

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ СТАЛЬНЫХ СЛИТКОВ И КРУПНЫХ ОТЛИВОК

Для улучшения качества структуры литого и деформированного металла необходимо разрабатывать рациональные тепловые режимы формирования слитков спокойной и кипящей стали. Чтобы получить более однородную структуру слитков и крупных отливок с высокими механическими свойствами литого металла необходимо интенсифицировать процесс их затвердевания.

В период формирования структурных зон слитков и отливок выделяется: 1) теплота перегрева расплава в их жидкой сердцевине; 2) скрытая теплота кристаллизации стали в зоне двухфазного состояния; 3) физическая теплота, теряемая корочкой затвердевшего металла. Интенсификация внешнего теплоотвода от жидкой сердцевины, двухфазной зоны и твердой корочки стального слитка в чугунную изложницу и от стальной отливки в песчаную форму усиливает неравномерное распределение температуры по их толщине.

К теплофизическим параметрам управления кристаллической структурой литого металла, которая формируется в двухфазной зоне слитков и отливок, относятся [1-4]: градиент температуры ($^{\circ}\text{C}/\text{мм}$), скорость охлаждения ($^{\circ}\text{C}/\text{мин}$) и скорость затвердевания ($\text{мм}/\text{мин}$). В поверхностных слоях слитка или отливки эти параметры достигают максимальных значений, которые уменьшаются по величине при продвижении фронта затвердевания вглубь литой заготовки.

По данным температурных измерений [1] градиент температуры (тангенс угла наклона касательной к кривой распределения температуры по толщине слитка или отливки в точке пересечения с температурой солидуса стали) снижается от максимальных значений в их наружных слоях до минимальных значений в их тепловом центре. Это согласуется [3] с результатами расчета на ЭВМ нестационарных температурных полей в системе слиток-изложница.

На фронте затвердевания слитка или отливки скорость охлаждения (тангенс угла наклона касательной к кривой охлаждения в точке ее пересечения с температурой солидуса стали) и градиент температуры взаимосвязаны. Скорость затвердевания можно определять [4], как отношение скорости охлажде-

ния к градиенту температуры на фронте затвердевания (фронт солидус), который продвигается вглубь слитка или отливки от их поверхности.

Для интенсификации процесса затвердевания слитков и отливок в период образования их кристаллической структуры может быть полезным:

1) создание плотного теплового контакта слитка с изложницей или отливки с кокилем заливкой легкоплавкого сплава в газовый зазор между ними;

2) принудительное охлаждение поверхности слитка (отливки) и рабочей поверхности изложницы (кокиля) продувкой воздуха через газовый зазор;

3) стрипперование неполностью затвердевшего слитка для естественного охлаждения его поверхности или обдува этой поверхности холодным воздухом;

4) снятие начального перегрева расплава введением в жидкий металл слитка или отливки дробин-микрохолодильников или порошковой проволоки;

5) вынужденное перемешивание расплава с микрохолодильниками при наложении внешних воздействий на жидкий и кристаллизующийся металл.

Регулируя процесс теплоотвода от слитка или крупной отливки через стенки изложницы или формы в окружающую среду и процесс внутреннего теплоотвода от жидкой и кристаллизующейся стали к расплавляющимся дробинкам, можно управлять протяженностью структурных зон литого металла (зоны мелких равноосных дендритов, зоны столбчатых дендритов, переходной зоны глобулярных дендритов и зоны крупных равноосных дендритов).

Список литературы

1. *Ефимов В. А.* Разливка и кристаллизация стали. – М.: Металлургия, 1976. – 552 с.

2. *Вайнгард У.* Введение в физику кристаллизации металлов. – М.: Мир, 1967. – 172 с.

3. *Мамишев В. А., Соколовская Л. А.* О прогнозировании градиентов температуры в поверхностных и внутренних слоях затвердевающей заготовки методом вычислительного эксперимента на ЭВМ // Состояние и перспективы развития биметаллического и многослойного литья / Сб. науч. тр. – К.: Ин-т проблем литья АН УССР, 1991. – С. 119-122.

4. *Мамишев В. А., Шинский О. И., Соколовская Л. А.* Системный анализ процесса затвердевания литых заготовок разной массы и назначения // Процессы литья. – 2010. – № 1. – С. 20-24.