

## ОХЛАЖДЕНИЕ ЛЕНТЫ, ЗАТВЕРДЕВШЕЙ НА ВАЛКЕ-КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ

Устойчивое получение непрерывной плоской отливки методом намораживания возможно только при создании соответствующих тепловых условий как в зоне формирования ее из жидкого металла, так и в зоне охлаждения твердой ленты вместе с кристаллизатором.

Непосредственно на выходе из расплава алюминиевая корочка имеет температуру, близкую к температуре кристаллизации алюминия  $T_{кр}$ . По данным работы [1], в конце зоны охлаждения температура алюминиевой полосы, отливаемой со скоростью  $\omega = 0,02$  м/сек, достигает  $720^\circ\text{K}$ , а лента, полученная на установке RSC со скоростью  $\omega = 0,1$  м/сек удаляется при температуре  $770^\circ\text{K}$ . Следовательно, на участке охлаждения должны существовать такие условия отвода тепла, чтобы к моменту съема непрерывная отливка приобретала достаточную прочность и удалялась без поперечных трещин.

Максимально допустимую температуру съема алюминиевой ленты можно определить, пользуясь графиками из работ [2, 3]. Прочность охлаждающегося алюминия резко повышается при температурах ниже  $910-912^\circ\text{K}$ . Чтобы избежать образования горячих трещин в непрерывной ленте, ее следует охлаждать на кристаллизаторе до температур, лежащих ниже температурного интервала хрупкости (ТИХ), в котором пластичность сплавов остается минимальной. В приведенных работах ТИХ для технического алюминия составляет  $912-922^\circ\text{K}$ , для сплава АМц -  $910-925^\circ\text{K}$ , для сплава АМг-3 -  $865-900^\circ\text{K}$ . Ленты из сплавов алюминия должны охлаждаться на валке более продолжительное время, чем ленты из чистого алюминия.

При охлаждении ленты на валке-кристаллизаторе интенсивность теплообмена на одной и другой ее поверхностях различна (несимметричная задача), Коэффициент теплоотдачи к окружающему воздуху обозначим через  $\alpha_1$ , а к валку - через  $\alpha_2$ . Считаем, что лента на выходе из жидкого металла характеризуется равномерно распределенной температурой  $T_{кр}$ .

Из уравнения баланса, связывающего общее количество тепла, теряемого лентой при охлаждении на кристаллизаторе, и теплоту, отводимую в окружающую среду и в валок, получаем время охлаждения

$$t - t_n = \frac{\xi \rho_1 C_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \ln \frac{\alpha_1 (T_{кр} - T_c) + \alpha_2 (T_{кр} - T_{2п})}{\alpha_1 (T_{кр} - T_c) + \alpha_2 (T_{кр} - T_{2п})} \text{ сек,}$$

где  $\xi$  - толщина ленты;  $\rho_1$  - плотность металла;  $C_1$  - теплоемкость металла;  $T_c$  - температура среды;  $T_{кр}$  - температура ленты;  $T_{2п}$  - средняя температура поверхности вала в зоне охлаждения.

Минимальное время охлаждения можно определить, если вместо  $T_{кр}$  подставить значение нижнего предела ТИХ. Этот параметр позволяет правильно выбрать место расположения механизма для удаления ленты из установки, а также корректировать диаметр кристаллизатора.

Подсчитано, что коэффициент теплоотдачи  $\alpha_1$  в условиях проведения экспериментов не превышал 18-20 вт/(м<sup>2</sup>.град), а величина  $\alpha_2$  достигала 480-500 вт/(м<sup>2</sup>.град).

Расчеты показывают, что кристаллизатором отводится подавляющее количество тепла, теряемого отливкой в установке. В результате время охлаждения ленты определяется главным образом временем ее контакта с валком.

#### Л и т е р а т у р а

1. E. Germann. Neues auf dem Gebiete des stranggiesens Metall, Bd. 18, 1964, №9

2. Б о ч а й М.П., П р о х о р о в Н.Н. Механические свойства алюминиевых сплавов в интервале температур кристаллизации при сварке. "Литейное производство", № 2, 1958.

3. П р о х о р о в Н.Н. Технологическая прочность металлов при сварке. М., Профиздат. 1960.