

УДК 623.407

**І. Белякова, В. Медвідь, В. Пісьціо, О. Шкодзінський**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## МЕТОДИКА АПРОКСИМАЦІЇ ПОЗИТИВНОЇ ГІЛКИ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЇ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОДІОДІВ

У процесі моделювання світлодіодних світильників виникає потреба отримання PSPICE-моделей світлодіодів. Окремі виробники дають моделі тих світлодіодів, що випускаються ними, але найчастіше відповідні PSPICE-моделі відсутні. Тому виникає задача апроксимації позитивної гілки вольт-амперної характеристики (ВАХ) і залежності світлового потоку від струму на основі експериментальних даних. Позитивна гілка ВАХ світлодіодів може бути наближена типовим чином:

$$I = I_0 \left( \exp\left(\frac{U - IR}{U_T}\right) - 1 \right),$$

де  $I_0$  - струм насичення,  $U_T$  - теплова напруга,  $R$  - омичний опір переходу у пряму напругу. Проте, так як світлодіод може мати велику кількість р-п переходів, напруга  $U_T$  вже не буде визначатись за формулою Шоклі. За аналогією із звичайними діодами припустимо, що робочий прямий струм  $I$  значно більший струму  $I_0$ , тоді апроксимація може бути переписана у лінійній формі:

$$U = IR + U_T \ln(I) + B, \quad \text{де } B = -U_T \ln(I_0).$$

В свою чергу, світловий потік легко апроксимувати виразом:

$$\Phi = A_0 + A_1 I + A_2 I^2 + A_3 I^3.$$

Для побудови апроксимацій будемо мінімізувати суму квадратів похибки між значенням напруги  $U_i$  та його апроксимацією  $\hat{U}(I_i)$  та між значенням відносного світлового потоку  $\Phi_i$  світлодіода та його апроксимацією  $\hat{\Phi}(I_i)$ . Враховуючі, що у точці мінімуму похибки похідні по шуканим параметрам  $R$ ,  $U_T$ ,  $B$  та  $A_i$  рівні 0 отримаємо системи рівнянь

$$\begin{bmatrix} 1 & \sum I_i & \sum I_i^2 & \sum I_i^3 \\ \sum I_i & \sum I_i^2 & \sum I_i^3 & \sum I_i^4 \\ \sum I_i^2 & \sum I_i^3 & \sum I_i^4 & \sum I_i^5 \\ \sum I_i^3 & \sum I_i^4 & \sum I_i^5 & \sum I_i^6 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_0 \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum \Phi_i \\ \sum I_i \Phi_i \\ \sum I_i^2 \Phi_i \\ \sum I_i^3 \Phi_i \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \sum I_i^2 & \sum I_i \cdot \ln(I_i) & \sum I_i \\ \sum I_i \cdot \ln(I_i) & \sum (\ln(I_i))^2 & \sum \ln(I_i) \\ \sum I_i & \sum \ln(I_i) & N \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ U_T \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum I_i \cdot \\ \sum \ln(I_i) \cdot \\ \sum I_i \end{bmatrix}$$

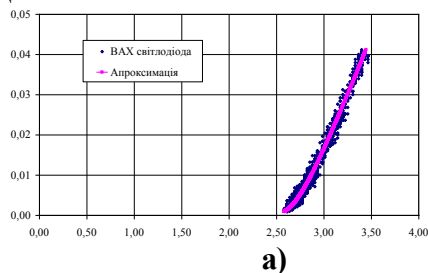
:

розв'язавши котрі отримаємо шукані апроксимації, а також  $I_0 = \exp(U_T/B)$ .

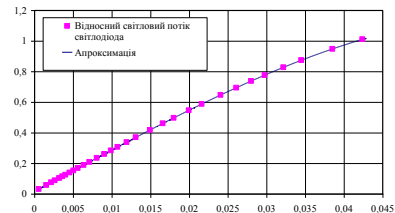
Для порівняння апроксимації і експериментальних даних розглянемо світлодіоди білого кольору свічення використані у світлодіодному прожекторі Magnum LHF150. Після проведення відповідних розрахунків отримаємо наступні параметри апроксимацій:

R (Ом)	$U_T$ В	B (В)	$I_0$ (А)	$A_0$	$A_1$ (А <sup>-1</sup> )	$A_2$ (А <sup>-2</sup> )	$A_3$ (А <sup>-3</sup> )
15,8	59,4 10 <sup>-3</sup>	2,985780	1,480 10 <sup>-22</sup>	1,72 10 <sup>-2</sup>	2,70 10 <sup>1</sup>	3,18 10 <sup>1</sup>	-2,7310 <sup>3</sup>

Зауважимо, що робочий струм на декілька порядків перевищує струм  $I_0$ . Тому припущення про малу величину  $I_0$  відносно  $I$  справджується. На рис. 1 а зображена отримана ВАХ та її апроксимація, на рис. 1 б – значення відносного світлового потоку та його апроксимація. З графіків випливає, що обрані види апроксимацій досить точно описують відповідні залежності.



а)



б)

Рис. 1. Вольт-амперна характеристика (а), світлова характеристика (б) та їх апроксимації