

Н.П. Жмакин, канд.техн.наук,
Р.И. Есьман, канд.техн.наук,
Э.А. Гурвич

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВОГО ЗАЗОРА ПРИ ЛИТЬЕ В КОКИЛЬ

Для изучения причин возникновения и кинетики роста газового зазора были проведены экспериментальные исследования.

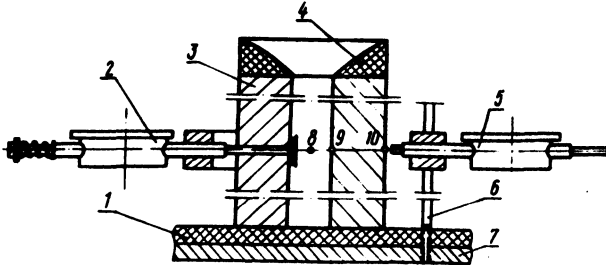


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — асбест; 2 — механизм измерения зазора; 3 — кокиль; 4 — прибыльная часть; 5 — механизм измерения деформации кокиля; 6 — стойка; 7 — стол; 8-10 — места установки термопар.

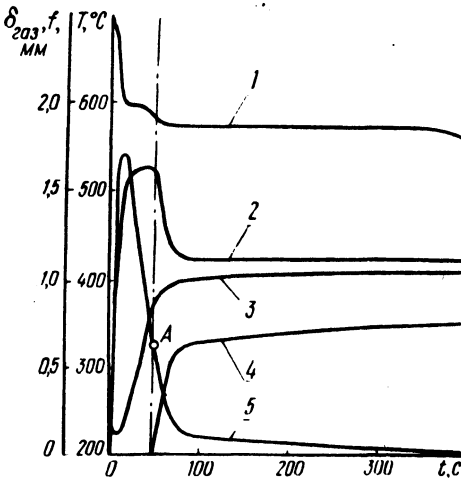


Рис. 2. Зависимость температуры отливки и кокиля, деформации и зазора во времени (кокиль неокрашенный длиной 375 мм).

На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки. Опыты проводились на плоских неокрашенных и окрашенных кокилях с толщиной стенки 30 мм, высотой 250 мм и длиной 150, 200, 250 и 375. Толщина отливок составляла 14, 28, 42 мм. Материал отливок — сплав АЛ4. Начальная температура кокиля равнялась 230°C, температура заливаемого металла — 700°C.

На рис. 2 представлены графики температурных полей отливки (кривая 1), кокиля (кривые 2,3), деформации кокиля (кривая 5) и кинетики газового зазора (кривая 4).

Из графиков на рис. 2 видно, что прогиб растет по мере увеличения температурного перепада в сечении кокиля и достигает максимума при наибольшей величине перепада. По мере выравнивания температур поверхностей кокиля и релаксации температурных напряжений на различных стадиях охлаждения металлической формы величина деформации уменьшается. Момент возникновения зазора $\delta_{\text{газ}}$ совпадает с началом понижения температуры на рабочей поверхности кокиля (рис. 2, кривая 2). Очевидно, к этому времени формируется уже достаточно прочная корка, способная при обратном прогибе кокиля оторваться от его поверхности.

Для расчета газового зазора и деформации кокиля воспользуемся уравнениями теории термоупругости. Рассматривая кокиль как пластину со свободно опертым и удерживаемыми от перемещений концами, максимальный прогиб (в геометрическом центре кокиля) найдем из следующего выражения:

$$f_{\text{макс}} = \frac{Ml^2}{8EJ},$$

где $M = b \int_{-c}^c \sigma_x y dy$ -- постоянный момент, вызывающий прогиб от продольных напряжений; l -- длина кокиля; J -- момент инерции поперечного сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести; E -- модуль Юнга; c -- половина толщины пластины кокиля; b -- высота кокиля; σ_x -- температурные напряжения по длине кокиля, зависящие от температурного градиента по толщине.

Резюме. Газовый зазор, представляющий переменное термическое сопротивление в контактной зоне отливки -- форма, вносит существенное изменение в теплофизику процесса литья в кокиль и должен учитываться при построении математических моделей процесса.