

МЕТРОЛОГІЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДВОКОМПОНЕНТНИХ ДОДАТКОВИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ФАР ДАЛЬНЬОГО СВІТЛА

Рибалочка Андрій Володимирович,

кандидат технічних наук, с.н.с.

Сальников Вадим Олександрович,

кандидат фізико-математичних наук

Бойко Дар'я Олександрівна,

кандидат технічних наук

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України

E-mail: andriy.rybalochka@gmail.com

F-

Освітлювальні пристрої спрямованого світла відіграють значну роль в широкому спектрі завдань, які виконує світлодіодне світлотехнічне обладнання для освітлення об'єктів в приміщеннях та на відкритому просторі. Це може бути: підсвічування товарів та інших об'єктів для привернення уваги в торгових центрах, громадському транспорті, музеях та інших приміщеннях громадського користування; створення концентрованого освітлення для акцентного виділення об'єктів в архітектурній та дорожній сферах застосування; керування рухом на різного роду транспорті (світлофори); реалізація маяків та сигнальних вогнів для морського та авіатранспорту; освітлення стадіонів, спортивних майданчиків, басейнів, концертних залів та клубів; підсвічування статичних та супроводження рухомих об'єктів різного роду в темний період часу при їх наземному та повітряному переміщенні; спеціалізоване освітлення фото-, кіно- та телезйомок тощо [1].

Ще одним з найважливіших застосувань освітлювальних пристроїв даного типу, якість якого безпосередньо впливає на безпеку людини, є автомобільні фари [2,3]. Широкої популярності на ринку користуються додаткові світлодіодні автомобільні фари. В них для забезпечення високих значень осової сили світла, з однієї сторони, та загального типового для фар світлорозподілу, з другої, додатково з блоком із звичайними світлодіодами використовується також блок із лазерними світлодіодами. Фотографії прикладу зразка подібних фар у різних режимах роботи наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Фото зразка додаткової потужної світлодіодної фари в різних режимах роботи.

Крім цього двокомпонентного світлодіодного блоку дальнього світла, який використовується безпосередньо під час руху автотранспортного засобу, такі фари оснащуються блоком освітлення для здійснення паркувальних маневрів. Паркувальні вогні таких фар зазвичай мають білий або жовтий колір, а також опціонально можуть містити обидва варіанти в одній фарі. Паркувальні вогні малопотужні в порівнянні з режимом дальнього світла та призначені лише для вищезгаданих паркувальних маневрів на малих швидкостях руху, а також для означення габаритних розмірів транспортного засобу.

Значно більш цікавим для дослідження в фарах даного типу є потужний двокомпонентний світлодіодний елемент для формування дальнього світла. Саме на

визначенні його параметрів та характеристик, особливостей роботи при виході на стабілізований тепловий режим та відповідності заявлених виробником світлотехнічних параметрів реальним були спрямовані роботи по тестуванню декількох зразків аналогічних фар, що наведені в представлених тезах.

В силу того, що блок з лазерними світлодіодами створює потужний та вузькоспрямований промінь світла, дослідження його світлорозподілу на гоніофотометрі далеко не завжди є ефективним. Для даного об'єкту випробувань була використана дещо модифікована узагальнююча методологія для визначення осьової сили світла, кута розкриття променю та діаметру області освітлення, що використовується для дослідження світлових характеристик освітлювальних пристроїв прожекторного типу [2,3]. Схематично вона представлена на рис. 2.

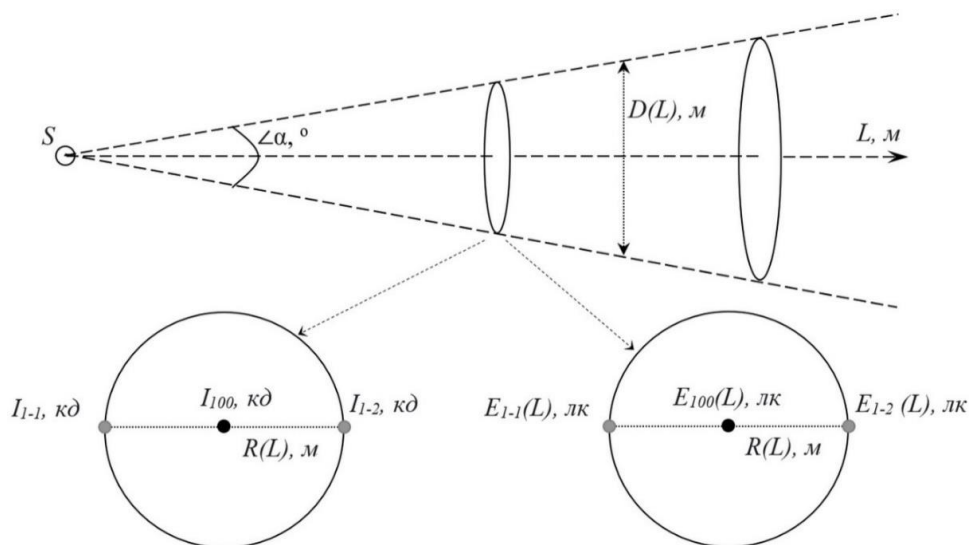


Рисунок 2 – Схематичне представлення методу визначення осьової сили світла, кута розкриття променю та діаметру області освітлення для фар дальнього світла.

На рис.2 використані наступні умовні позначення:

S – джерело світла; L – відстань від джерела світла до площини спостереження;

E_{100} та I_{100} , – освітленість в центрі області освітлення та осьова сила світла (максимальні значення);

E_{1-1} та E_{1-2} ; I_{1-1} та I_{1-2} – значення освітленості та сили світла на границях області освітлення у напрямку горизонтально ліворуч та праворуч від її центру величинами порядку 1% від значень E_{100} та I_{100} , відповідно;

α – кут розкриття променю (подвійний кут між напрямком осьової сили світла та напрямком сили світла з величиною порядку 1% від осьової);

$D(L)$ та $R(L)$ – діаметр та радіус області освітлення на відстані L зі значеннями по краях області освітленості (сили світла) порядку 1% від значення E_{100} (I_{100}).

Значення світлового потоку для різних режимів роботи фар, динаміка його зміни при виході в термостабілізований режим роботи, а також їх колірні характеристики визначалися на вимірювальному комплексі на базі спектрометру на інтегруючій сфері діаметром 2 м від виробника «Instrument systems» (Німеччина).

Узагальнені результати досліджень зміни протягом однієї години з моменту вмикання осьової сили світла, яка визначалась за методом, що схематично наведений на рис.2, та світлового потоку, який визначався на вимірювальному комплексі на базі спектрометру та інтегруючій сфери, продемонстровано на рис. 3.

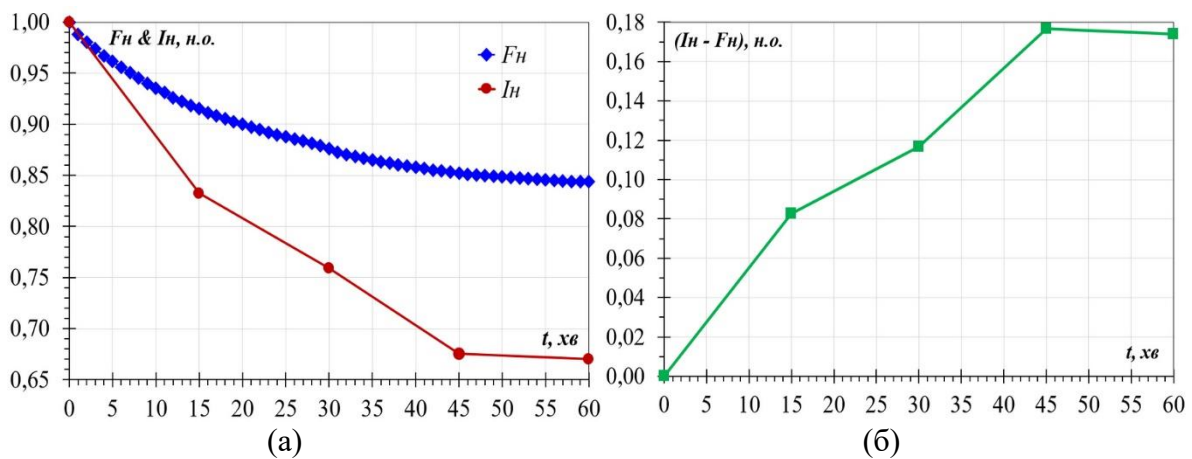


Рисунок 3 – Типові характеристики динаміки зміни осьової сили світла та світлового потоку для зразків світлодіодної фари в режимі дальнього світла протягом однієї години.

На рис. 3(а) наведені залежності зміни осьової сили світла (I_n) та світлового потоку (F_n) протягом однієї години з моменту вмикання фари, нормовані на відповідні максимальні значення в момент вмикання. Отримані результати наочно демонструють, що вплив нагріву в процесі роботи на відносне зменшення початкового значення осьової сили світла може досягати 35%. При цьому аналогічне відносне зменшення від початкового значення світлового потоку є більш ніж у два рази меншим і становить величину порядку 15%. Тобто різниця в зменшенні цих параметрів за одну годину досягає значення 18-20% (див. рис. 3(б)). Стосовно значень параметрів, заявлених у паспортах на дані фари, то вони виявилися на 5-10% вищими за визначені нами величини в момент вмикання. Отже реальні робочі значення можуть бути практично на третину меншими від заявлених.

Також проводилося дослідження стабільності світлотехнічних параметрів фар в залежності від напруги живлення постійним струмом в діапазон $10 \div 32\text{В}$. Вони продемонстрували гарну стабільність в цьому діапазоні починаючи з напруги 14В: флуктуація значень параметрів в межах 1-2%. При напрузі живлення 12В вони зменшуються майже на 10%, а при напрузі 10В вже більше ніж на 50%. Тобто висока стабільність світлотехнічних параметрів фар даного типу виявлена в діапазоні напруги живлення $14 \div 32\text{В}$.

Список використаних джерел

1. Tom Jory, Paul Sims, Yi-Ying Lai, "WHITE PAPER: High-Luminance LEDs for Directional Lighting Applications," LUMINUS Devices, Inc., Pages: 31 (2023).
2. H. H. Wu, Y. P. Lee, and S. H. Chang, "Fast measurement of automotive headlamps based on high dynamic range imaging," Appl. Opt. 51(28), 6870–6880 (2012).
3. О. Полярус, О. Купко, Ю. Черняк, "Похибки вимірювання сили світла автомобільних фар та дорожніх світлофорів," Будівництво. Матеріалознавство. Машинобудування. Серія : Підйомно-транспортні, будівельні та дорожні машини та обладнання., Вип. 57, с. 222-231 (2010).