

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  $\gamma$ -твердого раствора. На последних стадиях кристаллизации в междендритном пространстве выделяются колонии карбидов эвтектического происхождения и эвтектика ( $\gamma+\gamma'$ ). При последующем охлаждении  $\gamma$ -твердый раствор оказывается пересыщенным по легирующим элементам и при некоторой температуре ( $t_{\text{solv}}$ ) из него начинают выделяться частицы вторичной  $\gamma'$ -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-

гой (сканирование поверхности). В процессе работы исследовались следующие типы перемещения:

- 1) движение с постоянной скоростью без сканирования;
- 2) синусоидальное сканирование в поперечном относительно движущегося источника направлении;
- 3) пилообразное сканирование;
- 4) термообработка плоско-поперечным тепловым пятном.

В процессе моделирования теплофизических процессов термообработки было показано, что использование эффектов сканирования позволяет повысить производительность процесса и вести его в удобных технологических режимах, управляя скоростями нагрева и охлаждения; появляется возможность снизить уровень конечных напряжений и дефектность структуры, избежать эффектов растрескивания и прочих негативных факторов. При этом амплитудно-частотный анализ эффектов сканирования выявил сложный периодический характер процессов нагрева-охлаждения с экстремумами температуры в цикле.

Для средне- и высокоуглеродистых сталей вероятно образование при этом структурной неоднородности по глубине, вызванной многократными колебаниями температуры с высокими скоростями нагрева и охлаждения в области от  $A_{c1}$  до  $A_{c3}$  (10-15 циклов при частотах  $> 50$  Гц и 2-5 при частотах 5-10 Гц). Приповерхностный слой приобретает при этом мелкодисперсную структуру с высокой твердостью и повышенной пластичностью. Вместе с тем, возможно появление структурной неоднородности по ширине зоны термообработки (по краям и по оси термической зоны).

Эффекты неравномерности существенно снижаются в случае линеаризации скорости сканирования, использовании пилообразного сканирования и термообработки широкой горелкой. Вариации частотой сканирования позволяют улучшить равномерность зоны обработки при частотах 50-100 Гц и получить особые защитные свойства приповерхностного слоя при частотах  $< 5$  Гц (синусоидальное) и  $< 10-15$  Гц (пилообразное сканирование) в случае отпуска термообработанного слоя (для материалов типа 30 ХГСА, У8А).

Таким образом, в процессе плазменно-дугового переплава антифрикционных латуней и чугунов, термообработки сталей технологические режимы процесса позволяют в результате получить:

- а) модифицированную структуру поверхностного слоя при обработ-

ке цветных и легированных металлов с заданными параметрами интерметаллических соединений;

б) структуру тонкого закаленного поверхностного слоя с заданными характеристиками микротвердости поверхности (50-62 HRC) при обработке средне- и высокоуглеродистых сталей;

в) разупрочненный поверхностный слой в случае обработки изделий, претерпевших фазовый наклеп и структурные превращения в процессе эксплуатации.

С. А. Тютюков

УГППУ,

Е. И. Арвамасцев

АО "Уральский институт металлов"

(АО " УИМ"),

С. Г. Братчиков

УГТУ-УПИ,

Ю. Ф. Гоголев

Научно-исследовательский институт

металлургической теплотехники

(г. Екатеринбург),

Л. Н. Манаева, В. И. Малкиман

Уральский научно-исследовательский

институт химии,

Я. Ш. Школьник

АО "УИМ",

А. П. Агальцев

АО "Святогор" (г. Красноуральск)

#### ДЕСУЛЬФУРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ С ЦЕЛЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ПЛАВКЕ В ДУГОВЫХ ПЕЧАХ

Одним из возможных направлений утилизации отработанных ванадийсодержащих катализаторов сернокислотного производства (ОВКСП) и других отходов производства является пирометаллургическая переработка, включающая стадию десульфурации, в том числе твердофазной.

Исследование процесса десульфурации в ОВКСП проводилось стандартными методами изотермической и неизотермической гравиметрии в