

УДК 745/749:628.9

Специфіка дизайну світлодіодних світильників прямого світла

Л. М. Коваль¹

¹канд. мистецтвознавства, доц., докторант. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, likocolor@gmail.com, ORCID:0000-0002-7324-0377

Анотація. У статті досліджено дизайн світлодіодних світильників прямого світла і встановлено, що його специфіка полягає у спрямуванні світлового потоку кожного джерела перпендикулярно до освітлюваної поверхні для підвищення загальної світлової ефективності світильника, використанні поверхні якомога більшої площі для монтажу світлодіодів, застосуванні для виготовлення відбивачів теплопровідних матеріалів, таких як алюміній або теплопровідний пластик, передбаченні отворів у зовнішній обмежувальній поверхні оболонки відбивача для покращення циркуляції повітря та тепловідводу від світильника, використанні світлодіодів з різними тілесними кутами випромінювання і наданні можливості автономного управління невеликими групами світлодіодів для забезпечення варіативності світлового розподілу, розміщенні світлодіодів з якомога меншою відстанню між їхніми центрами для пом'якшення множинних тіней, використанні в одному світильнику світлодіодів з однаковими формами лінз для забезпечення естетичної узгодженості всього виробу. За наведеними вище положеннями, було спроектовано дві серії світлодіодних світильників прямого світла зі ступінчастою формою відбивача: з двома площинами симетрії та круговою симетрією відбивача. Ці конструкції захищено патентом на корисну модель № 135975.

Ключові слова: дизайн, світлодіодний світильник, світильник прямого світла, симетричний світильник.

Вступ. Ефективність використання електроенергії, що витрачається в галузі світлотехніки, у значній мірі визначається номенклатурою і характеристиками освітлювальних приладів (ОП). До групи ОП входять світильники, прожектори і проєктори. Як правило, ОП не лише виконують роль функціональних виробів, що забезпечують відповідні умови праці та відпочинку, але також є архітектурними елементами, яким властивий значний емоційний вплив на людей [1, с. 5-11].

Відомо, що номенклатура, якість і кількість наявних джерел світла у значній мірі визначають асортимент і кількість ОП, що виробляються, а також їхні конструктивні особливості й експлуатаційні характеристики [1, с. 22]. Тому застосування новітніх джерел світла – світлодіодів – для загального освітлення актуалізує потребу дослідження специфіки дизайнерського проектування світильників на основі цих джерел.

Однією з важливих проблем світлодіодного освітлення є забезпечення відповідного теплового режиму світильників. Адже на сьогодні відомо, що основною причиною зниження з часом світлової ефективності світлодіодів є їхній перегрів у робочому стані. Вони випромінюють набагато менше теплоти, ніж інші джерела штучного світла. Водночас цієї теплоти достатньо для пришвидшення деградації та саморуйнування. Таким чином, одна із основних задач при проектуванні світлодіодно-

го освітлення і світлодіодних світильників – забезпечення максимального тепловідведення. Основна теплота випромінюється в області пайки світлодіодів, тобто в місцях їхнього суміщення з монтажною поверхнею. Різні виробники різним чином намагаються вирішувати проблему тепловідведення від потужних світлодіодів: переважна більшість розміщують їх на алюмінієвій підкладці, інші (Seoul Semiconductor [2, с. 16-17]), навпаки, експериментують зі світлодіодами без корпусу з використанням технології прямого монтажу безпосередньо на плату. Деякі виробники використовують при виготовленні світлодіодних ламп теплопровідну пластмасу або кераміку, інші – охолоджують потужні світлодіодні модулі тепловими трубами [3].

Проте, проблема ефективного тепловідведення властива і світлодіодам з невисокою одиночною потужністю до 0,5 Вт. Тому її необхідно вирішувати комплексно, не лише за рахунок конструкції світлодіода, матеріалу підкладки під кристал (при проектуванні самих світлодіодів) та матеріалів конструктивних частин ОП, але і за рахунок геометричної форми монтажної поверхні та способу розміщення на ній світлодіодів (при проектуванні світильників і освітлювальних систем).

Одне з перших питань, що з'являється при світлотехнічному проектуванні ОП, є вибір типу, потужності, кількості і розміщення джерел світла [1, с. 218-219]. Світлодіоди мають порі-

вняно невелику одиничну потужність. Для відповідного рівня освітленості і теплового режиму більш доцільно розміщувати їхню велику кількість на поверхні якомога більшої площі. Тому другою важливою проблемою проектування світлодіодних світильників прямого світла є утворення множинних тіней. Як відомо [4], множинні тіні можна одержати, якщо освітити об'єкт декількома джерелами, розташованими на одній прямій паралельно екрану (відбивній поверхні).

Сучасні світлодіоди мають високу світлову ефективність і мініатюрні розміри, що призводить до концентрації значного світлового потоку в одній точці. Ця обставина визначає третю проблему проектування світлодіодних світильників – захист зору користувачів від прямого попадання світла як окремих світлодіодів, так і їх груп

Перелічені фактори важливо враховувати при дизайнерському проектуванні світлодіодних світильників, адже вимоги технічної естетики і дизайну ОП органічно пов'язані з вимогами світлотехнічними, оскільки світловий потік і його спектральні та інші властивості значно впливають на середовище [1, с. 114].

Актуальність дослідження. З огляду на все вищезазначене можна констатувати, що визначення специфіки дизайну світлодіодних світильників прямого світла є актуальним завданням.

Останні дослідження та публікації. Ю. Б. Айзенбергом окреслено основні напрямки розробки освітлювальних приладів (до них належать і світильники), які і на сьогодні залишаються актуальними [1, с. 24]:

- підвищення світлотехнічної ефективності;
- підвищення раціональності конструкції, надійності й тривалості роботи;
- зниження трудомісткості виробництва й матеріальних затрат;
- покращення монтажних характеристик і полегшення обслуговування;
- покращення архітектурно-художніх характеристик.

Вищезазначені напрямки стали визначальними при формуванні проектних пропозицій і способів вирішення окремих проблем світлодіодного освітлення, що розглядаються у даному дослідженні.

Традиційно, світильник визначається за [5] як прилад, який перерозподіляє, фільтрує та перетворює випромінюване однією чи кількома лампами світло, і який має всі необхідні частини для утримання й захисту ламп і, якщо

необхідно, електричне коло з пристроями для приєднання до мережі живлення. Світлодіод, як і лампа, є джерелом світла. Світлодіодна лампа як джерело може містити декілька світлодіодів, а світлодіодні світильники можуть містити декілька світлодіодних модулів чи ламп або ж велику кількість окремих світлодіодів. Тому з урахуванням визначення (за [6]) поняття «освітлювальний прилад», і щоб уникнути звуження поняття «світильник», у його визначенні доречно замінити «лампи» на «джерела світла». При цьому передбачається можливість використання у конструкції світильників множини джерел світла (світлодіодів).

Світильники для житлових і громадських приміщень є однією з найбільш широких, численних і різноманітних груп ОП. До неї можна віднести світильники для житлових кімнат і допоміжних приміщень квартир, готелів, санаторіїв і будинків відпочинку, для бібліотек, підприємств громадського харчування (ресторанів, кафе, їдалень), театрів, клубів, палаців культури тощо. Характерними властивостями їхньої конструкції є: широка уніфікація вузлів і деталей у серіях виробів; використання модульної системи; розробка комплектів світильників; високий рівень дизайнерського опрацювання конструкції. Відносно цієї групи світильників немає жорстких вимог щодо кривих сили світла (КСС), а використання уніфікованих формуювальних елементів дозволяє знизити собівартість і отримати широкую номенклатурну різноманітність виробів [1].

У статті розглядається специфіка дизайну світильників прямого світла, що за призначенням належать до найширшої групи звичайних (незахищених) світильників – без спеціального захисту від пилу та вологи [5]. Їхнє використання є доречним у приміщеннях без суттєвого виділення пилу, до яких відноситься переважна більшість житлових і громадських приміщень.

Традиційно вважається, що світильник перерозподіляє світло всередині значних тілесних кутів (до 4π) і призначений для освітлення відносно близько розміщених об'єктів (таких, що знаходяться на відстанях, звичайно менших 20-кратних розмірів відбивача світильника) [1]. Стосовно світильників для загального освітлення громадських і житлових інтер'єрів це твердження не має протиріч. У даній роботі світильник розуміється як освітлювальний прилад з вищезазначеними властивостями.

Формулювання цілей статті. Метою статті є визначення специфіки дизайну світлодіодних світильників прямого світла і розробці на основі отриманих результатів відповідних сві-

тильників.

Основна частина. В історії розвитку галузі освітлення вже відбувалися етапи переходу на джерела світла, що принципово відрізнялися від попередніх. Один зі шляхів впровадження нових джерел світла полягав у адаптації до них наявної системи освітлення. Так сталося з електричною «свічкою» Яблочкова, яка досить широко використовувалася в адаптованих газових ліхтарях [7], або з підвісним світильником, розробленим Чарльзом Ренне Макінтошем (Charles Rennie Mackintosh) для газового освітлення у власній квартирі, металевий абажур якого він потім адаптував для використання електричного світла [7]. Сучасним прикладом цього підходу може бути застосування світлодіодних ламп (так званих ретрофітних), створених для прямої заміни ламп розжарювання [2].

Такі заходи необхідні на початкових етапах впровадження нових освітлювальних технологій для забезпечення їхньої інтеграції в існуючі системи освітлення, швидка і повна перебудова яких стримується економічними факторами. Відповідно, світлодіоди вбудовуються у світильники, створені за традиційними конструктивними схемами, призначеними для інших джерел світла. Для таких адаптованих світильників номенклатурна класифікація за експлуатаційними групами, що донедавна входила до стандартів з освітлення, може бути розширена за рахунок доповнення третьою групою конструктивно-світлотехнічних схем світильників зі світлодіодами (табл).

Інший шлях переходу на принципово нові джерела в освітленні полягає у впровадженні відповідно до їхніх технологічних характеристик нової системи централізованого освітлення. Історичним прикладом цього підходу в минулому може слугувати розробка і виробництво компанією Едісона [7], окрім першої масової лампи розжарювання, повного комплексу обладнання, необхідного для введення електричного світла в будинки людей – від генераторів до розеток і вимикачів.

Такий підхід також передбачає пошуки найбільш доцільних конструкцій і форм світильників, виготовлених для використання нового джерела світла. Тому, для класифікації світлодіодних світильників, розроблених виключно для використання світлодіодів з урахуванням їхніх технологічних можливостей, необхідно застосовувати більш узагальнений видовий поділ.

У цьому контексті доречною є класифікація світильників для загального освітлення в

приміщенні відповідно до відсоткового розподілу світлового потоку над і під горизонтальною площиною (рис. 1). Також, залежно від симетричності випромінюваного світлового потоку, виокремлюють дві групи світильників [8]:

1. Світильники з симетричним світловим розподілом, у яких світловий потік випромінюється симетрично відносно осі симетрії. Просторовий розподіл світлової інтенсивності може бути представлений у вигляді одної кривої сили світла (для світильників з круговою симетрією) та двох кривих сили світла (для світильників з двома осями симетрії світлового розподілу).

2. Світильники з асиметричним світловим розподілом, у яких світловий потік випромінюється асиметрично відносно осі симетрії. Просторовий розподіл світлової інтенсивності може бути поданий у вигляді фотометричного тіла світлового випромінювання або декількома (багатьма) плоскими кривими цього фотометричного тіла, залежно від характерних площин перерізу.

Окрім джерел світла, світильники також містять світлотехнічну арматуру, яка перерозподіляє світло в просторі або перетворює його властивості, а також виконує захисну функцію від впливу навколишнього середовища та механічних пошкоджень джерел світла, забезпечує їхнє кріплення і приєднання до мережі [1]. Оскільки світлодіоди – це продукт нанотехнологій, вони підтримують розвиток нової парадигми усієї виробничої діяльності – від окремих складових до цілого виробу [9]. Наслідком цієї властивості для світлодіодних світильників прямого світла є формування фотометричного тіла упорядкуванням множини світлодіодів на поверхні певної форми.

Запропоновані в даному дослідженні конструктивні рішення світлодіодних світильників спираються на такі положення: для забезпечення ефективної роботи нових джерел світла, необхідна переоцінка наявних методів дизайну світильників і створення нової системи освітлення [10]; як точкове джерело світла світлодіод має визначений світловий розподіл [10] і, відповідно до своїх властивостей, може бути суміщеним з поверхнею майже будь-якої форми [10]. Саме така властивість світлодіодів як широка варіативність монтажних поверхонь дозволяє використати для визначення можливих форм відбивачів світильників загальноприйняту в нарисній геометрії (згідно з [11-16]) класифікацію геометричних форм.

Таблиця

Конструктивно-світлотехнічні схеми		Експлуатаційні групи світильників															
		I			II			III			IV		V		VI		VII
3 лампами розжарювання	A																
3 люмінесцентними лампами	B1																
	B2																
3 світлодіодами	B1																
	B2																
	B3																
Група твердості світлотехнічних матеріалів (покриттів)		T	CT	M	T	CT	M	T	CT	M	T	CT	T	CT	T	CT	T
Експлуатаційна група світильників		5	4	3	6	5	4	2	2	1	7	6	5	4	6	5	7

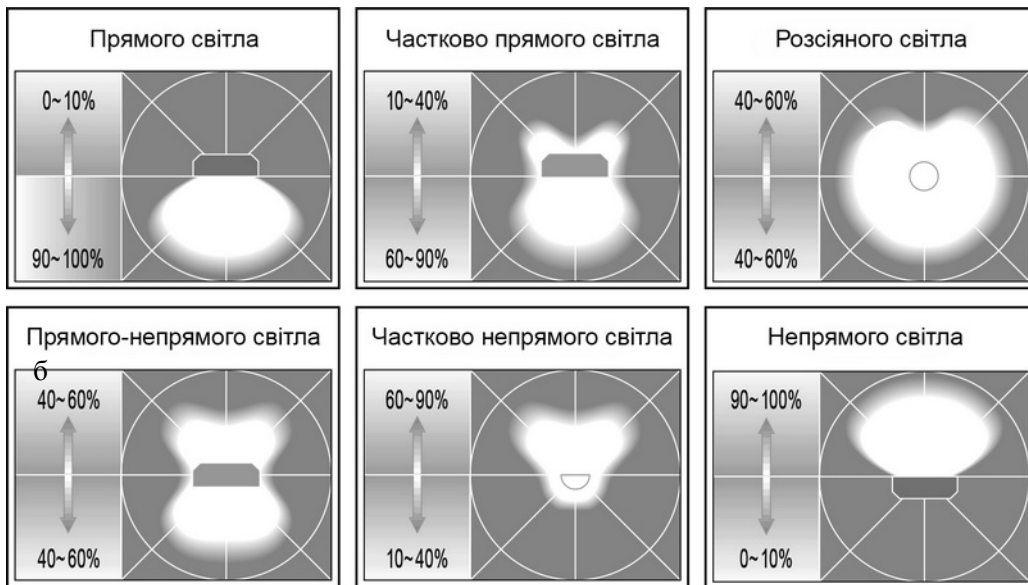


Рис. 1. Класифікація світильників за випромінюванням світлового потоку, відповідно до класифікації CIE світильників для освітлення приміщень [8].

Першим кроком до раціонального використання будь-якої форми для створення відбивача світлодіодного світильника є розуміння того, що чим більшою є площа монтажної поверхні, на якій розміщуються світлодіоди, тим кращим буде тепловий режим і експлуатаційні характеристики світильника.

Другим кроком є вибір доречної обмежувальної поверхні оболонки відбивача світильника для монтажу множини світлодіодів. Використання для цього зовнішньої обмежу-

вальної поверхні оболонки додатної гаусової кривини (опуклої поверхні) може призвести до концентрації теплоти. Відповідно, монтаж світлодіодів краще проводити на плоскі або гнуті поверхні (внутрішні поверхні незамкнених оболонок додатної гаусової кривини). Монтаж на гнуті поверхні добре узгоджується з необхідністю захистити очі користувачів від попадання прямого світла, оскільки ховає з поля зору відкриті світлодіоди. Монтаж на плоску поверхню не забезпечує відповідного захисту.

Оскільки світловий потік концентрується вздовж осьової сили світла, а світло повинно з мінімальними втратами спрямовуватися на освітлювані об'єкти, то найефективнішим способом освітлення є спрямування світлового потоку джерела перпендикулярно до освітлюваної поверхні. Це досягається розміщенням світлодіодів на плоскій поверхні, паралельній до освітлюваної. Проте такий підхід не сприяє захисту від прямого світла, а також має обмежені естетичні властивості щодо формоутворення відбивачів світильників. Рішенням цієї проблеми може бути ступінчаста форма внутрішньої монтажної поверхні, побудована на основі зовнішньої обмежувальної поверхні оболонки відбивача світильника. За допомогою такого рішення світло від джерел з мінімальними втратами можна спрямувати на освітлюваний об'єкт або перпендикулярно освітлюваній поверхні. При цьому забезпечується виконання захисної функції відбивача світильника з мінімізацією можливих випадків засліплювальної блискавості. Відповідно, при такому підході:

1. Розподіл загального світлового потоку світильника стає більш очевидним і прогнозованим на ранніх етапах проектування, а також забезпечується спрощення монтажу, адже його проводити зручніше на площину кожної сходинки, ніж криволінійну поверхню;

2. За рахунок збільшення площі монтажної поверхні підвищується ефективність тепловідведення, адже відомо [1], що збільшення площі поверхні корпусу, зазвичай, покращує тепловий режим світильника;

3. Використання алюмінію для виготовлення відбивача світильника забезпечуватиме конструктивну жорсткість і високу теплопровідність [1], покращення теплового режиму світильника також можливе за рахунок виготовлення відбивача з теплопровідного пластика;

4. Передбачення отворів у зовнішній обмежувальній поверхні оболонки відбивача світильника сприятиме як додатковому естетичному збагаченню форми відбивача (завдяки створенню множиною отворів певної метричної чи ритмічної композиції), так і покращенню теплового режиму. Раціональне облаштування [1] природної вентиляції внутрішньої порожнини приладів за рахунок вентиляційних отворів дозволяє знизити надлишкову температуру на 20...25%. Зниження тим ефективніше, чим більшою є загальна площа вентиляційних отворів та площа одиничних вентиляційних отворів у загальній сукупності. Також якщо вентиляційні отвори розміщено на нижній ча-

стині корпусу світильника, ефективність підвищується через менше пилове забруднення похилих і вертикальних поверхонь порівняно із горизонтальними [1];

5. Додаткові можливості урізноманітнення світлового розподілу світильників, створених на основі однакової форми відбивача, надає використання світлодіодів з різними тілесними кутами випромінювання, а також варіації ширини сходинок монтажної поверхні і, відповідно, кількості рядів світлодіодів на рівні кожної зі сходинок;

6. Окрім загального контролю інтенсивності випромінювання світильника, можливе автономне увімкнення/вимкнення світлодіодів на кожній сходинці, що є додатковим інструментом впливу на світловий розподіл;

7. Для пом'якшення множинних тіней від світлодіодного світильника прямого світла необхідне розміщення світлодіодів з якомога меншою відстанню між їхніми центрами. Такий підхід мінімізує неприємне враження від цього світлового ефекту, що супроводжує використання в освітлювальних приладах великої кількості одиничних джерел світла;

8. У межах одного світильника форма лінз (або їхня відсутність) всіх світлодіодів повинна бути однаковою для забезпечення естетичної узгодженості, адже з певної відстані світлодіоди своєю множиною створюють метричну чи ритмічну композицію;

9. Для розміщення світлодіодів на кожній зі сходинок можуть використовуватися стандартизовані (в рамках певної виробничої серії світильників) плати. Це може:

- спростити і пришвидшити процес збирання світильника за рахунок використання плат-заготовок із заздалегідь напаяними світлодіодами;
- допомогти розділити технологічно різні операції з пайки світлових елементів і загального збирання виробу;
- підвищити надійність і експлуатаційні характеристики виробу.

Зазначені положення вказують на те, що при використанні світлодіодів як джерел світла відбивач світильника прямого світла виконує не стільки роль поверхні для перерозподілу світлового потоку за рахунок його відбивання, як роль поверхні для монтажу множини точкових джерел світла. У цьому випадку перерозподіл світла фактично відбувається визначенням геометричного місця кожної світлової точки відносно внутрішньої поверхні оболонки відбивача світильника.

За вищенаведеними положеннями розроблено дві серії світлодіодних світильників прямого світла: з двома площинами симетрії та круговою симетрією відбивача. Ці конструкції захищено патентом України на корисну модель №135975 [17]. У даній роботі при побудові діаграм світлового розподілу частини спроектованих світильників, відповідно до кожної конструктивної схеми, використано спрощену методику розрахунку кривих сили світла, розроблену для початкових етапів дизайнерського проектування. Ця методика потребує детального розгляду в межах окремої публікації. Конструктивні схеми світильників з двома площинами симетрії для лаконічності містять лише характерний переріз (рис. 2).

У загальному вигляді запропонований світильник складається з корпуса, який містить блок живлення та кріпиться безпосередньо до стелі або стіни, і відбивача, який виконано у вигляді незамкненої оболонки. Оболонка відбивача містить внутрішню ступінчасту поверхню, на яку монтуються світлодіоди, та зовнішню поверхню з отворами для забезпечення тепловідведення. Між внутрішньою і зовнішньою поверхнями відбивача міститься вільний простір, достатній для розміщення електронних компонентів, пристрою керування, дротів, необхідних для монтажу і приєднання світлодіодів. Поєднання внутрішньої і зовнішньої поверхонь забезпечується байонетним (штиковим) з'єднанням. При цьому відбивачі світильника можуть мати в основі різноманітні геометричні форми. Наприклад, для світильників з круговою симетрією це можуть бути:

1. Одна з порожнин двопорожнинного гіперолоїда обертання – вихідний отвір відбивача світильника знаходиться в площині перпендикулярній його осі (рис. 2 а);

2. Параболоїд обертання – вихідний отвір відбивача світильника знаходиться в площині, перпендикулярній його осі. (рис. 2 б);

3. Сфера, зрізана площиною, перпендикулярною її осі, а вихідний отвір відбивача світильника знаходиться у січній площині (рис. 2 в);

4. Тор, зрізаний площиною, перпендикулярною його осі, а вихідний отвір відбивача світильника знаходиться у січній площині (рис. 2 г).

Для світильників з двома площинами симетрії форма оболонки відбивача світильника може мати в основі, наприклад:

1. Прямий круговий циліндр (циліндр обертання), зрізаний площиною, паралельною його осі, а вихідний отвір відбивача світильника знаходиться у січній площині (рис. 3 а).

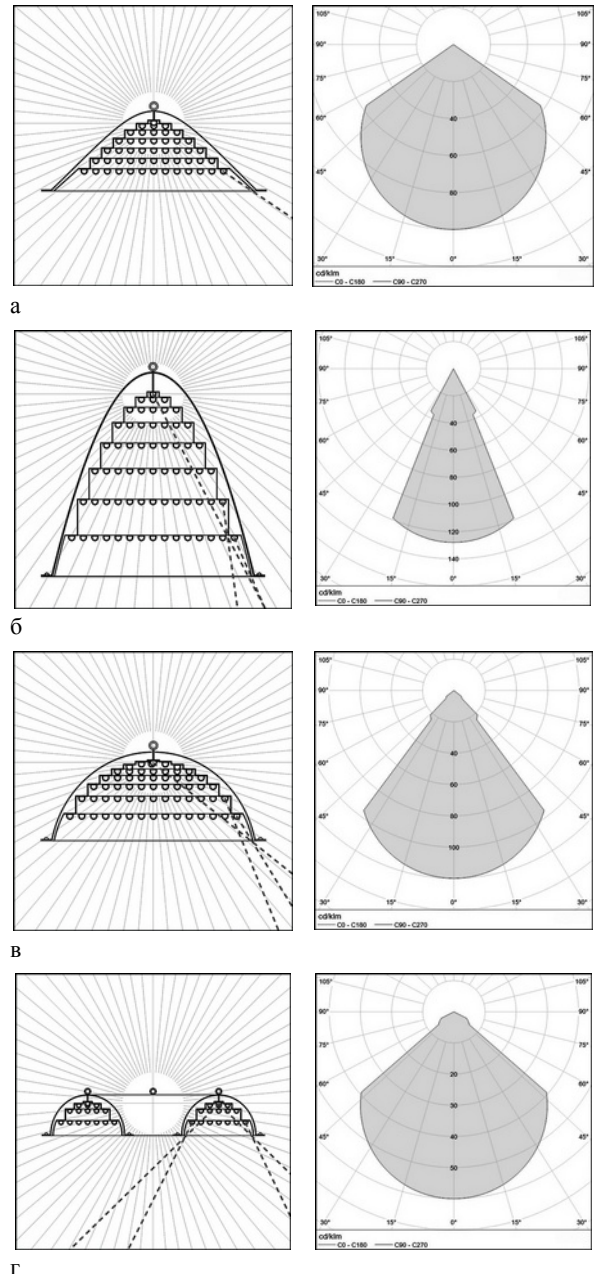


Рис. 2. Конструктивні схеми і діаграми світлового розподілу відбивачів світильників з круговою симетрією на основі:

а – гіперолоїда, б – параболоїда, в – сфери, г – тору.

2. Пряму трикутну призму, а вихідний отвір відбивача світильника знаходиться у площині однієї з її бічних граней (рис. 3 б);

3. Пряму чотирикутну призму, основи якої є рівнобічними трапеціями, а вихідний отвір відбивача світильника знаходиться у площині більшої бокової грані призми (рис. 3 в).

Згідно з концепцією, з одним корпусом може поєднуватися один, декілька або багато відбивачів, а також декілька або багато корпусів можуть поєднуватися між собою.

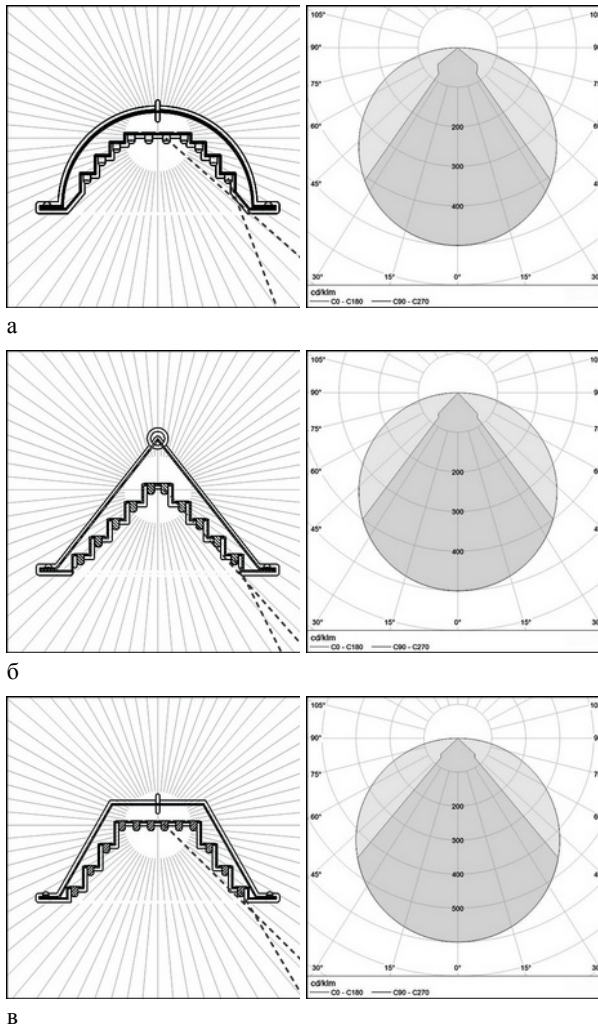


Рис. 3. Конструктивні схеми і діаграми світлового розподілу відбивачів світильників з двома площинами симетрії на основі:
а – циліндра, б – трикутної призми,
в – чотирикутної призми.

Поєднання відбивача з корпусом відбувається за допомогою підвісу, на кінці якого знаходиться застібка-карабін, яка забезпечує кріплення відбивача за кільце на його вершині. Дріт, який виходить з відбивача, приєднується до дроту, який виходить з корпусу, за допомогою конектора, що забезпечує відповідні умови для технічного обслуговування світильника. Отвори в зовнішній поверхні оболонки відбивача світильника виконують дві функції:

- утилітарну – забезпечують пасивне тепловідведення від світлодіодів;
- естетичну – за рахунок виконання у вигляді фігурних прорізів і групування в різноманітні орнаментальні, ритмічні і

метричні композиції, чим сприяють збагаченню пластики форми відбивача.

До внутрішньої поверхні оболонки відбивача світильника у будь-якій кількості можуть кріпитися тонкі підвіси з гранованими прозорими елементами, які виконують декоративну функцію. Заломлення світла гранями прорізів створюють легкі відблиски та додаткові світлові ефекти. Світлодіоди, змонтовані на кожній зі сходинок, приєднуються до пристрою керування як окремий канал, що забезпечує можливість незалежного ввімкнення і вимкнення груп світлодіодів, які належать до різних сходинок.

Висновки. Встановлено, що специфіка дизайну світлодіодних світильників прямого світла полягає у наступному: спрямування світлового потоку кожного джерела перпендикулярно до освітлюваної поверхні для підвищення загальної світлової ефективності світильника; використання для монтажу світлодіодів поверхні якомога більшої площі; виготовлення відбивачів з алюмінію або теплопровідного пластику; передбачення отворів у зовнішній обмежувальній поверхні оболонки відбивача світильника для покращення теплового режиму світильника; використання світлодіодів з різними тілесними кутами випромінювання і надання можливості автономного управління невеликими групами світлодіодів для забезпечення варіативності світлового розподілу; розміщення світлодіодів з якомога меншою відстанню між їхніми центрами для пом'якшення множинних тіней; використання в одному світильнику світлодіодів з однаковою формою лінз (або їхньою відсутністю) для забезпечення естетичної узгодженості всього виробу.

Спроектвані на базі цих положень дві серії світлодіодних світильників прямого світла: з двома площинами симетрії та круговою симетрією відбивача – забезпечують високі технічні та естетичні властивості. Світильники захищені патентом України на корисну модель №135975.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому доцільно дослідити специфіку дизайну світлодіодних світильників розсіяного світла, а також детально розглянути спрощену методику розрахунку і побудови кривих сили світла світлодіодних світильників прямого світла на початкових етапах дизайнерського проектування.

Література

1. Айзенберг Ю. Б. Световые приборы : учеб. для электротехнических техникумов / Ю. Б. Айзенберг. - Москва: Энергия, 1980. - 464 с.
2. Світлодіоди: Новинки. Практика. Перспективи. Офіційний каталог виставки світлодіодного освітлення LED expo. Матеріали конференції LED Progress. 13-15 вересня 2017 р., Київ, Україна, 2017. - 128 с.
3. Сорокін В. М. Проблеми підвищення енергетичної ефективності та якості світла [Електронний ресурс] / В. М. Сорокін // доповідь на конференції LED Progress 13-15 вересня 2017 р., Київ, Україна. – Режим доступу: <http://ualedlight.org/images/LedExpo2017/1/Sorokin.pdf>
4. Исмагилов Д. Г. Театральное освещение / Д. Г. Исмагилов, Е. П. Древалёва. - Москва: ЗАО «ДОКА Медиа», 2005. - 360 с.
5. ДСТУ ІЕС 60050-845:2012 (ІЕС 60050-845:1987, ІДТ). Міжнародний словник електротехнічних термінів. Частина 845. Світлотехніка. - Чинний від 01.03.2013. - Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2013. – 210 с.
6. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. – Чинні від 01.03.2019. – Київ: Укрархбудінформ, 2018. – 137 с.
7. Charlotte & Peter Fiell. 1000 Lights / Charlotte Fiell, Peter Fiell. - Köln: TASCHEN GmbH, 2013. – 639 p.
8. Chapter 7. Luminaires // Lighting Engineering. - INDALUX, 2002. - S. 67-87.
9. Пул Ч. Нанотехнологии. 4-е издание, исправл. и дополн. / Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс; пер. с англ. под. ред. Ю. И. Головина. - Москва: Техносфера, 2009. - 336 с.
10. Коваль Л.М. Дизайн & LED-технології : монографія / Л. М. Коваль. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 132 с.
11. Тимофеева Л. Г. Основы начертательной геометрии : учеб. пособие / Л. Г. Тимофеева. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 140 с.
12. Забелин А. В. Основы начертательной геометрии / А. В. Забелин; под. ред. д.т.н., проф. В. И. Горячева. – ТГТУ, 2006. – 188 с.
13. Михненко Л. В. Основы начертательной геометрии : учеб. пособие / Л. В. Михненко. – Москва: МГТУ ГА, 2001. – 79 с.
14. Гордон В. О. Курс начертательной геометрии : учеб. пособие / В. О. Гордон, М. А. Семенов-Огиевский; под. ред. Ю. Б. Иванова. – 23-е изд., перераб. – Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1988. – 272 с.
15. Словарь терминов по начертательной геометрии и инженерной графике / сост. Т. В. Семенова, Г. А. Евдокимова, Е. В. Петрова. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т, 2011 – 156 с.
16. Ковальов Ю. М. Прикладна геометрія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. М. Ковальов, В. М. Верещага. – Київ: 2012. – 472 с.
17. Пат. 135975 Україна. МПК F21S 4/00, F21S 10/00. Світильник на світлодіодах / Л. М. Коваль ; власник Л. М. Коваль. - № у 2019 01849 ; заявл. 25.02.2019, опублік. 25.07.2019 бюл. № 14.

References

1. Aizenberg Yu. B. *Svetovyye pribory*. Energiia, 1980.
2. Svitlodiody: Novynky. Praktyka. Perspektyvy. Ofitsiyniy kataloh vystavky svitlodiodnoho osvittlennia LED expo. *Materialy konferentsii LED Progress. 13-15 veresnia 2017 r., Kyiv, Ukraina, 2017.*
3. Sorokin V. M. “Problemy pidvyshchennia enerhetychnoi efektyvnosti ta yakosti svitla.” *LED Progress 13-15 veresnia 2017 r., Kyiv, Ukraina*, <http://ualedlight.org/images/LedExpo2017/1/Sorokin.pdf>
4. Ismagilov D. G., Drevalyova E. P. *Teatralnoe osveschenie*. ZAO «DOKA Media», 2005.
5. *Mizhnarodnyi slovnyk elektrotekhnichnykh terminiv*. Chastyna 845. Svitlotekhnika: DSTU IES 60050-845:2012 (IES 60050-845:1987, IDT). DP «UkrNDNTs», 2013.
6. *Pryrodne i shtuchne osvittlennia*. DBN V.2.5-28-2018, Ukrarkhbuildinform, 2018.
7. Charlotte & Peter Fiell. *1000 Lights*. TASCHEN GmbH, 2013.
8. Chapter 7. Luminaires. *Lighting Engineering*. INDALUX, 2002.
9. Pul Ch., Ouens F. *Nanotehnologii. 4-e izdanie, ispravl. i dopoln.* Tehnosfera, 2009.
10. Koval L.M. *Dyzain & LED-tekhnohohii*. ZNTU, 2014.
11. Timofeeva L. G. *Osnovyi nachertatelnoi geometrii*. Ural. gos. lesotehn. un-t, 2004.
12. Zabelin A. V. *Osnovy nachertatelnoi geometrii*. TGTU, 2006.
13. Mihnenkov L. V. *Osnovy nachertatelnoi geometrii*. MGTU GA, 2001.
14. Gordon V. O., Sementsov-Ogievskii M. A. *Kurs nachertatelnoi geometrii*. Nauka, Gl. red. fiz.-mat. Lit., 1988.
15. Semenova T. V., Evdokimova G. A., Petrova E. V. *Slovar terminov po nachertatelnoi geometrii i inzhenernoi grafike*. Novosib. gos. agrar. un-t, Inzhener. in-t, 2011.
16. Kovaliov Yu. M., Vereshchaha V. M. *Prykladna heometriia*. Kyiv, 2012.
17. Koval L. M. “Svitylnyk na svitlodiodakh.” Patent of Ukraine 135975. 25 July 2019.

УДК 745/749:628.9

Специфика дизайна светодиодных светильников прямого света

Л. М. Коваль¹

¹канд. искусствоведения, доц., докторант. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, likocolor@gmail.com, ORCID:0000-0002-7324-0377

Аннотация. В работе исследуется дизайн светодиодных светильников прямого света и определяется, что его специфика заключается в направлении светового потока каждого источника перпендикулярно освещаемой поверхности (для повышения общей световой эффективности светильника), использовании поверхности как можно большей площади для монтажа светодиодов, применении для изготовления отражателей таких материалов как алюминий или теплопроводный пластик, обеспечении отверстий во внешней ограничительной поверхности оболочки отражателя (для улучшения теплового режима светильника), использовании светодиодов с различными телесными углами излучения и предоставлении возможности автономного управления небольшими группами светодиодов для обеспечения вариативности светового распределения, размещении светодиодов с как можно меньшим расстоянием между их центрами для смягчения множественных теней, использовании в одном светильнике светодиодов с одинаковыми формами линз для обеспечения эстетической согласованности всего изделия. Руководствуясь вышеприведёнными положениями сконструированы две серии светодиодных светильников прямого света со ступенчатой формой отражателя: с двумя плоскостями симметрии и круговой симметрией отражателя. Разработанные конструкции защищены патентом Украины на полезную модель № 135975.

Ключевые слова: дизайн, светодиодный светильник, светильник прямого света, симметричный светильник.

UDC 745/749:628.9

Design Specificity of Direct Light LED Fixtures

L. Koval¹

¹PhD, associate professor, doctoral student. Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, likocolor@gmail.com, ORCID:0000-0002-7324-0377

Abstract. The efficiency of electricity consumed in the field of lighting is largely determined by the nomenclature and characteristics of lighting fixtures. The nomenclature, the quality and the number of available light sources affect the range, design features and operational characteristics of lighting fixtures. The transition of society to digital light-emitting diode technology in lighting is a change in the paradigm that occurs at a rapid pace. Therefore, the use of such new light sources as LEDs for general illumination actualizes the need to investigate the specifics of light fixture design based on these sources. The article deals with the design of LED direct light fixtures. It was determined that its specificity consists in the following factors: directing the luminous flux of each light source perpendicular to the illuminated surface to improve the overall luminous efficiency of a fixture, using a surface as large as possible for the installation of LEDs, applying materials such as aluminium or thermal-conductive plastic for the manufacturing of reflectors, providing holes in the outer bounding surface of the reflector shell to improve the thermal conditions of a fixture, using LEDs with different body angles and the possibility of autonomous control of small groups of LEDs to ensure the variability of light distribution, placing LEDs with the shortest distance possible between their centres to soften multiple shadows, using LEDs with identical lens shapes in the same fixture to ensure aesthetic consistency of the entire product. Guided by the above-mentioned design features, two series of direct light LED lamps were designed using stepped shape of the reflector: one with two symmetry planes and the other with circular symmetry of a reflector. These constructions are protected by the Ukrainian Patent for utility model # 135975. In the future, it is expedient to study the design specifics of scattered light LEDs, as well as to consider in detail the simplified method of calculation and formation of light intensity curves of LED direct light fixtures at the early stage of their design.

Keywords: design, LED direct light fixtures, symmetrical fixtures.

Надійшла до редакції / Received 31.07.2019.