

$$x_{п.к} = x_{п.н} \frac{1}{1 + \frac{\Delta T_{п}}{T_{пов} - T_{п.к}}} \quad (6)$$

Предложенный метод расчета позволяет определить время получения затвердевшего слоя заданной толщины с достаточной для практических целей точностью.

УДК 621.746.6

Э.А.Гурвич,
Р.И.Есьман, канд.техн.наук

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ЛИТЬЕ В КОКИЛЬ

В работе представлены результаты экспериментальных исследований некоторых особенностей и факторов, существенно влияющих на процесс теплообмена между отливкой и кокилем.

На рис. 1, а, б, представлено влияние длины кокиля и интенсивности теплообмена на его внешней поверхности на динамический характер прогибов металлической формы (отливка — сплав АЛ4, кокиль — сталь, $X_2 = 30$ мм, $X_1 = 21$ мм, $X_{кр} =$

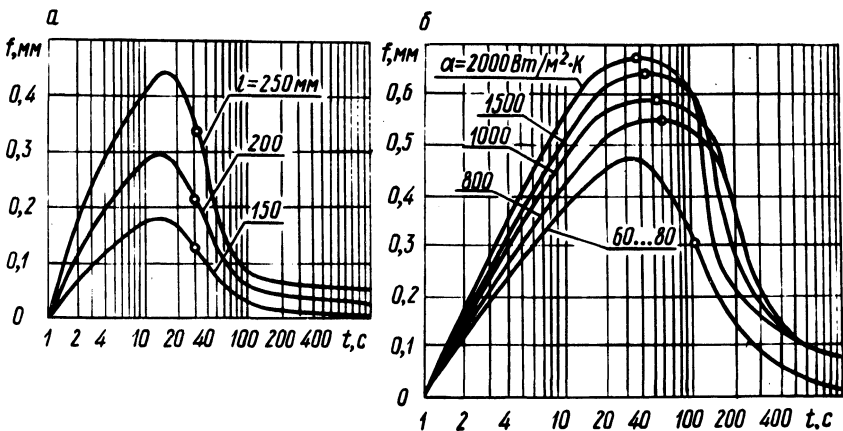


Рис. 1. Динамический характер прогибов металлической формы: а — при различной длине кокиля; б — при различной интенсивности теплообмена α_2 .

$= 0,3$ мм, $\lambda_{кр} = 0,35$ Вт/м·К). Из графиков рис. 1 видно, что увеличение этих параметров приводит к росту максимальной величины прогибов. Кроме того, при принудительном охлажде-

нии максимальные или близкие к ним по величине деформации сохраняются значительно дольше, чем при естественном охлаждении формы. Это обусловлено длительностью равновесия между теплом, поступающим от отливки к форме, и теплом, которое отводится теплоносителем.

На кривые деформации нанесены точки, соответствующие моментам образования зазора, а характер его изменения является зеркальным отображением продолжения кривых деформации, начиная с этих точек. Анализ показывает, что момент образования зазора в большей степени зависит от интенсивности охлаждения, чем от длины формы, в то время как на максимальную его величину существенное влияние оказывают оба фактора. При принудительном охлаждении момент образования зазора совпадает с началом спада кривой деформации, а при естественном — с промежуточной точкой на кривой спада.

Кинетика газового зазора, представляющего значительное термическое сопротивление, оказывает решающее влияние на теплообмен между отливкой и металлической формой. На рис. 2 представлены зависимости времени затвердевания отливки от длины кокиля и коэффициента теплоотдачи на его внешней поверхности. Как видно из приведенных зависимостей, время затвердевания отливки с увеличением длины кокиля увеличивается (рис. 2, кривая 1). Это объясняется ростом газового зазора при увеличении деформации кокиля.

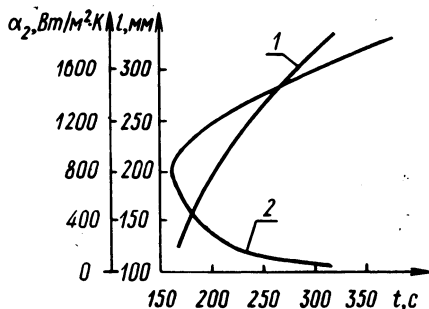


Рис. 2. Влияние длины кокиля и коэффициента теплоотдачи α_2 на время затвердевания отливки.

Кривая 2 (рис. 2) характеризует изменение времени затвердевания от коэффициента теплоотдачи на внешней поверхности кокиля. Из хода кривой видно, что наименьшее время затвердевания соответствует значениям коэффициента α_2 , равным 800–1000 Вт/м²·К. Это объясняется следующими факторами. Увеличение коэффициента теплоотдачи α_2 приводит, с одной стороны, к более интенсивному теплоотводу с внешней поверхности, а с другой стороны, вызывает более интенсивный

рост газового зазора. При этом максимальная величина зазора возрастает, что ухудшает теплообмен в зоне контакта отливка – форма.

В приведенных диапазонах оптимальных коэффициентов теплоотдачи наилучшими характеристиками обладают теплоносители: масло, водовоздушная смесь, пароводяная смесь и т.д.

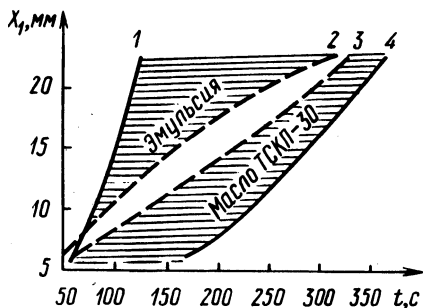


Рис. 3. Сравнительный график тепловых режимов кокиля и отливки при различных теплоносителях.

На рис. 3 представлен сравнительный график времени выбивки ($T^B = 450^\circ\text{C}$) отливки различной толщины из сплава АЛ4 и цикл плоского стального кокиля ($X_2 = 20\text{ мм}$, $X_{\text{кр}} = 0,3\text{ мм}$, $\lambda_{\text{кр}} = 0,35\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$, $T_2^{\text{нач}} = 200^\circ\text{C}$). Кривая 1 (рис. 3) соответствует циклу кокиля, охлаждаемого эмульсией (ГОСТ 1975-75), скорость теплоносителя равнялась $0,45\text{ м/с}$; кривая 2 – время охлаждения отливки до T^B при литье в кокиль, охлаждаемый эмульсией; кривая 3 – время охлаждения отливки до T^B при литье в кокиль, охлаждаемый маслом ТСКП-30 ($W^B = 0,45\text{ м/с}$); кривая 4 – цикл кокиля, охлаждаемого маслом ТСКП-30. Из графиков рис. 3 видно, что при охлаждении кокиля эмульсией его цикл почти при всех толщинах отливки меньше времени выбивки отливки и только при $X_1 < 7\text{ мм}$ превышает его. При охлаждении кокиля маслом цикл кокиля (рис. 3, кривая 4) во всех случаях больше технологического цикла (рис. 3, кривая 3).

Полученные зависимости позволяют в каждом конкретном случае выбрать теплоноситель, обеспечивающий оптимальный тепловой режим отливки и кокиля, создать условия для управления и регулирования процессом теплообмена при литье в кокиль.