

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Кирсанов Ю.А.

Отдел энергетики Казанского научного центра РАН

Казань, Россия

THE RELAXATION HEAT CONDUCTIVITY PROPERTIES OF SOLID BODIES

Kirsanov Yu.A.

Power Engineering Department Kazan Science Centre RAS

Kazan, Russia

Явление теплопроводности в твердом теле с постоянными физическими свойствами без внутренних источников тепла описывается дифференциальным уравнением гиперболического типа

$$\tau_r \partial^2 T / \partial \tau^2 + \partial T / \partial \tau = a \Delta T, \quad (1)$$

где τ_r - время релаксации.

Тепловые потоки на границах тела обычно рассчитываются по формуле Фурье

$$q = -\lambda \text{ grad } T. \quad (2)$$

Авторы ряда работ полагают, что тепловой поток в высокоинтенсивных процессах должен определяться по релаксационному уравнению

$$q = -\lambda \text{ grad } T - \tau_r dq/d\tau. \quad (3)$$

Вопрос о применимости формул (2) и (3) затрагивает фундаментальные физические основы учения о переносе энергии в высокоинтенсивных процессах и ответ на него имеет большое значение для теории теплопроводности.

На примере численного решения краевой задачи теплопроводности гиперболического типа твердого тела (пластины, цилиндра, шара) при граничных условиях второго и третьего рода показано:

- частотные характеристики (период) колебаний температуры отдельных точек тела не зависят от формулы расчета теплового потока на границах тела;
- амплитуды колебаний температуры при использовании релаксационного уравнения (3) амплитуды меньше, чем при использовании формулы (2);
- период собственных колебаний температур точек тела зависит от времени релаксации, коэффициента теплоотдачи поверхности тела, его геометрической формы, размеров и теплофизических свойств
- температуры всех точек тела в полном соответствии со вторым законом термодинамики при $\tau \rightarrow \infty$ стремятся к температуре окружающей среды.

Окончательный вывод о выборе формулы для расчета тепловых потоков на границах тела можно сделать из сопоставления результатов расчетов с опытными данными.