

толщина затвердевшей корки соответственно в сечениях $i, i+1$; c – удельная теплоемкость твердого металла; λ – коэффициент теплопроводности.

Сравнение экспериментальных, полученных с помощью серных отпечатков, и расчетных данных показало, что расчетная формула вполне удовлетворительно описывает кинетику затвердевания отливки при несимметричном подводе металла в полость кристаллизатора.

УДК 621.762:669-158.81

А.С. КАЛИНИЧЕНКО, Ю.А. ЛОСЮК,
Н.П. ЖВАВЫЙ, кандидаты техн. наук, М.А. АНТОНЕВИЧ (БПИ)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕНТ ИЗ МАГНИЯ

Известно, что сплавы на основе магния характеризуются большой жесткостью, что вызывает определенные трудности при прокатке тонких лент из слитков.

В связи с этим была поставлена задача изучить возможность получения лент из магния методом непрерывного литья на вращающийся валок и установить зависимости между основными технологическими параметрами процесса.

Одна из сложностей задачи заключается в том, что магний и сплавы на его основе отличаются большой склонностью к окислению. Чтобы подавить горение перегретого металла, при плавлении применялся флюс Ви-2. В процессе литья магния на водоохлаждаемый валок в зоне разлива расплава, кристаллизации и охлаждения ленты создавалась защитная среда. Кроме того, особенностью разлива является необходимость поддерживать в течение процесса небольшой перегрев расплава.

Анализ процесса литья лент на вращающийся валок показывает, что определяющими параметрами процесса являются толщина ленты; термическое сопротивление на границе "поверхность валка – расплав"; скорость движения ленты; высота уровня расплава, в пределах которой формируется лента; температура заливки.

Эти величины принимались во внимание при обработке экспериментальных и теоретических данных. В результате получено регрессионное уравнение, связывающее толщину магниевой ленты ($X, \text{м}$) с основными параметрами технологического процесса литья:

$$X = \exp(8,3872 - 1,33 \cdot 10^{-4} a_1 - 4,291w + 1,55H - 0,0063 T_{\text{зал}}),$$

где a_1 – коэффициент теплоотдачи от расплава к валку, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; w – скорость движения ленты, $\text{м}/\text{с}$; H – высота уровня расплава, м ; $T_{\text{зал}}$ – температура заливки, К .

На основе анализа экспериментальных данных и с использованием приведенного уравнения построена номограмма для определения толщины магниевой ленты (рис. 1).

Из номограммы видно, что при получении ленты толщиной 2 мм с

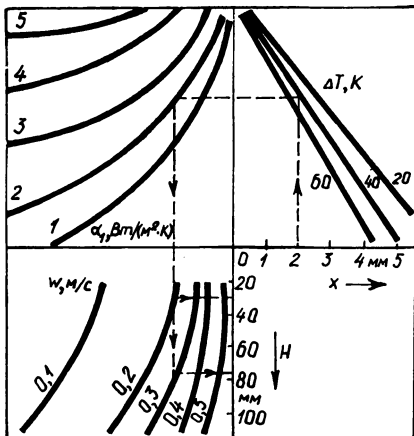


Рис. 1. Номограмма для определения толщины ленты из магниевого сплава:

1 - $\alpha_1 = 20\,000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; 2 - $15\,000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; 3 - $10\,000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; 4 - $6500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; 5 - $5000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

перегревом расплава 40 К и при коэффициенте теплоотдачи $\alpha_1 = 15\,000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ требуется соблюдать соотношение между скоростью литья и высотой уровня расплава. Для скорости $0,2 \text{ м}/\text{с}$ высота должна быть 30 мм , а для $0,3 \text{ м}/\text{с}$ - 75 мм . Данная схема подвода расплава требует модернизации при получении лент толщиной свыше 4 мм . При том же перегреве и интенсивности теплоотдачи скорость литья должна быть не выше $0,1 \text{ м}/\text{с}$ (соответствующая высота - 80 мм). При литье со скоростью выше $0,1 \text{ м}/\text{с}$ требуется значительно увеличить зону контакта ленты с расплавом, что ведет к нестабильности процесса вследствие неустойчивого теплового режима.

Таким образом, проводимый математический анализ дает возможность определить оптимальные технологические параметры получения лент заданной толщины из магниевого сплава.

УДК 621.74

Р.И. ЕСЬМАН, Н.П. ЖМАКИН, кандидаты техн. наук,
Д.Г. РУСЕВ, Ю.П. ЯРМОЛЬЧИК (БПИ)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАСЧЕТАХ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОТЛИВОК

Математическая модель процесса затвердевания сложной отливки в несимметричных условиях теплообмена включает систему дифференциальных уравнений нестационарной теплопроводности с теплофизическими свойствами, зависящими от температуры. Для решения задач затвердевания должны быть решены пять дифференциальных уравнений типа

$$c_i(T)\rho_i(T) \frac{\partial T_i(r, t, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r} \left\{ \frac{\partial}{\partial r} \left[\lambda(T)r \frac{\partial T_i(r, t, \tau)}{\partial r} \right] + \right.$$