

ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА НА КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ОБРАЗОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ В ТОНКОЙ ОТЛИВКЕ

При контакте расплава с подвижной стенкой кристаллизатора формируется тонкая непрерывная отливка. Ее микроструктура, состояние обеих поверхностей, прочностные характеристики во многом зависят от того, с какой интенсивностью протекает процесс теплообмена между расплавом и кристаллизатором.

Основная часть термического сопротивления на пути теплового потока к кристаллизатору приходится на зазор, образуемый между поверхностью жидкого металла и гребешками микронеровностей. Из-за поверхностного натяжения жидкость не проникает в мельчайшие углубления, в силу чего отсутствуют условия для идеального контакта.

Толщина зазора, т.е. средняя высота микронеровностей, определяется чистотой механической обработки. Большое влияние оказывает и теплопроводность вещества, находящегося в зазоре или на поверхности металлической формы.

Приближенно коэффициент теплопередачи от отливки к кристаллизатору можно найти из выражения

$$\alpha = \frac{2\lambda_{\text{заз}}}{R_z} \text{ Вт/м}^2 \text{ К,}$$

где $\lambda_{\text{заз}}$ — теплопроводность вещества в зазоре; R_z — высота неровностей.

Если зазор заполнен воздухом, то в зависимости от чистоты обработки поверхности коэффициент теплопередачи меняется от 5000 до 32 000 Вт/м²К. Формирование отливки в условиях высокой интенсивности теплообмена ($\alpha = 30000$ Вт/м²·К) сопровождается явлением горячеломкости [1].

Структура непрерывной ленты, полученной в этих условиях, представляет собой столбчатые кристаллы, пронизывающие все сечение. Поверхность, образованная фронтом затвердевания, покрыта буграми. Развитие транскристаллизации приводит к тому, что тонкая отливка имеет неодинаковые свойства в различных местах и растрескивается (рис. 1).

Затвердевание ленты при низкой интенсивности теплопередачи ($\alpha = 5000-6000$ Вт/м²·К) также неблагоприятно сказывается на качестве литой заготовки. Она намораживается слишком тонкой, а в некоторых случаях может подплавляться в отдельных местах.



Рис. 1

Приемлемая по качеству лента получена при создании интенсивности теплообмена, достигающей $14000-16000 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Такие условия возникают, если предварительно обточенный кристаллизатор из сплава АЛ9 обработать шлифовальной шкуркой средней зернистости.

Микроструктура тонкой отливки характеризуется более мелкими зёрнами вытянутой формы.

Кроме регулирования интенсивности теплообмена между расплавом и кристаллизатором по величине, необходимо стремиться к равномерности условий теплообмена по всей поверхности валкового кристаллизатора. Недопустимы задиры на поверхности валка и наличие пор.

Применение разделяющих покрытий увеличивает термическое сопротивление зазора. Для получения качественной ленты необходимо, чтобы покрытие распределялось равномерно по всей поверхности валка.

Скопление смазки на кристаллизаторе к намораживанию ленты с дефектами (рис. 2), которые при дальнейшей прокатке развиваются в разрывы.



Рис. 2

Л и т е р а т у р а

1. Корольков А.М. Усадочные явления в сплавах и образование трещин при затвердевании. М., АН СССР, 1957.

Р.И. Есьман

РАСЧЕТ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

В работе предлагается аналитическое решение дифференциального уравнения теплопроводности, описывающего процесс распространения тепла в стенке металлической формы (кокиля, пресс-формы для литья под давлением, кристаллизатора и т.п.) при несимметричных условиях охлаждения ее внешней поверхности.

В предположении, что температурное поле является одномерным, дифференциальное уравнение теплопроводности имеет вид:

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2} \quad (0 \leq x \leq 1). \quad (1)$$

Граничные условия запишутся:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=1} = -q(x,t); \quad (2)$$