

Методика расчета допустимой скорости непрерывной разливки углеродистых сталей в зависимости от химического состава

Кабишов С.М., Малькевич Н.Г.

Белорусский национальный технический университет

Для оперативной оценки толщины затвердевшей корочки в различные моменты кристаллизации слитка чаще всего пользуются известным законом «квадратного корня»:

$$\delta = K\sqrt{\tau}, \quad (1)$$

где K – константа затвердевания, м/с^{0,5}; τ – время, с.

Согласно информации [1] при затвердевании в условиях современных МНЛЗ $K=0,0035-0,0048$ м/с^{0,5}. В работах [1, 2 и др.], где используется данная зависимость, не указано, какое значение следует принимать в том или ином случае. Опыт непрерывной разливки показывает, что константа кристаллизации существенно зависит от величины интервала кристаллизации сплава и условий охлаждения. Путем решения балансового уравнения энергии для заготовки, затвердевающей в условиях машины непрерывного литья, нами была получена следующая зависимость:

$$K = \frac{(a+b) \cdot \sum_{i=1}^n [\alpha_i \cdot l_i \cdot (\overline{T_{sur,i}} - T_{cool,i})]}{\sqrt{\tau_{cr}} \cdot v_c \cdot \rho \cdot b \cdot [c_0 (T_{liq} + \Delta T) - c_{out} (T_{sol} - (T_{sol} - T_{sur,out})/3) + L]}, \quad (2)$$

где a и b – размеры сечения разливаемой заготовки, м; α_i – коэффициент теплоотдачи (Вт/(м²·К) в i -ой зоне охлаждения, $\overline{T_{sur,i}}$, $T_{cool,i}$ – средняя температура поверхности и температура охлаждающей среды соответственно; l_i – длина i -ой зоны охлаждения, м; n – количество зон охлаждения; ρ – плотность стали, кг/м³; τ_{cr} – время полного затвердевания заготовки, с; v_c – скорость разливки, м/с; c_0 и c_{out} – теплоемкость металла в момент завершения кристаллизации при средней температуре в сечении заготовки, Дж/(кг·К); L – удельная теплота кристаллизации, Дж/кг.

В полученной зависимости (2) в явном виде присутствуют основные технологические параметры разливки (условия охлаждения, скорость разливки), размеры сечения заготовки и зон охлаждения, а также теплофизические характеристики разливаемой стали.

Литература

1. Смирнов, А.Н. Непрерывная разливка стали /Смирнов А.Н., Куберский С.В., Штепан Е.В.// ДонНТУ. –2011. – 482 с.
2. Самойлович, Ю.А. Стальной слиток. Т. 1. / Самойлович Ю.А [и др.]// Мн.: Беларуская навука, – 2000. – 583 с.