

Рис. 1. Схема термического десорбера:
а — с псевдоожижающим агентом; б — с термопсевдоожиженным слоем.

воздействие на процесс лишь через кинематическую вязкость газообразной фазы. Из (7) делаем заключение, что теоретически термопсевдоожижение возможно при любых значениях адсорбции a . Для этого нужно лишь увеличить расход твердой фазы G_T . Однако практически соотношение (6) накладывает весьма жесткие условия на выбор типа сорбента из-за того, что скорость (расход) твердой фазы и диаметр частиц могут изменяться в небольших пределах, определяемых такими факторами, как неразрывность потока твердой фазы, унос мелких фракций из аппарата и др.

Таким образом, если на входе в аппарат выполняется условие (6) (причем левая часть превышает правую в 1,5 и более раз), то можно перейти от аппарата с принудительным псевдоожижением (рис. 1, а) к аппарату с термопсевдоожиженным слоем (рис. 1, б). Такой переход обеспечивает значительную экономию энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. С е д н и н В.А. Исследование аэродинамики дисперсного адсорбента в процессах тепловой регенерации. — Минск, 1977. — 170 с. 2. Б а с к а к о в А.П., Б е р г Б.В., Р ы ж к о в А.Ф. Процессы тепло- и массопереноса в кипящем слое. — М., 1978. — 248 с.

УДК 621.72.001.24(087)

Э.А.ГУРВИЧ, Н.П.ЖМАКИН, канд-ты техн.наук,
Л.С.ТИМОШПОЛЬСКАЯ (БПИ)

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Тепловой режим пресс-форм при литье определяется большим числом факторов: геометрией пресс-формы и отливки, теплофизическими и упругими свойствами их материалов, условиями теплообмена на внешней поверхности

пресс-формы, контактными и начальными условиями в момент заполнения. Кроме того, на ее тепловой режим оказывает влияние наличие подвижных границ фаз затвердевающей отливки.

Процесс теплопереноса в таких системах, как отливка—пресс-форма, относится к наиболее сложным задачам теплопроводности. Точное их решение получить, как правило, не удастся из-за нелинейности и несимметричности. В последнее время все более широкое применение находят численные методы решения.

Рассмотрим задачу затвердевания и охлаждения отливки в пресс-форме с различными условиями теплообмена на внешней поверхности формы. Расчетная схема для решения одномерной, симметричной относительно центра отливки задачи представлена на рис. 1.

Температурное поле системы отливка—пресс-форма в общем виде описывается дифференциальным уравнением теплопроводности [1]:

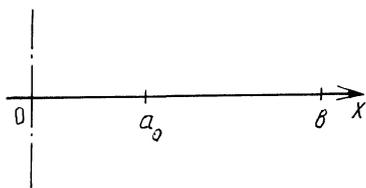


Рис. 1. Расчетная схема к задаче.

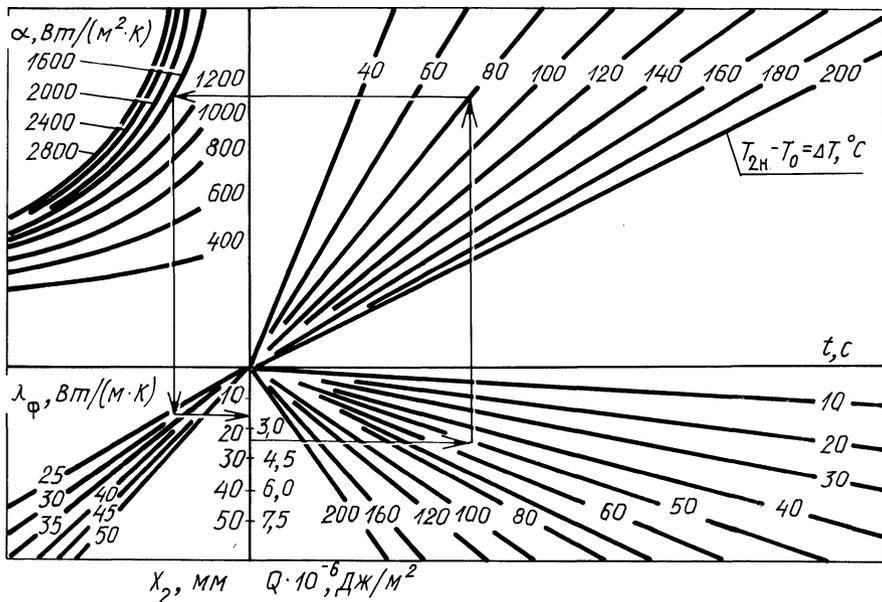


Рис. 2. Номограмма для выбора конструктивных параметров терморегулируемой пресс-формы и технологических параметров литья.

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

где c_i — удельная массовая теплоемкость; ρ_i — плотность и λ_i — коэффициент теплопроводности. Каждое из этих значений является функцией температуры, индекс $i = 1$ относится к отливке ($0 \leq x \leq a_0$), индекс $i = 2$ — к пресс-форме ($a_0 < x \leq b$). При $x = b$ (охлаждаемая поверхность пресс-формы) граничное условие запишем в виде

$$-\lambda_2(T) \frac{\partial T_2(x, t)}{\partial x} = a(T_{2 \text{ пов}} - T_0), \quad (2)$$

где T_0 — температура охлаждающей среды; a — коэффициент теплоотдачи, зависящий от условий охлаждения.

На контактной поверхности ($x = a_0$) при наличии смазки и газового зазора совместные граничные условия имеют вид

$$-\lambda_1(T) \partial T_1 / \partial x = -\lambda_2(T) \partial T_2 / \partial x = \frac{(T_1 - T_2) (\lambda_{\Gamma} / \delta + a_{\Pi}) \lambda_{\text{см}} / \delta_{\text{см}}}{\lambda_{\text{см}} / \delta_{\text{см}} + \lambda_{\Gamma} / \delta + a_{\Pi}}. \quad (3)$$

Здесь λ_{Γ} и $\lambda_{\text{см}}$ — коэффициенты теплопроводности газового зазора и материала смазки; δ и $\delta_{\text{см}}$ — толщина газовой прослойки и слоя смазки.

Решение системы уравнений (1)–(3) проводилось методом сеток. Расчетная сетка для отливки и пресс-формы строилась следующим образом. Отрезок $[0, a_0]$ разбивался на n_1 равных частей, а $[a_0, b]$ — на n_2 равных частей. Каждая часть соответствует шагу сетки на определенном участке. Аналог производных в уравнениях (1)–(3) записывается следующим образом:

$$\partial u_k / \partial t = \frac{u_k^{n+1} - u_k^n}{\tau}; \quad \partial u_k / \partial x = \frac{u_{k+1}^n - u_k^n}{h_k},$$

где τ — шаг сетки по времени; h_k — пространственный шаг.

Для решения системы уравнений (1)–(3), записанных в конечно-разностном виде, использован метод прямой и обратной прогонки. Алгоритм решения в виде Фортран-программы реализован на ЭЦВМ ЕС 10-22. Некоторые результаты вычислений на ЭЦВМ представлены номограммой (рис. 2). Пользуясь этой номограммой, можно выполнять инженерный расчет температурного цикла литья под давлением, конструктивных и технологических параметров пресс-формы при заданной производительности машины. Номограмму можно также применять для поверочных расчетов технологических параметров литья в уже используемые пресс-формы и при разработке новых терморегулируемых пресс-форм.

Таким образом, разработанный метод расчета позволяет получить важные практические рекомендации при конструировании новых пресс-форм и разработке оптимальных параметров литья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Есьман Р.И., Жмакин Н.П., Шуб Л.И. Расчеты процессов литья. — Минск, 1977. — 293 с.