

УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ В ПРЕСС-ФОРМАХ

Температурное поле отливки и пресс-формы (рис. 1) описывается дифференциальным уравнением

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

где c_i , ρ_i , λ_i — соответственно удельная теплоемкость, плотность, теплопроводность.

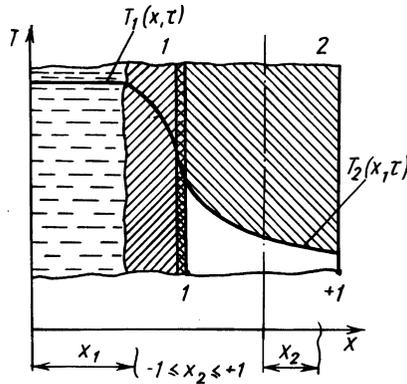


Рис. 1. Расчетная схема

Сопряженная задача теплопереноса (1) решается при несимметричных граничных условиях на внешней поверхности формы. Перемещение фронта кристаллизации в отливке учитывается с помощью δ -функции Дирака.

Пресс-форму (полуформу) представим как пластину с различными условиями закрепления. Тогда деформация пластины определится по формуле [1]:

$$\epsilon_i = -\beta T_2(x, \tau) + a_i + b_i x, \quad (2)$$

где $i = 1, 2, 3, 4$ — индекс, соответствующий четырем способам закрепления: 1 — пластина полностью защемлена; 2 — запрещен изгиб; 3 — свободно опертая пластина; 4 — запрещено расширение; $\beta = \beta(T_2)$ — коэффициент термического расширения.

При $i = 1$ $a_1 = b_1 = 0$;

$$\text{при } i = 3 \quad a_3 = \int_{-1}^1 \frac{E\beta T_2}{1-\nu} (A_1 - A_2 x) dx + \int_{\xi} \frac{E\epsilon^p}{1-\nu} (A_1 - A_2 x) dx ;$$

$$b_3 = \int_{-1}^1 \frac{E\beta T_2}{1-\nu} (A_3x - A_2) dx + \int_{\xi} \frac{E\epsilon^P}{1-\nu} (A_3x - A_2) dx ;$$

при $i = 4$ $a_4 = 0$;

$$b_4 = \frac{1}{\int_{-1}^1 \frac{Ex^2 dx}{1-\nu}} \int_{-1}^1 \frac{E\beta T_2}{1-\nu} x dx + \int_{\xi} \frac{E\epsilon^P}{1-\nu} x dx ,$$

где ϵ^P — пластическая деформация:

$$\epsilon_i^P = (1 - \lambda) (\epsilon_i - \text{sign } \epsilon_i | \epsilon_T |) ; \quad (3)$$

λ — параметр упрочнения; E — модуль упругости; ϵ_T — деформация, соответствующая пределу текучести; ν — коэффициент Пуассона; $T_2 = T_2(x, \tau)$ — текущая температура пресс-формы.

Все характеристики при решении задачи принимаются как функции температуры, т. е. $E = E(T_2)$, $\epsilon_T = \epsilon_T(T_2)$ и т. д.

Уравнение, связывающее напряжения и деформации, имеет вид:

$$\sigma_i = \frac{E}{1-\nu} [a_i + b_i x - \epsilon_i^P - \beta T_2(x, \tau)] ; \quad (4)$$

$$\sigma_T = \frac{E\epsilon_T}{1-\nu} . \quad (5)$$

Таким образом, задача сводится к совместному решению дифференциальных и интегральных уравнений теплопроводности и термопластичности при соответствующих условиях закрепления пластины.

Решение поставленной задачи осуществлялось методом сеток. Алгоритм решения реализован на алгоритмическом языке ФОРТРАН. Расчет производился на ЭВМ БЭСМ-6. Счет проводился до установления циклов T_2 , σ_i , ϵ_i , a_i , b_i .

ЛИТЕРАТУРА

1. Ротенберг В.Е., Храменков А.И. Уругопластические деформации плоского кокиля с учетом температурного изменения свойств материала. — В кн.: Теплообмен между отливкой и формой. — Мн.: Выш. шк., 1967, с. 243–255.

УДК 621.746

В.И.ТУЛОВ, канд.техн.наук,
В.А.ГРИНБЕРГ, канд.техн.наук,
Е.Б.ДЕМЧЕНКО, А.В.ЮРЧИК (БПИ)

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ

При горизонтальном непрерывном литье формирование заготовки происходит в сборном кристаллизаторе, имеющем металлическую рубашку охлаждения и рабочую графитовую втулку. Неохлаждаемая часть втулки выступает