6.7. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Все твердые тела в той или иной степени способны проводить тепло. Одни тела проводят тепло лучше, другие — хуже. В изотропном твердом теле распространение тепла подчиняется *закону Фурье* (1822 г.):

$$\vec{q}=-K\,\mathrm{grad}\,T=-K\left(\frac{\partial T}{\partial n}\right)_n, \qquad (6.88)$$

где $\vec{q}$ — вектор, модуль которого равен потоку тепла через единичное сечение, перпендикулярное $\vec{q}$, T — температура, $\partial T/\partial n$ — градиент температуры вдоль нормали $\vec{n}$ к изотермической поверхности, K — коэффициент теплопроводности. Знак «минус» в правой части выражения (6.88) связан с тем, что тепло течет в направлении противоположном градиенту температуры, т. е. от горячей области к холодной.

Для анизотропных твердых тел $\vec{q}$, в общем случае: не совпадает с направлением нормали к изотермической поверхности и уравнение (6.88) заменяется следующим:

$$q_i=-K_{ij}\frac{\partial T}{\partial x_j}, \qquad (6.89)$$

где коэффициенты K_{ij} образуют симметричный тензор 2-го ранга:

$$K_{ij}=\begin{vmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{vmatrix}, \quad K_{ij}=K_{ji}. \qquad (6.90)$$

Если тензор (6.90) привести к главным осям (x, y, z), то он запишется в виде

$$\begin{vmatrix} K_1 & 0 & 0 \\ 0 & K_2 & 0 \\ 0 & 0 & K_3 \end{vmatrix}. \qquad (6.91)$$

Тогда уравнения (6.89) принимают простую фому:

$$q_1=-K_1\frac{\partial T}{\partial x}; \quad q_2=-K_2\frac{\partial T}{\partial y}; \quad q_3=-K_3\frac{\partial T}{\partial z}. \qquad (6.92)$$

Анизотропные кристаллы обычно характеризуются коэффициентами теплопроводности в направлениях главных осей. В системе СИ коэффициент теплопроводности имеет размерность Вт/(м·К).

6.8. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, ОБУСЛОВЛЕННАЯ АТОМНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

В общем случае в твердых телах имеют место два основных механизма переноса тепла: перенос тепловой энергии свобод-