

УДК 621.47

В.С. Закордонець, канд. фіз.-мат. наук, доц., Н.В. Кутузова, О.Б. Підфігурний
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СТАБІЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ СВІТЛОДІВ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИМИ МОДУЛЯМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

V. Zakordonets, Ph.D., Assoc. Prof., N. Kutuzova, O Pidfihurnyi
THERMAL MODE STABILIZATION OF LED THERMOELECTRIC MODULES OF COOLING

Сучасні напівпровідникові джерела світла мають ККД перетворення електричної енергії в світлову близький до 30%. Таким чином, майже 70% підведеної енергії перетворюється в тепло. В умовах збільшення потужності світлодіодів (СД) традиційні системи термостабілізації не завжди справляються із забезпеченням адекватних теплових режимів. Якщо теплову енергію не відводити, то надмірний нагрів СД приведе до деградації світлових характеристик і зменшить його термін експлуатації. Крім того, збільшення температури зменшить яскравість свічення і світловий потік.

В роботі шляхом теоретичного аналізу встановлено аналітичні зв'язки між потужністю СД, тепловим опором охолоджувальної системи, холодопродуктивністю термоелектричних модулів охолодження (ТЕМО) та температурою перегріву гетеропереходу СД:

$$\Delta T_j = T_j - T_a = P_c \cdot (\Theta_c + \Theta_h) + (\alpha I \Delta T + I^2 R) \cdot \Theta_h - \Delta T$$

де $\Theta_c = \Theta_{js} + \Theta_{sc}$, і $\Theta_h = \Theta_{hr} + \Theta_{ra}$ – теплові опори з боку холодної і гарячої поверхонь, P_c теплова потужність СД, α – коефіцієнт диференціальної термоЕРС, κ – теплопровідність, R – опір напівпровідникового матеріалу віток, T_c , і T_h температура холодної і гарячої поверхонь, I – струм джерела живлення ТЕМО

$$\Delta T = T_h - T_c = \frac{1}{\kappa} \cdot \left(\alpha T_c I - \frac{1}{2} I^2 R - P_c \right),$$

перепад температури між гарячою та холодною поверхнями модуля.

Встановлено, що температура гетеропереходу СД визначається його потужністю, тепловим опором охолоджувальної системи, температурою оточуючого середовища та режимом роботи ТЕМО. Керування режимом роботи модуля здійснюється шляхом зміни величини струму живлення. При розробці і експлуатації термоелектричної системи охолодження важливим питанням є вибір оптимального струму при якому відбувається ефективне охолодження.

Показано, що при даній тепловій потужності СД та тепловому опорі системи охолодження існує оптимальна величина струму живлення ТЕМО, при якому температура гетеропереходу СД досягає мінімуму. При струмах близьких до оптимального, термоелектрична система охолодження дозволяє отримувати нижчі значення температури гетеропереходу ніж традиційна. При оптимальному співвідношенні між потужностями ТЕМО та СД термоелектрична система охолодження дозволяє знижувати температуру гетеропереходу СД до температур нижчих, ніж температура навколишнього середовища. Ефективність використання ТЕМО знижується при збільшенні теплової потужності СД і сумарного теплового опору системи охолодження. При аналізі ефективності роботи системи охолодження слід керуватися не лише параметрами ТЕМО, але і параметрами всієї системи охолодження СД в цілому: сумарним тепловим опором системи охолодження, тепловим навантаженням та режимом роботи ТЕМО.