УДК 621.47

В. С. Закордонець канд. фіз.-мат. наук, Т. М. Рекуник
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СТАБІЛІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ СВІТЛОДІОДНИХ СИСТЕМ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИМИ МОДУЛЯМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

Побудова сучасних світлодіодних систем неможлива без їх ефективного і безшумного охолодження. Звичайні повітряні вентилятори вже не здатні справитися з постійно зростаючими тепловими потоками, а рідинні системи охолодження громіздкі і важко інсталюються в освітлювальну систему. Дана проблема може бути розв'язана шляхом застосування термоелектричних модулів охолодження (ТЕМО) [1]. Важливою перевагою термоелектричного охолодження є можливість охолодення світлодіодів (СД) до температури нижчої ніж температура оточуючого середовища. Часто, при експлуатації СД виникає необхідність просторово розділити джерело світла та джерело холоду. Така ситуація виникає, наприклад, коли СД є складовою частиною світлодіодної системи з щільною упаковкою світлодіодів. В цьому випадку необхідно передбачити можливість спряження ТЕМО і СД спеціальними високотеплопровідними теплопроводами. Охолодження та стабілізація теплового режиму СД при допомозі ТЕМО вже вивчалося в ряді експериментальних та теоретичних робіт, однак при цьому джерело тепла і джерело світла були просторово обєднані. Метою даної роботи є розрахунок температуреого режиму світлодіода з просторово розділеними джерелом світла та джерелом холоду. Нехай на одному з кінців теплопроводу, який має вигляд металевого стержня встановлений СД, а на другому ТЕМО. Вважаємо, що світлодіод генерує теплову потужність P_g, холодна поверхня ТЕМО поглинає теплову потужність P_c а від горячої поверхні при допомозі радіатора відводиться теплова потужність P_h. Також вважаємо, що бічна поверхня теплопровода адіабатично ізольована.

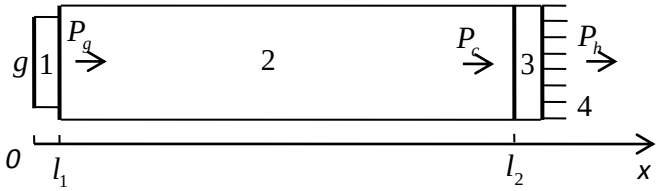

Рисунок 1. Теплова схема світлодіодної системи оснащеної термоелектричним модулем охолодження. 1 – світлодіод з активною зоною **g**, 2 – теплопровід, 3 – ТЕМО, 4 – радіатор.

В цьому випадку поширення тепла в системі описується стаціонарним рівнянням теплопровідності

$$\nabla^2\Theta_i - \gamma_i^2\Theta_i = 0\,,$$

та рівнянням теплогенерації

$$P_g = U_g I_g\,,$$

де Θ_i - температура перегріву *i*-тої структури системи, I_g та U_g струм та пряма напруга світлодіода. В результаті розв'язку системи диференціальних рівнянь з тепловими граничними умовами другого роду на границях структурних елементів був отриманий розподіл температури перегріву активної зони світлодіода:

$$\Theta(x) = P_g R_1^t\left[1 - \frac{x}{l_1} + \frac{1}{\sigma\ sh\ (\sigma)}\frac{R_2^t}{R_1^t}\left(ch\ (\sigma) - \frac{P_c}{P_g}\right)\right].$$

Очевидно, що ТЕМО повинен поглинати потужність не меншу ніж потужність СД, оскільки, в протилежному випадку стабілізація температурного режиму буде неможлива. Єдино можливим способом зробити використання ТЕМО ефективним є застосування електронного блока, який зможе регулювати споживану потужність ТЕМО в залежності від температури активної зони СД.

Література

Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник / Л.И. Анатычук. – Киев: Наукова думка, 1979. –765 с.