

ляет говорить о том, что свойства опытного металла в твердом состоянии будут выше.

Опытный и серийный металл прошли полный цикл пластической обработки (прессование, волочение). Определены механические свойства готовых изделий - труб размером 6 м х 0,8 мм. Среднее значение σ_B для опытного металла составляет 282 МПа, для серийного - 290 МПа. Среднее значение δ - 51 и 48% соответственно. У металла, прошедшего термовременную обработку, наблюдалось повышение пластических свойств.

Л.Г. Савина

УГТУ-УПИ,

И.П. Семенова

Уфимское моторостроительное
производственное объединение
(УМПО), г. Уфа,

Е.Е. Барышев, А.Г. Тягунов,

Т.К. Костина

УГТУ-УПИ,

С.П. Павличич

УМПО, г. Уфа,

А.А. Ганеев

Уфимский государственный
авиационно-технологический
университет, г. Уфа

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ЖСБу

Важнейшими направлениями в решении задачи повышения эффективности использования металлов и их сплавов в металлургии и литейном производстве являются дальнейшее повышение качества металлопродукции за счет совершенствования существующих и разработки новых прогрессивных технологий.

Значительные резервы повышения качества отливок заложены в возможности активного и целенаправленного формирования их структуры и свойств путем введения в расплавы рационально выбранных модификаторов. Хотя модифицирование потенциально является наиболее эконо-

мичным и высокоэффективным методом воздействия на формирование литой структуры слитков и отливок и придания металлу повышенных технологических и служебных свойств, использование известных технологических приемов пока не позволяет полностью решить задачу стабильного модифицирования. Ввод тугоплавких соединений в расплав, как правило, производится при температурах разливки, т.е. вблизи 1450-1550 °С. Зачастую в структуре отливок наблюдаются скопления модификатора, приводящие к снижению служебных свойств изделий. Степень усвоения модификатора связана, по-видимому, с состоянием расплава.

Доступным и достаточно эффективным методом формирования равновесной структуры расплава является тепловое воздействие. Температурный режим выплавки сплавов, основанный на исследовании их физико-химических свойств в жидком состоянии и обеспечивающий формирование оптимальной и равновесной в данных условиях структуры расплава, получил в авиационной промышленности название высокотемпературной обработки расплава (ВТОР). ВТОР включает нагрев металла до критических температур, его выдержку в течение определенного времени, охлаждение до температур выпуска или разливки, выдержку металла вблизи температур разливки.

Таким образом, модифицирование и высокотемпературная обработка расплава приводят к улучшению структуры и свойств материала. В данной работе изучено комплексное влияние условий выплавки: подготовки расплава и модифицирования на структуру и свойства сплава ЖСбу.

Для решения этой цели проведены опытные плавки, отличающиеся максимальной температурой нагрева расплава и вводом модификатора.

Исследована структура литых образцов, проведен дифференциальный термический анализ.

Данные ДТА показывают, что условия выплавки влияют на температуры фазовых превращений. Анализ ДТА-кривой образца сплава ЖСбу позволил выделить температуру полного растворения вторичной γ' -фазы (температура сольвуса), температуру солидус, температуру ликвидус.

Установлено, что наиболее существенно изменяются температуры фазовых переходов в сплаве, прошедшем высокотемпературную обработку расплава перед вводом модификатора: температура сольвуса и температура солидус повысились по сравнению с серийной плавкой на 30°. При этом температура ликвидус не изменилась. Необходимо отметить, что температурный интервал $t_{\text{solv}}-t_{\text{s}}$ по сравнению с серийной плавкой

практически не изменился, а интервал кристаллизации t_1-t_s заметно понижился.

Металлографический анализ изученных образцов литейного жаропрочного сплава ЖСбу показал, что все они имеют однотипную структуру. Кристаллизация металла начинается с выделения дендритов γ -твердого раствора. На последних стадиях кристаллизации в междендритном пространстве выделяются колонии карбидов эвтектического происхождения и эвтектика ($\gamma+\gamma'$). При последующем охлаждении γ -твердый раствор оказывается пересыщенным по легирующим элементам и при некоторой температуре (t_{solv}) из него начинают выделяться частицы вторичной γ' -фазы.

Установлено, что наиболее сильное влияние условия выплавки оказывают на размеры, количество и морфологию карбидов. В образце, выплавленном по стандартной технологии, карбидные колонии имеют морфологию типа "китайский шрифт". Ввод модификатора в сплав, подвергнутый ВТОР, привел к существенному изменению морфологии карбидов. Выделяются только глобулярные частицы, однородные по размерам, в меньшем количестве карбидные колонии полностью отсутствуют. Формирование благоприятной структуры сопровождается повышением механических свойств материала.

Таким образом, для формирования оптимальной структуры и свойств литого металла предложена комплексная обработка расплава, включающая высокотемпературную обработку расплава и последующий ввод модификатора.

С. В. Анахов, С. И. Фоминых
УГТУ-УПИ

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕПЛОГО ИСТОЧНИКА В ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМЕННО-ДУГОВОГО ПЕРЕПЛАВА АНТИФРИКЦИОННЫХ ЛАТУНЕЙ И ТЕРМООБРАБОТКИ СТАЛЕЙ НА СТРУКТУРУ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Плазменно-дуговой переплав поверхности металла производится за счет быстрого перемещения относительно нее источника концентрированной тепловой энергии (плазмотрона, электродуговой горелки). При этом возможны различные типы перемещения пятна тепловложения по поверхности термообработки, задаваемые как непосредственно движущимся источником дуги, так и за счет магнитоэлектрического управления ду-