

Секція: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 628.971

В.А. Андрійчук док. техн. наук., проф., С.Ю. Поталіцин, М.О. Худз'як

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

**СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СВІЛОВИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ
ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ІЗ КОМПАКТНИМИ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИМИ
ЛАМПАМИ**

V. Andriychuk Dr., Prof., S. Potalitcyn, M. Hudzik

**LIGHT TECHNICAL CALCULATION OF LIGHT DEVICES FOR OUTER
LIGHTING WITH COMPACT LUMINESCENT LAMPS**

Енергоефективність освітлювальних установок (ОУ) визначається світлотехнічними параметрами джерел світла та оптичної системи світлових приладів, які забезпечують їх основні характеристики - світловий розподіл та коефіцієнт корисної дії (ККД). На даний час існує велика кількість різного типу світлових приладів для вуличного освітлення, спроектованих для розрядних джерел високого тиску типу ДНаТ чи ДРИ. Перспективними джерелами для зовнішнього освітлення з точки зору енергоефективності та покращення світлотехнічних параметрів є сучасні енергоощадні компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) великої потужності (45-240 Вт) з досить високими значеннями світловіддачі (50-80 лм/Вт), можливістю «теплого запуску» та діапазоном робочих температур від -30 до $+45^{\circ}\text{C}$. Використання в таких лампах традиційних цоколів E27 або E40 дозволяє використовувати їх для прямої заміни ламп розжарювання в існуючих світлових приладах. При цьому, як правило, проводиться тільки модернізація електричної схеми світильника, а оптична система залишається незмінною. Проте форма, розміри і розміщення світлого тіла джерела відносно оптичної системи визначають світловий розподіл світильника, захисний кут і, відповідно, впливають на параметри світлового поля, показники засліпленості та дискомфорту. Тому розробка СП із джерелами світла заданих розмірів є актуальною з точки зору збільшення енергоефективності світлотехнічних установок.

Найважливішим етапом проектування світлового приладу є етап світлотехнічного розрахунку, оскільки його результати значною мірою визначають форму і розміри оптичної системи світлового приладу, а також його світлотехнічні параметри. Мета світлотехнічного розрахунку полягає у встановленні параметрів оптичної системи СП залежно від геометричних розмірів та світлотехнічних параметрів джерела світла, що буде забезпечувати необхідні фотометричні характеристики СП. На даний час використовують два підходи до світлотехнічного розрахунку СП: прямий, що полягає у розрахунку форми кривої сили світла готового приладу, та зворотній, завданням якого є розрахунок геометричних параметрів поверхні відбивача СП за заданими фотометричними характеристиками.

Існує багато методів рішення як прямої, так і зворотної задачі проектування світлових приладів. До першого типу відносять методи балансу світлових потоків, елементарних відображень, прямого і зворотного ходу променя. До другого типу – метод Simultaneous multiple surfaces (SMS), метод підгонки поверхонь. Ці методи передбачають певні спрощення щодо форми світних тіл джерел світла та характеру їх свічення і не можуть забезпечити необхідну точність розрахунків.

У роботі проведено світлотехнічний розрахунок СП із заданими розмірами світлого тіла джерела. Попередні розрахунки проводилися із припущенням, що

джерело світла є точковим. Для розрахунків використали метод балансу світлових потоків, який полягає у розрахунку світлового потоку, випромінюваного світловим приладом в різні зони простору. При цьому початковий світлорозподіл СП задають функцією $I(\alpha)$, де α – кут між оптичною віссю світильника та напрямком сили світла I . Потім розраховують функцію необхідного ходу променів $\alpha(\varphi)$ (рис.1).

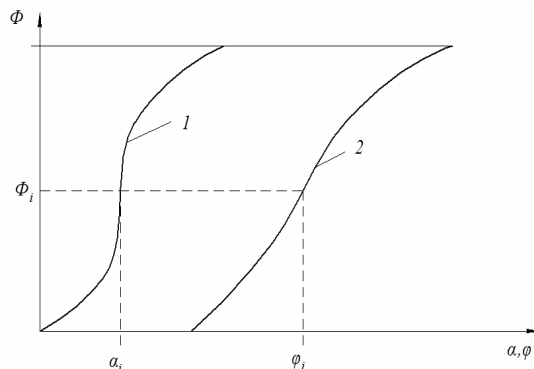


Рис. 1. Функції необхідного ходу променів: 1 – залежність відбитого світлового потоку від величини кута α ; 2 – залежність падаючого від джерела світлового потоку у напрямку φ

Координати профільної кривої відбивача визначалися із диференціального рівняння, яке виглядає наступним чином:

$$\frac{dr}{r} = \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha - \varphi}{2}\right) d\varphi$$

де r – радіус вектор поверхні відбивача;

φ – кут відбивання світла від поверхні відбивача.

Безпосередня заміна точкового джерела світла на джерело світла із заданими геометричними розмірами світлого тіла призведе до поглинання світним тілом частини відбитого світлового потоку, що в свою чергу знижує ККД світлового приладу. Тому, щоб розрахувати правильну форму відбивача, яка б направляла світло повз поверхню світлого тіла у заданому напрямку, проведено модернізацію отриманої поверхні відбивача по методу балансу потоків. Для того, щоб визначити рівняння нового відбивача, використано формулу

$$f(x, y, z) = \int_{x_1}^{x_k} W(x, y, z) dx + \int_{y_1}^{y_k} M(x_0, y, z) dy + \int_{z_1}^{z_k} R(x_0, y_0, z) dz + C,$$

де $C = f(x_0, y_0, z_0)$, $W = \frac{\partial f}{\partial x} = \frac{K_{x_i} + P_{x_i}}{\sqrt{2 - 2 \cos \psi}}$, $M = \frac{\partial f}{\partial y} = \frac{K_{y_i} + P_{y_i}}{\sqrt{2 - 2 \cos \psi}}$, $R = \frac{\partial f}{\partial z} = \frac{K_{z_i} + P_{z_i}}{\sqrt{2 - 2 \cos \psi}}$;

$(P_{x_i}, P_{y_i}, P_{z_i})$ – координати вектора тілесного кута ω (тілесний кут в якому зосереджений падаючий світловий потік);

$(K_{x_i}, K_{y_i}, K_{z_i})$ – координати вектора, що задає напрямок в якому буде перенаправлятися світловий потік;

ψ – кут між цими векторами.

Розроблено математичну модель, яка дозволяє проводити модернізацію оптичної системи світлового приладу із світним тілом заданих розмірів для підвищення ККД СП за рахунок забезпечення оптимального перерозподілу світлового потоку у зовнішню область. Дана модель оперує вихідними даними розрахунку відбиваючої поверхні, тому може бути застосована разом із будь яким методами світлотехнічного розрахунку.