

## **ВПЛИВ ТЕПЛООВОГО РОЗІГРІВУ ДЖОУЛЯ НА КВАНТОВУ ЕФЕКТИВНІСТЬ СВІТЛОДІОДІВ**

Ефективність прямого перетворення електричного струму в світлову енергію – основна проблема при створенні енергоощадних ламп високої яскравості на основі світлодіодів (СД). Вона визначається зовнішньою квантовою ефективністю.

На сьогоднішній день зовнішня квантова ефективність найкращих світових зразків СД на базі GaN в області кімнатних температур складає 20-35%. Однак, на практиці важлива не тільки ефективність, але і величина випромінюваного світлового потоку та якість кольоропередачі. Для збільшення світлового потоку СД потрібно збільшувати кількість електрон-діркових пар, які рекомбінують в області гетеропереходу в одиницю часу. Це легко зробити збільшуючи величину струму через гетероперехід. Проте, збільшення густини струму приводить до збільшення концентрації дефектів кристалічної ґратки, на яких рекомбінують електрон-діркові пари без випромінювання квантів світла, тобто до зменшення внутрішньої квантової ефективності гетеропереходу.

Механізм відводу тепла в оточуюче середовище у світлодіодів досить складний. На відміну від традиційних джерел світла, світлодіоди не випромінюють тепло, а проводять його в напрямку від гетеропереходу до розміщеного на корпусі радіатора. Шлях відводу тепла утворюється багатьма тепловими опорами між структурними елементами СД. В зв'язку з цим, використання потужних СД пов'язане з потенціальною можливістю надмірного збільшення температури гетеропереходу, від якої безпосередньо залежать надійність і світлотехнічні характеристики СД.

В роботі побудована теплоелектрична модель потужного СД на базі InGaN\GaN, яка містить в собі стаціонарне рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial^2 T_i}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial y_i^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial z_i^2} = 0, \quad (1)$$

де  $i=1, 2, 3$  – номер діодної структури, і рівняння термогенерації

$$q(x, y) = [1 - \eta_e(x, y)] j_f(x, y) U_f, \quad (2)$$

де  $q(x, y)$  - густина тепла,  $U_f$  – пряма напруга на СД,  $j_f(x, y)$  – густина струму.

В результаті розв'язку системи рівнянь при адіабатичних умовах другого роду на бокових гранях отриманий розподіл температури в гетероструктурі. Показано, що збільшення квантової ефективності СД можна досягти збільшуючи величину струму. При цьому, особливо актуальним стає режим тепловідводу тепла від гетероструктури. При виборі ефективної системи тепловідводу СД можуть успішно конкурувати з традиційними джерелами світла.