля, наложенного на сплав алюминия заперитектического состава с марганцем и титаном в период его заливки, охлаждения и затвердевания на форму, размер включений интерметаллидов и распределение легирующих компонентов между фазами литого сплава.

При проведении экспериментов использовали слабое однородное постоянное горизонтально направленное магнитное поле с индукцией 0,25 Тл. Шихтовыми материалами для получения сплава служили алюминий технической чистоты (А6) и сплавленные лигатуры (Al–Mn с 8,7 мас.% Mn) и (Al–Ti с 3,0 мас.% Ti). Масса полученного сплава составляла 0,11 кг. Содержание легирующих компонентов в сплаве было, % мас.: Mn - 4,6–7,8 и Ti - 0,5; в сплаве присутствовали примеси Fe и Si. Выплавка сплава осуществлялась в печи электросопротивления в графитовых тиглях. Плавка и заливка производилась при температуре 860<sup>0</sup>С. Готовый сплав заливался в графитовые формы (их температура была ~ 20<sup>0</sup>С) без наложения магнитного поля (контрольный сплав) и под воздействием поля. Диаметр полученных отливок составлял 25 мм, высота - 50 мм. Режим заливки расплава характеризовался числами Re (Рейнольдса), а при наличии магнитного поля, так же N (параметром МГД-взаимодействия), Ha (Гартмана), Al (Альфвена) и Pr<sub>m</sub> (магнитным числом Прандтля). Значения данных чисел в начале и конце заливки расплава были соответственно: Re ~ 9000 и 10000; N ~ 1,0 и 2,0; Ha ~ 270 и 340. Величина Pr<sub>m</sub> была на уровне 2,8·10<sup>-6</sup>. Тепловой процесс при заливке расплава описывался числом Pe (Пекле). Его значение изменялось от ~ 130 в начале заливки до ~ 1500 в конце. Охлаждение и затвердевание металла в форме происходило со скоростью ~ 20<sup>0</sup>С/с. Этот процесс на этапе падения температуры металла от температуры заливки до кристаллизации характеризовался числом Fo (Фурье), а период затвердевания - числом Bi (Био). Значения данных чисел были - Fo ~ 2,7; Bi ~ 0,8. Общее содержание компонентов в сплаве и в его фазах определялось методами спектрального и микрорентгеноспектрального анализов.

Установлено, что при обработке сплава Al, легированного Mn и Ti, постоянным магнитным полем в периоды заливки, охлаждения и затвердевания, содержание Mn и Ti увеличилось в α - твёрдом растворе Al, а во включениях интерметаллидов снизилось, но при этом их микротвёрдость возросла. Размеры интерметаллидов сокра-

тились до 9 раз за счёт их разрушения и растворения. Эффекты перераспределения компонентов между фазами и модифицирования включений могут быть связаны с магнитогидродинамическими течениями, возникающими при кристаллизации интерметаллидов в расплаве вследствие взаимодействия магнитного поля и термотока. Повышение микротвёрдости включений предположительно обусловлено уменьшением несовершенств их строения, что отображалось формой и характером окрашивания при травлении.

Таким образом, постоянное магнитное поле, накладываемое на кристаллизующийся расплав, обладает свойствами модификатора, способствует измельчению интерметаллидной фазы, повышению её микротвёрдости, и тем самым управляет структурой алюминиевого сплава и его свойствами. Мелкокристаллические интерметаллиды высокой твердости являются полезными структурными составляющими для повышения жаропрочности материалов.

УДК 669.017.12/15:621.745.56:537.84

**В. А. Середенко, Е. В. Середенко, С. Г. Голубчик**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

### **СТРУКТУРА СПЛАВА АЛЮМИНИЯ ПРИ ЛИТЬЕ В ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ОХЛАДИТЕЛЬ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УТЯЖЕЛЕНИЯ**

Для воздействия на структуру и свойства отливок в металлургии и литейном производстве находит широкое применение обработка жидкого и затвердевающего металла электрическими и магнитными полями. Разрабатываются технологии, основанные на воздействии скрещённых постоянных магнитных и электрических полей, в частности, при литье в жидкометаллическую среду.

В данной работе исследовано влияние взаимоперпендикулярных постоянных электрического и магнитного полей на характер структурообразования сплава Al с 1,5 % масс. Си в режиме электромагнитного утяжеления в жидком охладителе – сплаве Bi-Pb эвтектического состава с температурой плавления 124 °С. Плотность охладителя при температуре ~ 160 °С ~ 10,20 г/см<sup>3</sup>, удельное электросопротивление ~ 125·10<sup>-8</sup> Ом·м. Плотность сплава алюминия при температуре заливки (700 °С) со-