

где $\theta_n = \theta$ при $X = 1$, $\Delta T_{\text{пер}} = T_{\text{зал}} - T_{\text{кр}}$.

Интегрирование выражения (4) в пределах от $t = 0$ до $t = t_n$ (t_n -- время намораживания) дает формулу для вычисления толщины ленты

$$\xi = \left[\frac{\lambda_3}{\delta_3} X_2^2 (T_{\text{кр}} - T_0) \int_0^{F_0} \theta_n dF_0 - \frac{t_n a \Delta T_{\text{пер}}}{c} \right] \frac{1}{\rho r} \quad (5)$$

где a -- коэффициент температуропроводности материала кристаллизатора, $\text{м}^2/\text{с}$.

На рис. 1 и 2 изображены графики для определения безразмерной температуры θ_n и величины $\int_0^{F_0} \theta_n dF_0$.

Резюме. Используя формулы (4) и (5) совместно с предлагаемым графическим материалом, можно легко рассчитать такие важные характеристики процесса намораживания, как толщину намораживаемой ленты, скорость роста корочки, температуру рабочей поверхности кристаллизатора.

Л и т е р а т у р а

1. Лосюк Ю.А., Никитин А.В. Определение толщины ленты, намораживаемой на вращающийся кристаллизатор. -- В сб.: Металлургия, вып. 9. Минск, 1976.

УДК 621.746.6

А.С. Калинин, Ю.А. Лосюк, канд.техн.наук, А.В. Никитин

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ ВАННЫ РАСПЛАВА И ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАЛИВКИ НА ТОЛЩИНУ И КАЧЕСТВО ЛЕНТЫ

Предварительный анализ имеющихся опытных данных показал, что для устойчивого процесса получения алюминиевой ленты толщиной 3 мм необходимо увеличить зону намораживания, т.е. поднять уровень расплава в литниковой коробке. Это объясняется тем, что при небольшой высоте ванны расплава для получения ленты толщиной 3 мм необходимо снижать скорость литья. Снижение скорости разливки нежелательно, поскольку падает производительность агрегата. Соответственно

уменьшается количество вновь поступающего горячего расплава, что приводит к снижению температуры объема расплава в литниковой коробке и ухудшению качества внешней поверхности. На рис. 1 показана зависимость толщины ленты от высоты уровня расплава в литниковой коробке H для температуры заливки $T = 700^{\circ}\text{C}$ и скорости литья $W = 0,18 \text{ м/с}$. Непрямопропорциональное увеличение толщины ленты в зависимости от высоты ванны объясняется замедлением скорости роста корочки вследствие уменьшения теплового потока от корочки к кристаллизатору.

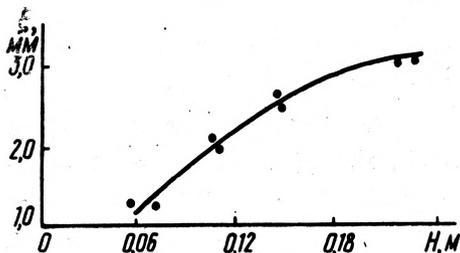


Рис. 1. Зависимость толщины ленты от высоты уровня расплава в литниковой коробке.

Поскольку внешняя поверхность ленты формируется в условиях обильного питания со стороны расплава, то тепловое воздействие последнего оказывает большое влияние на качество внешней поверхности ленты. Разливка с малыми перегревами способствует образованию более мелкозернистой структуры; при этом однако повышается опасность застывания металла в литниковом канале. Понижение температуры заливки приводит

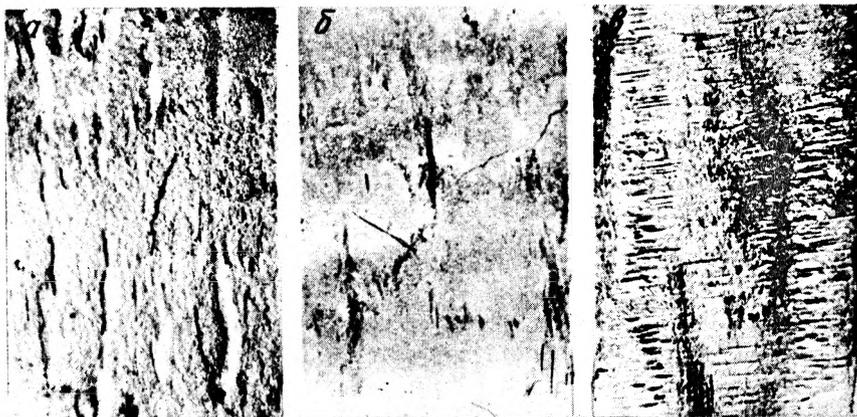


Рис. 2. Поверхность ленты, образующаяся в расплаве: а, б, в — перегрев расплава на 10, 40—60, 80—100 град соответственно.

к увеличению вязкости расплава, что может способствовать образованию наносного слоя. При малых перегревах растущие вер-

шины не оплавляются и лента имеет очень шероховатую поверхность.

На рис. 2, а показана внешняя поверхность ленты, полученная при перегреве 10 град. Повышение температуры заливки до $700\text{--}720^{\circ}\text{C}$ улучшает качество внешней поверхности (рис. 2, б). При еще более высоком перегреве ($80\text{--}100$ град) наблюдается значительная неравномерность теплообмена между коркой и поверхностью кристаллизатора, что ведет к разной толщине по сечению ленты и нарушению устойчивости процесса. Качество ленты низкое (рис. 2, в). Высокая температура заливки ($740\text{--}760^{\circ}\text{C}$) приводит к укрупнению макрозерна, что ухудшает качество готовой ленты, а также способствует образованию горячих трещин в ленте.

Резюме. Для получения качественной ленты толщиной 3мм необходимо уровень ванны расплава поднять до $180\text{--}200$ мм. Температура разливаемого расплава должна быть в пределах $710\text{--}720^{\circ}\text{C}$.

УДК 621.746.6

Р.И. Есьман, канд.техн.наук,
В.Ф. Драченев

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОТЛИВОК В КОКИЛЕ

В настоящей работе предлагается экспериментально-аналитический метод определения перетоков тепла в сложных отливках. В опытах определялось время затвердевания отливок разнотолщинной плиты, угла и тавра путем измерения температурных полей.

Температурное поле отливки ($i = 1$) и кокиля ($i = 2$) описывается дифференциальными уравнениями теплопроводности Фурье

$$c_i(u_i) \rho_i(u_i) \frac{\partial u_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda_i(u_i) \frac{\partial u_i}{\partial x} \right], i = 1, 2, \quad (1)$$

где c_i, λ_i, ρ_i -- теплофизические характеристики.

Решение уравнения (1) с соответствующими граничными условиями целесообразно искать численными методами. С этой целью для перехода к конечно-разностному аналогу урав-