

ОСОБЕННОСТИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ МЕДИ НА РОТОРНОЙ МНЛЗ

Разливка меди на сортовые непрерывнолитые заготовки имеет целый ряд особенностей, что в ряде случаев и определяет их качество. Одной из таких особенностей является появления внутренних трещин при разгибе заготовки, а также образования пористости в осевой зоне заготовки в процессе затвердевания.

Образование внутренней пористости следует связывать с затрудненными условиями питания жидкой зоны заготовки на конечной стадии затвердевания, где вязкость расплава значительно увеличивается, а растущие дендриты препятствуют продвижению жидкости. Это может приводить к появлению осевой усадочной пористости, отрицательно влияющей на качество металлопродукции.

Таким образом, моделирование условий затвердевания заготовки представляется важной задачей, поскольку позволит рассчитывать положение зоны окончания жидкой фазы.

Теплофизические процессы в системе «колесо – заготовка - лента» включают перенос (перераспределение) тепловой энергии между данными элементами и окружающей средой в определенный промежуток времени, а также выделение тепла непосредственно при кристаллизации меди (рис.1).

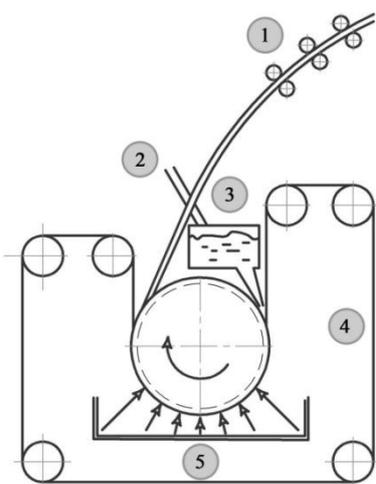


Рис.1. Принципиальная схема разливки меди на колесо: 1 – получаемый брусок; 2 – подача меди от ковша; 3 – промежуточный ковш; 4 – стальная лента; 5 – зона водяного охлаждения

В качестве рассматриваемой исследуемой области выбираем поперечное сечение в плоскости, перпендикулярной окружности колеса. Расчетная область включает в себя точки, принадлежащие колесу и отливаемой заготовке (рис.2).

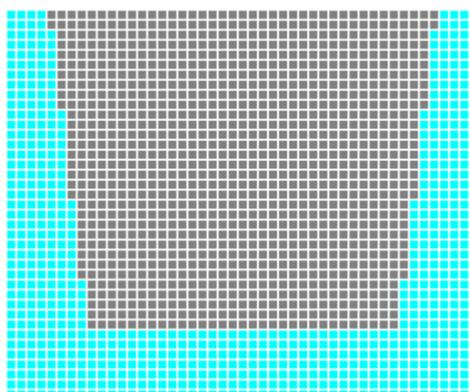


Рис.2. Схема расчетной области для математической модели

Моделирование процессов формирования заготовки выполнено на базе основных законов теплофизики многофазных сред. После расчета распределений температурного поля и доли твердой фазы в заданных сечениях заготовки (начиная от мениска) определяются геометрические размеры затвердевшей части и приходящееся на нее количество элементарных слоев по толщине и по ширине заготовки.

Теплоперенос в медной заготовке описывается следующим уравнением:

$$\rho_3 C_{3эф} \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_3 \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda_3 \frac{\partial T}{\partial r} \right),$$

где T – температура в рассматриваемой точке, °С;

x – координата по оси в направлении толщины колеса, м;

r – координата по оси в направлении радиуса колеса, м;

τ – время от момента заливки расплава в кристаллизатор, с;

ρ_3 – плотность материала бруска, кг/м³;

λ_3 – теплопроводность материала бруска, Дж/(м·К·с);

$C_{3эф}$ – эффективный коэффициент теплоемкости

Математическая модель дополняется системой граничных условий, необходимых для решения поставленной задачи. В начальный момент времени задаются постоянные поля температуры по всему рабочему сечению.

Таким образом, разработанная математическая модель позволяет имитировать затвердевание медной заготовки на колесе. Важнейшим элементом моделирования является определение положения жидкой фазы на конечной стадии затвердевания. Фактически эта информация позволяет оптимизировать качество заготовки. Для обеспечения качества заготовки (в том числе внутренних объемов) в процессе разлива меди на колесо необходимо строго соблюдать совокупность таких неразрывно связанных между собой технологических параметров литья как: скорость движения заготовки, профиль кристаллизатора, температура разливаемой меди, которые учитывают особенности формирования твердой корочки в условиях используемого колеса. Целесообразно осуществлять контроль профиля рабочей полости колеса и определить допустимые отклонения в износе профиля. При этом отклонение от номинальных параметров литья может привести к неравномерному контакту затвердевающей корочки со стенкой колеса, что может стать причиной возникновения дефектов геометрической формы заготовки.