

ПИ(ф) МГМУ (МАМИ)). Тепловая проницаемость оболочек из градиентных материалов.

Градиентные материалы представляют интерес для перспективных направлений современной техники. Их характерной особенностью является неоднородное распределение теплофизических, упругих и прочностных свойств. При моделировании тепловых и термоупругих процессов определяющая роль принадлежит коэффициенту теплопроводности. Именно эта характеристика материала вследствие неоднородного распределения может ускорять или замедлять тепловые потоки через оболочки [1].

Предложена следующая координатная зависимость коэффициента теплопроводности [2]

$$\lambda = \lambda_0 \left(\frac{r}{r_0} \right)^n, \quad (1)$$

где λ_0 — коэффициент теплопроводности однородного материала, r_0 — внутренний радиус цилиндрической или сферической оболочек, n — произвольный показатель степени. Сочетание r/r_0 и n дает возможность получать любое координатное распределение коэффициента теплопроводности. Математическая привлекательность соотношения (1) заключается в том, что подобная зависимость позволяет легко выполнить операцию «дивергенция» в цилиндрической и сферической системах координат при получении нестационарного уравнения теплопроводности.

Из условия непрерывности теплового потока получено уравнение теплопроводности для цилиндрической и сферической оболочек

$$\frac{1}{a^2} \frac{\partial T}{\partial t} = \left(\frac{r}{r_0} \right)^n \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{i+n}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right), \quad r_0 \leq r \leq R, \quad (2)$$

где $i=1$ (цилиндрическая оболочка) и $i=2$ (сферическая оболочка), $a^2 = \lambda_0/(cp)$ — коэффициент температуропроводности однородного материала, c — удельная теплоемкость, ρ — плотность материала, r_0 и R — внутренний и внешний радиусы цилиндрической и сферической оболочек. Видно, что при прочих равных условиях определяющим параметром контроля температуры является показатель степени n , который присущ стационарному и нестационарному уравнениям теплопроводности.

Определены компоненты тензора термонапряжений для цилиндрических и сферических оболочек с неоднородным коэффициентом теплопроводности. Показана возможность изменения тепловой проницаемости оболочек путем создания соответствующей структуры градиентного материала, что приводит к снижению уровня термонапряжений на внешней поверхности. Результаты математического моделирования представляют интерес для продления ресурса эксплуатации элементов конструкций ядерной техники и прогнозирования эксплуатационных возможностей градиентных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Власов Н. М., Федик И. И.* Тепловыделяющие элементы ядерных ракетных двигателей. М.: ЦНИИАтоминформ, 2001, 205 с.
2. *Челяпина О. И.* Термонапряженное состояние полого цилиндра с нелинейной координатной зависимостью коэффициента теплопроводности. — Проблемы машиностроения и автоматизации, 2012, № 3, с. 130–133.