

УДК 621.316.71

Назаренко І.А.

канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ТЕПЛООБМІН ПРИ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОМУ ЕФЕКТІ ПЕЛЬТЬЄ

Основні рівняння теплового балансу на сторонах термоелектричного модуля відносяться до простого випадку, коли фіксовані температури холодних та гарячих сторін, причому вони не змінюються при зміні щільності струму живлення. Перепишемо їх у наступному вигляді [1-3]:

$$q_1 = ejT_1 - \frac{1}{2}j^2\rho\delta - \frac{\lambda}{\delta}(T_2 - T_1); \quad (1)$$

$$q_2 = ejT_2 - \frac{1}{2}j^2\rho\delta - \frac{\lambda}{\delta}(T_2 - T_1), \quad (2)$$

де q_1 та q_2 – щільність теплових потоків на холодній та гарячій сторонах термоелектричного модуля, Вт/м².

В реальних умовах роботи термоелектричного модуля доволі часто фіксованими є температури середи або об'єктів, що оточують холодні або гарячі сторони термоелектричного модуля. Термічні опори між сторонами термоелементу та середами, що оточують його слабо залежать від температури, а визначаються лише конструкцією теплообмінних апаратів, тому для кожного конкретного пристрою їх можна вважати постійними. Якщо підведення та відведення теплоти з поверхонь конденсаційної камери здійснюється шляхом конвективного обміну, то величина термічного опору буде визначатися коефіцієнтом тепловіддачі.

При фіксованих температурах зовнішніх серед температури сторін термоелектричного модуля визначаються наступними співвідношеннями:

$$T_1 = t_1 - \frac{q_1}{\alpha_1}; \quad (3)$$

$$T_2 = t_2 - \frac{q_2}{\alpha_2}, \quad (4)$$

де t_1 та t_2 – температури середовищ, що омивають холодну та гарячу сторони термоелектричного модуля, К;

α_1 та α_2 – коефіцієнти тепловіддачі з холодної та гарячої поверхні термоелектричного модуля, Вт/(м²·К).

Беручі до уваги формули (1) та (2) рівняння (3) та (4) запишуться у наступному вигляді:

$$\alpha_1 \cdot (t_1 - T_1) = \bar{e}jT_1 - \frac{1}{2}j^2\rho\delta - \frac{\lambda}{\delta}(T_2 - T_1); \quad (5)$$

$$\alpha_2 \cdot (T_2 - t_2) = ejT_2 - \frac{1}{2}j^2\rho\delta - \frac{\lambda}{\delta}(T_2 - T_1). \quad (6)$$

Вирішуючи систему рівнянь (5-6) відносно T_1 та T_2 , отримаємо залежність:

$$T_1 = \frac{\lambda\alpha_1t_1 + \lambda\alpha_2t_2 + \delta\alpha_1\alpha_2t_1 + \rho\delta\lambda j^2 + 0,5\rho\delta^2j^2\alpha_2 - 0,5\rho\delta^2\bar{e}j^3 - \delta\bar{e}j\alpha_1t_1}{\lambda\alpha_1 + \lambda\alpha_2 - \delta\bar{e}^2j^2 + \delta\alpha_1\alpha_2 - \delta\bar{e}j\alpha_1 + \delta\bar{e}j\alpha_1}; \quad (7)$$

$$T_2 = \frac{\lambda\alpha_1t_1 + \lambda\alpha_2t_2 + \delta\alpha_1\alpha_2t_2 + \rho\delta\lambda j^2 + 0,5\rho\delta^2j^2\alpha_1 - 0,5\rho\delta^2\bar{e}j^3 - \delta\bar{e}j\alpha_2t_2}{\lambda\alpha_1 + \lambda\alpha_2 - \delta\bar{e}^2j^2 + \delta\alpha_1\alpha_2 - \delta\bar{e}j\alpha_1 + \delta\bar{e}j\alpha_2}, \quad (8)$$

Рівняння (7) та (8) визначають температури сторін термоелектричного модуля в процесі теплообміну з оточуючими їх середовищами. Бачимо, що температури сторін термоелектричного модуля в процесі теплообміну є функціями декількох змінних: щільності струму, температур середовищ, коефіцієнтів тепловіддачі з поверхні. На рисунках 1-2 показано зміну температур сторін термоелектричного модуля в залежності від щільності струму в них при різних числових параметрах температур та коефіцієнтів тепловіддачі.

Основні вихідні дані для побудови графіків: $\alpha_1=300 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; $t_1=50 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_2=20 \text{ }^\circ\text{C}$. Відрізнятися будуть тільки коефіцієнти тепловіддачі: Ряд1 – $\alpha_2=300 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$; Ряд2 – $\alpha_2=500 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$; Ряд3 – $\alpha_2=1000 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

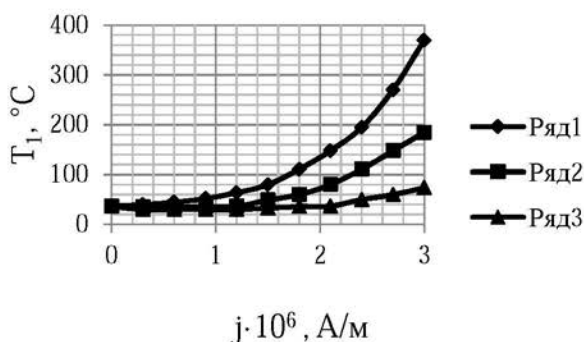


Рисунок 1 – Залежність температури гарячої сторони термоелектричного модуля від щільності струму

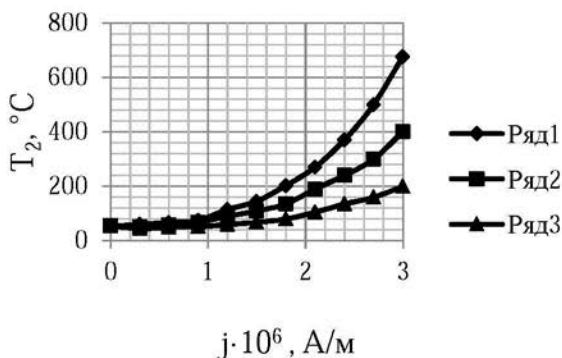


Рисунок 2 – Залежність температури холодної сторони термоелектричного модуля від щільності струму

Аналіз рисунків 1-2 показує, що при збільшенні коефіцієнту тепловіддачі з гарячої сторони термоелектричного модуля температура холодної сторони знижується. Тому умова інтенсивної тепловіддачі з гарячої сторони є основою для ефективної роботи термоелектричного модуля. Збільшення щільності струму в термоелектричному модулі також не завжди доцільно, так як, починаючи, з деякого моменту, це негативно позначається на його роботі, внаслідок чого він починає перегріватися. Отже, керування температурними режимами термоелектричного модуля, може здійснюватися за допомогою зміни електричного режиму, а також зміною умов теплообміну на його сторонах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурштейн, А.И. Физические основы расчета полупроводниковых термо-электрических устройств [Текст] /А.И Бурштейн. – Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. –135 с.
2. Зорин, И.В. Термоэлектрические холодильники и генераторы [Текст] / И.В. Зорин, З.Я. Зорина -Ленинград : «Энергия», 1973. –251 с.
3. Коленко, Е.А. Термоэлектрические охлаждающие приборы [Текст] / Е.А. Коленко. - Ленинград: Наука, 1967. –281 с.