

Рис. 1. Температурное поле кокиля при начальной температуре 200 °С:  
 а — через 3 с после заливки; б — через 20 с после заливки; 1 — 200 °С; 2 — 218; 3 — 236; 4 — 291; 5 — 327 °С

На основе теоретического и экспериментального анализа были подготовлены рекомендации, которые использовались при разработке конструкции охлаждаемого чугуночного кокиля для детали (ККЧ 002.000). Разработанная технология позволила получить тонкостенные чугуночные отливки в охлаждаемом кокиле с защитными алитированными покрытиями без отбела поверхностных слоев. Технологический цикл подготовки кокиля был сокращен почти в два раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Калининко А.С., Княжище М.А., Кравченко Е.В. Расчет процесса затвердевания тонкостенной отливки в массивном кокиле. — В кн.: *Металлургия*. Минск: Выш. шк., 1983, вып. 17, с. 29–30.

УДК 621.74

Р.И. ЕСЬМАН, канд. техн. наук,  
 Н.П. ЖВАВЫЙ,  
 Е.С. МАТЮШ (БПИ)

#### РАСЧЕТ СТОЙКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

В предложенной методике решение упругопластической задачи приводится к решению интегральных уравнений. Простота решения зависит от сложности полученного температурного поля. Если использовать методику, предложенную в [1], и рассматривать линейное упрочнение, то напряжения могут

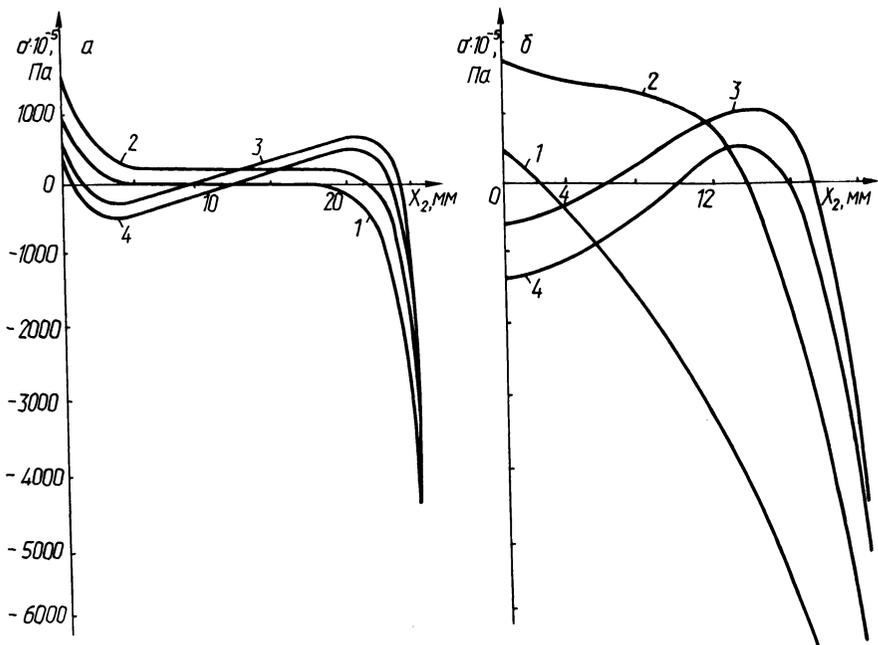


Рис. 1. Распределение напряжений по толщине стенки пресс-формы ( $T_2 = 250^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{зал}} = 620^\circ\text{C}$ ):

а -  $a = 6000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ ;  $2X_1 = 2,5 \text{ мм}$ ;  $X_2 = 26,5 \text{ мм}$ ; б -  $a = 1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ ;  $2X_1 = 15,5 \text{ мм}$ ,  $X_2 = 20 \text{ мм}$ ; 1 - заземленная пластина; 2 - запрещен изгиб; 3 - свободная пластина; 4 - запрещено расширение-сжатие

быть получены в замкнутом виде. В отличие от закона Дюгамеля-Неймана связь между напряжениями и деформациями представим в виде

$$\epsilon_{ij} - \epsilon_{ij}^p = \frac{(1 + \nu) \sigma_{ij}}{E} - \nu \frac{\sigma_{kk}}{E} \sigma_{ij} + \alpha (T - T_0) \sigma_{ij}. \quad (1)$$

Используя уравнения совместности равновесия, гипотезу Кирхгофа-Лява и приведенное уравнение (1) для интересующего нас случая, получим

$$\epsilon_{12} = 0; \quad \epsilon_{11} = \epsilon_{22} = -\alpha T + F_1(x_3, T) + F_2(x_3, T) \int \frac{E}{1-\nu} \epsilon_p dx_3 + \\ + F_3(x_3, T) \int \frac{E}{1-\nu} \epsilon_p x_3 dx_3,$$

где  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  - функции только  $x$  и  $T$ , а интегралы берутся по толщине формы. Так как  $\epsilon_p = \epsilon_p(\epsilon_{...})$ , то получим интегральное уравнение. Алгоритм решения такого уравнения разработан, составлена ФОРТРАН-программа. Решение упругопластической задачи реализована на ЭВМ "БЭСМ-6".

На рис. 1 приведены термоупругие решения для различных случаев закрепления краев постоянной формы, интенсивности внешнего охлаждения, толщин  $2X_1, X_2$ .

Анализ численных экспериментов показывает, что интенсивность внешнего охлаждения формы незначительно влияет на максимальные деформации рабочей поверхности формы, но приводит к появлению растягивающих напряжений на наружной поверхности формы.

Все практически важные случаи заливки алюминия вызывают пластическое течение. Хотя упругопластическое решение получено не для всех случаев закрепления пластин, для заземленных пластин можно провести расчет на стойкость. Размах пластической деформации  $\Delta \epsilon_p = (1 - \Lambda) [\alpha (T_{\max} - T_{\min}) - \epsilon_T (T_{\min}) - \epsilon_T (T_{\max})]$ . По формуле Коффина [2]

$$N_f = \left( \frac{c}{\Delta \epsilon_p} \right)^2,$$

где  $N_f$  — число циклов до разрушения;  $c$  — константа (для данного материала)  $c \approx -\ln(1 - \psi)$ , где  $\psi$  — характеристика пластичности.

Значения теплофизических характеристик и механических констант для различных материалов приведены в [2, 3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ротенберг В.Е. Анализ динамических явлений в одной задаче термоупругости. — В кн.: Материалы секции теоретической и прикладной механики. Минск: БПИ, 1970, с. 103–108.
2. Горюков И.И. Пресс-формы для литья под давлением. — Л.: Машиностроение. — 256 с.
3. Казанцев Е.И. Промышленные печи. — М.: Metallургия, 1975. — 368 с.

УДК 621.74

Э.А. ГУРВИЧ,

Р.И. ЕСЬМАН, канд-ты техн.наук,

Э.Д. СЫЧИКОВ (БПИ)

#### К ВЫБОРУ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ КАНАЛОВ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРЕСС-ФОРМ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Экспериментальные исследования проводились на плоских пресс-формах с толщинами охлаждаемых стенок от 10 до 30 мм. В качестве материала отливок использовался сплав АЛ2, заливаемый при температуре 630 °С. Рабочая поверхность пресс-форм, покрываемая перед впрыском металла слоем специальной смазки с термической проводимостью, равной  $5 \times 10^4$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), в момент впрыска имела температуру 250 °С. Для выхода на квазистационарный режим пресс-форма предварительно разогревалась до температуры 320–330 °С, затем включался соответствующий режим охлаждения,