

СТАЦИОНАРНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ МНОГОСЛОЙНЫХ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

II. Внешний отвод тепла

Дударев Ю.И.

Кубанский государственный университет

E-mail: student171@mail.ru

В данном случае рассматривается многослойный по r ограниченный цилиндр, где $\alpha = \alpha(r)$ – коэффициент теплопроводности, $\bar{\alpha}$ – среднее интегральное значение коэффициента теплопроводности системы. Вводя

подстановку Киргофа $\xi = \int_{\alpha(r)} \frac{dr}{\alpha(r)}$ для температуры $U = T - T_{cp}$ получим:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \xi^2} + \frac{1}{\xi} \frac{\partial U}{\partial \xi} + \alpha^2(\xi) \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

$$-\alpha(\xi) \frac{\partial U}{\partial \xi} = \bar{\alpha} \left(Q + D_{k1} + \frac{D}{2} - j \alpha_1 (U + T_{cp}) \right), \quad \xi = \xi(R_1) \quad (2)$$

$$\alpha(\xi) \frac{\partial U}{\partial \xi} = \beta \bar{\alpha} \left[U - R_x \left(Q \left(\frac{W}{Q_{\text{внут}}} \right) + D_{kz} + \frac{D}{2} \right) \right], \quad \xi = \xi(R_2) \quad (3)$$

$$\beta_1 = \frac{\alpha_1 \bar{\alpha}}{\alpha(\xi)}, \quad \beta_2 = \frac{-\beta \bar{\alpha}}{\alpha(\xi)} \quad (4)$$

$$\frac{\partial U}{\partial z} = 0, \quad Z=0; \quad \frac{\partial U}{\partial z} = jU, \quad Z=L \quad (5)$$

$j = \frac{\beta}{\alpha_1}$, α_3 – коэффициент теплопроводности покрытия. Остальные обозначения приведены в [1]

Решение такой задачи было получено с помощью косинус – преобразования Фурье и методов решения уравнения Гельмгольца в

цилиндрических координатах для однородного цилиндра [2]. Можно воспользоваться результатами [1] с заменой

$$I_0 \left(\frac{\mu_n R}{L} \right) \rightarrow I_0 \left(\frac{\mu_n \xi(R) \bar{\alpha}}{L} \right) \text{ и } K_0 \left(\frac{\mu_n R}{L} \right) \rightarrow K_0 \left(\frac{\mu_n \xi(R) \bar{\alpha}}{L} \right), \quad (6)$$

$$\varphi_1 = \frac{L}{\bar{\alpha}} \left[\left(Q = j_1 \alpha T_{cp} + \frac{D}{2} + D_{k1} \right) \frac{1}{j_1 \alpha} \right] \frac{L \sin \mu_n}{\mu_n} \quad (7)$$

$$\varphi_2 = \bar{\alpha} R_x \left[Q \left(1 - \frac{W}{Q_{\text{внут}}} \right) + \frac{D}{2} + D_{kz} \right] \frac{L \sin \mu_n}{\mu_n}, \quad (8)$$

где, μ_n – корни уравнения

$$\mu \text{tg} \mu = \varphi L = \frac{\beta L}{\alpha_3}, \quad \beta_1 = \frac{\beta L}{\alpha_3}$$

Далее, используя итерационные методы, нетрудно получить все необходимые характеристики цилиндрического термоэлектрического модуля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дударев Ю.И. Определение характеристик, цилиндрических термоэлектрических модулей, в различных режимах работы. II. Стационарный режим. В сб. докладов «Термоэлектрики и их применения» доклады X межгосударственного семинара, Санкт-Петербург, 2006г, с. 405-407
2. Кошляков Н.с., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. М.: Высшая школа, 1970, 712с.