

Переменными величинами являлись: наружный радиус отливки и ее толщина, коэффициент теплопередачи через слой кокильной краски, высота бандажа и прибыльной части отливки, коэффициент теплоаккумуляции материала прибыльной надставки.

Получены регрессионные выражения, описывающие изменение относительного объема усадочной раковины в процессе ее формирования, а также окончательный ее объем; снижение уровня зеркала металла; изменение вертикальной и горизонтальной координат термического узла отливки.

Анализ полученных уравнений регрессии показал наибольшую зависимость формирования усадочной раковины от следующих технологических параметров: толщина стенки отливки, коэффициент теплоаккумуляции материала прибыльной надставки и высоты прибыльной части отливки.

На основании регрессионного выражения, соответствующего вертикальной координате термического узла отливки, получена формула для определения оптимальной высоты прибыльной части при заданном коэффициенте запаса металла.

Удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных промышленных данных свидетельствует о возможности применения полученных уравнений для определения оптимальных параметров технологического процесса изготовления литых заготовок бандажей прокатных валков из заэвтектоидной стали 150ХНМ.

Б.С. Чуркин, В.В. Ушенин,
А.Г. Панчук, Э.Б. Гофман
УГПУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ОТЛИВКИ

Изготовление отливок ответственного назначения связано с выполнением ряда требований по их структуре, которая в значительной мере определяет эксплуатационные характеристики готового изделия. Зависимость структуры литой заготовки от кинетики ее затвердевания позволяет в определенной степени управлять структурообразованием отливки путем регулирования тепловых условий ее охлаждения. Об-

ластью активного влияния теплоотвода на процесс затвердевания являются поверхностные слои отливки.

Проведено математическое моделирование затвердевания поверхностных слоев в металлической форме с учетом образования на границе между отливкой и формой газового зазора, а также конвективного движения расплава в подвижной области отливки. Расчеты выполнялись для крупной полый цилиндрической отливки применительно к изготовлению бандажей прокатных валков из заэвтектоидной стали.

Известно, что литая структура, в частности средний размер литого зерна, сталей, обладающих широким интервалом кристаллизации, определяется скоростью охлаждения расплава при его затвердевании $v_{\text{охл}}$. В связи с этим результатом расчетов являлась регрессионная зависимость, позволяющая оценить степень влияния технологических факторов на скорость охлаждения расплава при его затвердевании в поверхностных слоях отливки, а также определить распределение величины указанной скорости по глубине слоев и их протяженности. Математическое выражение зависимости $v_{\text{охл}}$ от расстояния до поверхности отливки δ_n имеет следующий вид:

$$v_{\text{охл}} = 1 / (a_0 + a_1 \cdot \delta_n),$$

где a_0 и a_1 - коэффициенты уравнения, зависящие от кодируемых значений факторов планируемого эксперимента.

Существенное влияние на скорость охлаждения поверхностных слоев отливки при их затвердевании оказывают коэффициент теплопередачи через слой краски и расстояние от верха отливки до ее расчетного уровня. Их рост в пределах изменения уровней факторов планируемого эксперимента вызывает существенное повышение скорости охлаждения расплава, что свидетельствует о значительном влиянии на структуру рабочего слоя отливки таких технологических параметров, как толщина слоя краски и ее теплофизические характеристики, а также высота литой заготовки.

Для прогнозирования литой структуры в рабочих слоях заготовки прокатного вала необходимо использовать зависимость средней величины литого зерна от $v_{\text{охл}}$, полученную экспериментально в лабораторных условиях.

Результаты расчетов могут быть использованы для определения значений технологических параметров изготовления стальных литых за-

готовок бандажей прокатных валков, обеспечивающих заданный размер литого зерна в поверхностных слоях отливок.

В.В. Ушенин, В.С. Чуркин,
А.Г. Панчук, Э.Б. Гофман
УГППУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СТРУКТУРЫ СПЛАВА ОТ УСЛОВИЙ ЕГО ЗАТВЕРДЕВАНИЯ

Исследование зависимости величины литого зерна от скорости охлаждения расплава при его затвердевании проводилось в лабораторных условиях. В качестве исследуемого материала применялась заавтектоидная сталь 150ХНМ, которая используется для изготовления прокатных валков и их бандажей на некоторых отечественных заводах.

Эксперимент проводился в следующем порядке. Навеска из исследуемого материала помещалась в цилиндрический алундовый тигель, внутренний диаметр и высота которого соответственно равны 0,01 м и 0,05 м, толщина стенки 1 мм. Для предотвращения растрескивания тигля от резкого перепада температур, а также с целью создания необходимых условий теплообмена навеска с тиглем вставлялась в графитовый стакан с завором, который заполнялся порошком из огнеупорного материала. В качестве огнеупорного материала применялись окись циркония или графит, в зависимости от требуемых условий теплообмена.

После установки тигля в печь нагрева проводили расплавление навески и закрывание стакана с тиглем графитовой крышкой с вольфрамово-рениевой термопарой. Рабочий спай термопары для увеличения срока службы обмазывался силиманитом на жидком стекле (корунд - 72%, маршалит - 28%). После прогрева крышки и достижения необходимого перегрева расплава стакан с тиглем извлекался из печи нагрева и устанавливался в печь охлаждения, температура в которой поддерживалась на заданном постоянном уровне до затвердевания навески. Дальнейшее охлаждение образца проводилось вместе с выключенной печью. На протяжении всего охлаждения показания термопары фиксировались на ленте потенциометра, по которой определялась скорость охлаждения расплава при его затвердевании.

Учитывая наличие у стали 150ХНМ широкого интервала кристалли-