

УДК 528.7, 629.78

МАТРИЧНИЙ ВИПРОМІНЮВАЧ НА ОСНОВІ ГАЛОГЕННОЇ ЛАМПИ

Міхесенко Л. А., Анікієнко Н. В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

В статті розглянуто проблему вибору джерела випромінювання в дифузному випромінювачі змінної яскравості. Розраховані вихідні характеристики та приведені графіки освітленості розсіювача в дифузному випромінювачі на основі галогенної лампи. Запропоновано схему дифузного випромінювача, де в ролі джерела випромінювання використовується матриця з галогенних ламп.

Розроблено методику розрахунку освітленості розсіювача від матриці з чотирьох галогенних ламп. За розробленою методикою розраховано освітленість розсіювача від матриці з чотирьох галогенних ламп типу КГМ 48-1000.

Ключові слова: *дифузний випромінювач змінної яскравості, розсіювач.*

Вступ

Останнім часом почали масово використовуватись матричні приймачі випромінювання в цифрових оптико-електронних системах. Тому актуальним на даний момент став розвиток випромінювачів, які застосовуються для вимірювання енергетичних характеристик матричних приймачів випромінювання.

До випромінювачів такого типу висуваються високі вимоги по однорідності яскравісного поля (відхилення менше 1% - 3%), величини яскравісного поля (не менше $10^3 \frac{\text{Вт}}{\text{ср} \cdot \text{м}^2}$), вихідної апертури випромінювача (не менше 0.25 м), динамічного діапазону зміни освітленості МПВ (не менше 10^4).

Створення випромінювачів, що повною мірою задовольняють переліченим вище вимогам, є складним технічним завданням. Так використання ламп розжарювання і галогенних ламп дозволяє отримати високі яскравості, але не забезпечує виконання вимог по однорідності, лінійності і повторюваності зважаючи на їх малий термін служби і поступового вигорання нитки розжарення. Застосування потужних світлодіодів не дозволяє виконати вимогу по стабільності спектрального складу і повторюваності вимірів через високу чутливість до змін температури і напруги живлення. Використання інтегруючої сфери, хоча і дозволяє досягти високої однорідності в межах вихідної апертури, лінійності вихідної характеристики і повторюваності, але забезпечення великої яскравості та великого динамічного діапазону пов'язане з істотними технічними труднощами.

Однією із найбільш перспективних схем побудови таких випромінювачів є схема з використанням галогенної лампи розжарювання і вторинного випромінювача у вигляді дифузного розсіювача. Ця схема дозволяє отримати велику яскравість вихідної апертури у поєднанні з високою однорідністю її розподілу. Важливою перевагою такої схеми є можливість зміни яскравості в широких межах за рахунок точного переміщення тіла розжарення лампи відносно розсі-

ювача. Водночас, вихідна характеристика випромінювача буде обернено пропорційна до квадрата відстані від джерела випромінювання до розсіювача [1].

Стрімкий розвиток багатоеlementних приймачів випромінювання спричинив підвищення технічних вимог до випромінювачів, які використовуються для вимірювання енергетичних характеристик МПВ.

Метою роботи є пошук такого джерела випромінювання, з допомогою якого можна задовольнити такі технічні вимоги до дифузного випромінювача, як вихідна апертура випромінювача не менше 0.25 м та яскравість розсіювача $L = 10^5$ Вт/ср · м².

Постановка задачі

Відома схема дифузного випромінювача на основі однієї галогенної лампи [2]. Важливим фактором впливу на вихідні характеристики дифузного випромінювача змінної яскравості являється лінійна зона освітленості внутрішньої поверхні розсіюючого елемента ΔX , яку створює первинний випромінювач (в даному випадку галогенна лампа).

На рис.1 представлені графіки освітленості розсіювача вздовж осі OX для двох кварцових галогенних ламп (з мінімальним і максимальним тілом розжарення). Розрахунок освітленості проводився на трьох відстанях від тіла розжарення до розсіювача: $z_1 = 0.1 \cdot a$ мм, $z_2 = 10 \cdot a$ мм та $z_3 = 200$ мм, де a – ширина тіла розжарення. Значення ΔX та яскравості L розсіювача представлені в табл. 1.

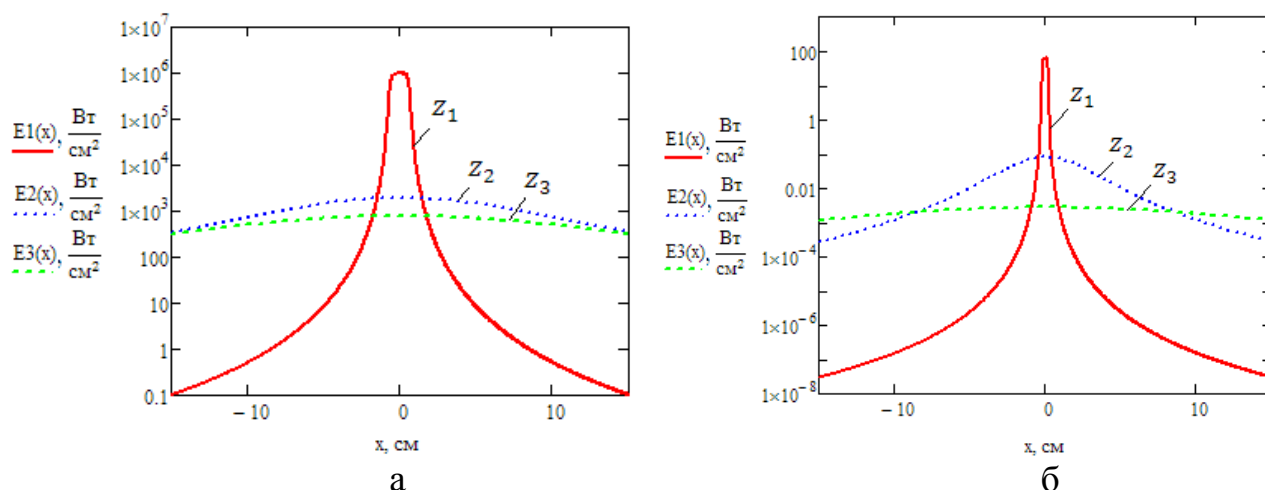


Рис. 1. Графіки освітленості розсіювача вздовж осі OX для двох кварцових галогенних ламп: а – графіки освітленості від лампи КГМ 48-1000 (з максимальним тілом розжарення); б – графіки освітленості від лампи КГМ 12-100 (з мінімальним тілом розжарення).

Аналіз результатів розрахунку яскравості розсіювача показав, що за допомогою однієї галогенної лампи неможливо отримати такі вихідні характеристики дифузного випромінювача, як вихідна апертура не менше 0.25 м та яскра-

вість розсіювача $L = 10^5$ Вт/ср·м². Тому в цій роботі розглядається схема дифузного випромінювача, де в ролі джерела випромінювання використовується матриця з галогенних ламп. Розрахунок такого випромінювача представлено в наступному розділі.

Таблиця 1. Значення ΔX та яскравості L розсіювача

Тип галогенної лампи	ΔX , мм	z , мм	L , Вт/ср·м ²
КГМ 48-1000	15.6	1.27	$1.563 \cdot 10^8$
	373.4	127	$31.075 \cdot 10^4$
	590.1	200	$12.399 \cdot 10^4$
КГМ 24-350-1	7	0.56	$21.965 \cdot 10^4$
	168.4	56	$0.075 \cdot 10^4$
	582	200	56.698
КГМ 36-400	8	0.78	$14.942 \cdot 10^4$
	224.2	78	$0.017 \cdot 10^4$
	576	200	23.36
КГМ 36-500	10.8	0.78	$3.776 \cdot 10^4$
	238	78	$0.011 \cdot 10^4$
	600	200	16.93
КГМ 12-100-1	6.8	0.6	$1.074 \cdot 10^8$
	178	59.5	$9.335 \cdot 10^4$
	592	200	$0.75 \cdot 10^4$
КГМ 12-100-2	5.2	0.41	$0.833 \cdot 10^4$
	126	41	16.25
	612	200	$5.557 \cdot 10^{-2}$
КГМ 12-100	4	0.37	$2.957 \cdot 10^4$
	106	37	13.81
	616	200	0.3867

Матричний випромінювач

Схема дифузного випромінювача, де в якості джерела випромінювання ви-

користується матриця з чотирьох галогенних ламп, представлена на рис. 2.

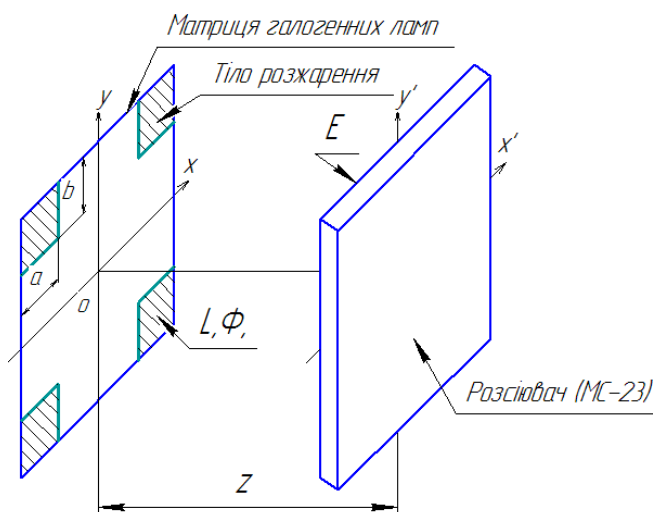


Рис. 2. Схема матричного дифузного випромінювача, де a і b – розміри тіла розжарення галогенної лампи; L – яскравість тіла розжарення; Φ – потік випромінювання галогенної лампи; Ω – тілесний кут, в який випромінює тіло розжарення; E – освітленість розсіювача

Методика розрахунку освітленості розсіювача від матриці з чотирьох галогенних ламп полягає в наступному. Тіло розжарення галогенної лампи розглядається як джерело випромінювання прямокутної форми (при цьому форма тіла розжарення у вигляді витків на рівномірність освітленості не впливає, так як розрахунки велися в дальній зоні). Оскільки матриця побудована з чотирьох галогенних ламп, площа матриці розбивається на чотири прямокутники, одна із вершин яких розташовується в початку системи координат XOY (рис. 2). Формула для розрахунку освітленості точки поверхні, яка розташована на відстані z від такого прямокутника, має вигляд:

$$\begin{aligned}
 E(x) = \frac{L}{2} \cdot & \left[\left(\frac{a+x}{\sqrt{z^2+(a+x)^2}} \cdot \arctg \frac{b+y}{\sqrt{z^2+(a+x)^2}} + \frac{b+y}{\sqrt{z^2+(b+y)^2}} \cdot \arctg \frac{a+x}{\sqrt{z^2+(b+y)^2}} \right) - \right. \\
 & - \left(\frac{a+x}{\sqrt{z^2+(a+x)^2}} \cdot \arctg \frac{y}{\sqrt{z^2+(a+x)^2}} + \frac{y}{\sqrt{z^2+y^2}} \cdot \arctg \frac{a+x}{\sqrt{z^2+y^2}} \right) - \\
 & - \left(\frac{x}{\sqrt{z^2+x^2}} \cdot \arctg \frac{b+y}{\sqrt{z^2+x^2}} + \frac{b+y}{\sqrt{z^2+(b+y)^2}} \cdot \arctg \frac{x}{\sqrt{z^2+(b+y)^2}} \right) + \\
 & \left. + \left(\frac{x}{\sqrt{z^2+x^2}} \cdot \arctg \frac{y}{\sqrt{z^2+x^2}} + \frac{y}{\sqrt{z^2+y^2}} \cdot \arctg \frac{x}{\sqrt{z^2+y^2}} \right) \right] \quad (1)
 \end{aligned}$$

При розрахунку освітленості в початку системи координат $X'OY'$ достатньо освітленість, розраховану за формулою (1), збільшити в чотири рази. При розрахунку освітленості точки, яку зміщено відносно початку системи координат $X'OY'$, треба додати значення освітленостей від чотирьох прямокутників, розрахованих за формулою (1). Водночас, треба враховувати, що при зсуві точки відносно початку системи координат $X'OY'$, змінюються розміри прямокутників, на які розбита площа матриці.

Дослідження характеристик матричного випромінювача

Для дослідження характеристик матриці в якості галогенної лампи було обрано лампу з тах тілом розжарення типу КГМ 48-1000 [3]. Графік освітленості розсіювача від матриці з галогенних ламп КГМ 48-1000 має наступний вигляд (при $z = 200$ мм):

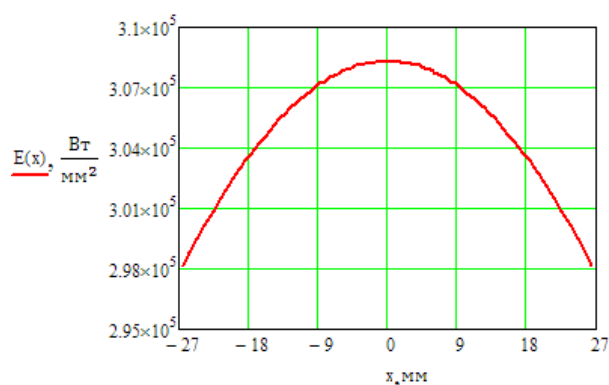


Рис. 3. Графік розподілу освітленості на поверхні розсіювача від матриці галогенних ламп КГМ 48-1000

Освітленість розсіювача від матриці з галогенних ламп в даних дослідженнях розраховувалась дискретно (в кожній точці окремо) вздовж осі OX .

Залежності освітленості розсіювача від розміру тіла розжарення та від відстані між тілами розжарення представлені на рис. 4.

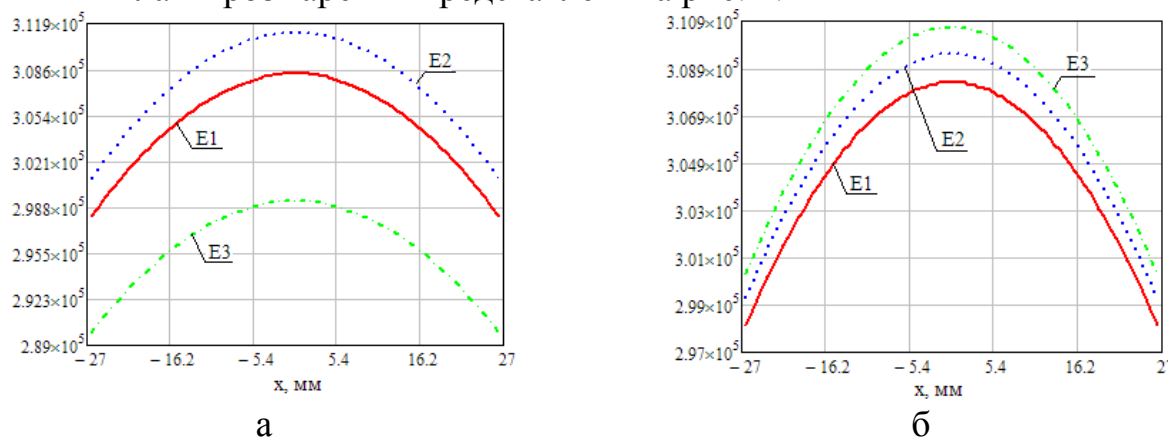


Рис. 4. Графік залежності освітленості розсіювача від: а – від відстані між тілами розжарення ($E1(x)$ – освітленість при початковій відстані; $E2(x)$ – освітленість при відстані, зменшеній в 2 рази; $E3(x)$ – освітленість при відстані, збільшеній в 2 рази); б – від розміру тіла розжарення ($E1(x)$ – початкова освітленість від лампи типу КГМ 48-1000; $E2(x)$ – освітленість при тілі розжарення більшому в 2 рази; $E3(x)$ – освітленість при тілі розжарення більшому в 3.601 рази)

У подальшому плануються дослідження характеристик матричного випромінювача при різній конфігурації галогенних ламп.

Висновки

1. Розраховані вихідні характеристики (ΔX та L) дифузного випромінювача на основі однієї галогенної лампи. Аналіз результатів розрахунків показав, що з допомогою однієї галогенної лампи неможливо отримати вихідну апертуру випромінювача не менше 0.25 м та яскравість розсіювача $L = 10^5$ Вт/ср·м².

2. Запропонована схема дифузного випромінювача, яка побудована на використанні матриці з галогенних ламп. Розроблена методика розрахунку освітленості розсіювача від матриці з чотирьох галогенних ламп. Розрахована освітленість розсіювача від матриці з чотирьох галогенних ламп типу КГМ 48-1000. Приведені графіки залежності освітленості розсіювача від відстані між тілами розжарення та від розміру тіла розжарення для матриці з чотирьох галогенних ламп.

3. Аналіз графіків освітленості розсіювача від матриці з галогенних ламп показав, що використовуючи матриці галогенних ламп можна отримати вихідну апертуру випромінювача не менше 0.25 м та яскравість розсіювача $L = 10^5$ Вт/ср·м².

Література

1. Михеенко Л. А. Теория и расчет диффузного излучателя переменной яркости на законе обратных квадратов / Л. А. Михеенко, В. Н. Боровицкий // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2006. – № 1. – С. 73 – 80.
2. Эпштейн М. И. Измерение оптического излучения в электронике. – М.: Энергия, 1990. – 254 с.
3. Лампы накаливания галогенные: отраслевой кат. / Электротехника СССР – ИНФОРМЭЛЕКТРО, 1988. – С. 6.

*Надійшла до редакції
02 лютого 2014 року*

© Михеенко Л. А., Анікієнко Н. В., 2014

УДК 535.42

СТЕНД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ІНТРАОКУЛЯРНИХ ЛІНЗ

Колобродов В. Г., Кучугура Є. О.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

У зв'язку з постійним ускладненням конструкції інтраокулярних лінз, а також особливими вимогами до точності їх виготовлення, необхідно мати достатньо потужний інструмент для дослідження таких лінз. Тому постало завдання розробити новий прилад, який не поступається відомим аналогам та має значні переваги. Розглянуто декілька альтернативних методів для спрощення процедури вимірювань та обрано оптичну схему та конструкцію