

на крутизну характеристики відповідного давача перепаду тиску. Поправка, при цьому, вираховується шляхом ділення вимірюваного значення параметра на задане значення діапазону. Для точного визначення даної поправки необхідно на вхід давача перепаду тиску задати необхідний зовнішній вплив по величині введеного значення діапазону. Приймаючи до уваги даний факт і факт використання вхідної нелінійної математичної шкали добування кореня, на вхід необхідно задавати значення параметра до третього знаку після коми в міліамперах. Так, наприклад, для корекції половини діапазону вимірювання при значенні уніфікованих сигналів 4–20 мА потрібно на вхід давача перепаду тиску задати (подати) значення 15,310 мА, а для корекції 0,75 шкали подавати значення, що становить 17,856 мА. Ці значення необхідно виставити і при проведенні повірки (калібрування) ВК перепадів тиску та витрат в цілому.

Описані вище способи нормування та калібрування ВК температури та тиску АСКОПЕР дозволяють в основному вирішити проблему метрологічного забезпечення та проводити вимірювання витрат паливно-енергетичних ресурсів з високою точністю, яка підтвердилася при повірці та визначенні метрологічних характеристик ВК системи.

Висновки

1. Використання неінтелектуальних (вимірювальних перетворювачів) приладів та інтелектуальних приладів (обчислювачі, коректори з проведенням їх корекції та калібрування) дозволяють створювати гнучкі, багаторівневі автоматизовані системи комерційного обліку паливно-енергетичних ресурсів із сучасним метрологічним забезпеченням.

2. Використання описаних методів підвищення точності вимірювання температури, витрат (тиску, перепаду тиску), їх адаптація для автоматизованих систем комерційного обліку паливно-енергетичних ресурсів, які описані в цій статті, дозволяють збільшити достовірність і єдність вимірювань витрат, зменшення економічних втрат споживачів і продавців природних та технічних ресурсів.

3. Дані методи вимірювання дозволяють провести повірку (калібрування) ВК АСКОПЕР в робочих умовах і без демонтажу ПВП із об'єкта.

Список літератури

- [1] В. В. Паракуда, Б. М. Лисий, О. М. Кричевець, О. С. Сулима. Підвищення точності вимірювання електричної енергії та вдосконалення МЗ АСКОЕ. Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія — 2014): наукові праці конференції. — Харків, 2014. — С. 130–133.
- [2] О. М. Кричевець. Метрологічне забезпечення обчислювальних компонентів вимірювально-інформаційних систем. Науково-виробничий журнал Метрологія та прилади. — Харків, 2012, № 2. — С. 37–42.
- [3] ДСТУ ГОСТ 6651:2014. Термоперетворювачі опору. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
- [4] Сулима О. С., Лисий Б. М. Особливості метрологічного забезпечення температурних вимірювань ВІС та АСК ТП термopарамі та резистивними давачами в робочих умовах експлуатації. Матеріали 17-го міжнародного молодіжного форуму. — Харків, 2013. — С. 342–343.

УДК 628.98

В. І. Корнага, Ю. Ю. Ковтун, Д. О. Калустова, О. С. Олійник, А. В. Рибалочка, В. М. Сорокін
Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАНУ, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ ГОНІОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

The work covers results of study of influence of goniometer configurations and the environment in which spatial distribution of luminous flux of LED devices measure on the measurement accuracy of the optical characteristics. The article presents methods and means of improving the measurement accuracy of luminous flux. Was performed the analysis of influence of different types of luminous intensity distribution curve (uniform, cosine, spot) of LED devices on the measurement accuracy of luminous flux.

Ключові слова: гоніометр, світловий потік, криві сили світла.

Вступ

Світловий потік є одним зі світлотехнічних параметрів, який використовується для розрахунку світлової ефективності освітлювальних пристроїв. Для правильного розрахунку економічної ефективності використання освітлювальних пристроїв необхідно проводити вимірювання світлового потоку з мінімальною похибкою. Для цього МКО розробив рекомендації та методики по вимірюванню світлового потоку [1].

Одним із методів вимірювання світлового потоку є гоніометричний метод. Він базується на покроковій фіксації значення сили світла об'єкта випробувань (ОВ) при його повороті на відомий кут, таким чином здійснюється вимірювання просторового розподілу сили світла за допомогою гоніометра та фотоприймача [2]. Перевагами даного методу є висока точність вимірювання, а також можливість отримання просторового розподілу сили світла і формування IES-файлів з фотометричними даними ОВ, що дозволяє провести оцінку можливостей його використання при моделюванні у спеціалізованих комп'ютерних програмах (наприклад, DIALux). До недоліків методу слід віднести велику тривалість вимірювань та необхідність наявності згідно CIE FDIS025/E:2015 [3] спеціального приміщення, так званої «чорної кімнати». Стіни такого приміщення повинні забезпечувати високе поглинання світла, що є досить складною задачею. Неповне поглинання світла стінами «чорної кімнати» у поєднанні з додатковим відбиттям від тримача штанги, куди монтується ОВ, та від самого гоніометра негативно впливає на точність вимірювання світлового потоку. Саме тому важливо дослідити та врахувати вплив цих факторів на похибку вимірювання світлового потоку.

Паразитне перевідбивання світла від стін «чорної кімнати»

У даній роботі було використано гоніометр з рухомих джерелом світла «GO-2000A» і нерухомих фотометром виробництва компанії «Everfine», які знаходились у «чорній кімнаті» довжиною — 7,8 м, шириною — 3,6 м, висотою — 3,3 м та відстанню від фотометру до оптичного центру ОВ 5,9 м. Даний гоніометр забезпечує вимірювання в конфігураціях В- β та С- γ . При проведенні експерименту вимірювання здійснювалось у конфігурації С- γ (рис. 1).

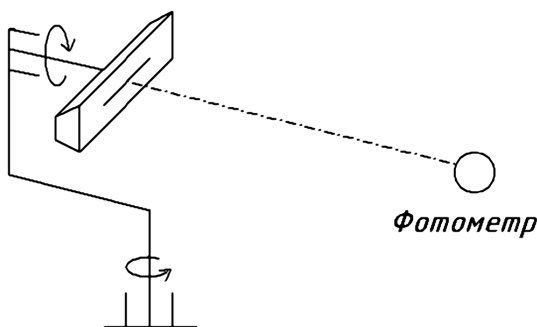


Рис. 1. Розміщення ОВ на гоніометрі при проведенні вимірювань у конфігурації С- γ

Важливим параметром «чорної кімнати» є коефіцієнт поглинання світла, яке випромінює ОВ, її стінами. Досягти повного поглинання світла стінами неможливо, тому необхідно визначити кількість світла, яке вони відбивають. З цією метою було використано загороджувальну шторку, яка встановлювалась на мінімальній відстані до ОВ таким чином, щоб на фотометр не потрапляло пряме світло від ОВ. На рис. 2 схематично зображено розташування фотометра (1), гоніометра (2), ОВ (3) та загороджувальної шторки (4) у «чорній кімнаті», а також наведено фотографію загороджувальної шторки (5).

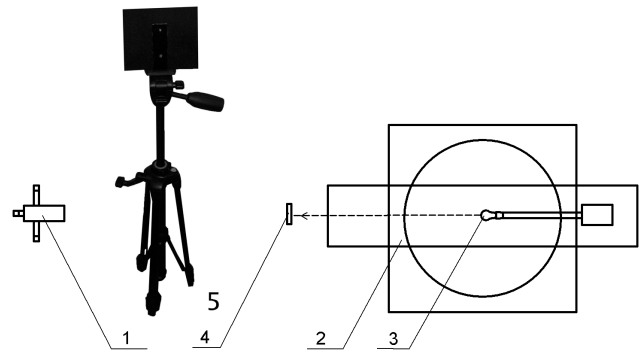


Рис. 2. «Чорна кімната» з фотометром (1), гоніометром (2), ОВ (3) та загороджувальною шторкою (4), а також фотографія загороджувальної шторки (5)

При проведенні дослідження було використано три ОВ з різними типами кривих сили світла (КСС): «ОВ1» — лампа розжарювання з рівномірною КСС; «ОВ2» — світлодіодна лампа з косинусною КСС та «ОВ3» — світлодіодна лампа з концентрованою КСС (рис. 3). Даний вибір ОВ обумовлено тим, що на гоніометрі проводиться вимірювання ОВ з різними КСС та різних інтенсивностей, тому важливо визначити, чи залежить відсоток перевідбитого світла від стін «чорної кімнати» від інтенсивності та типу КСС.

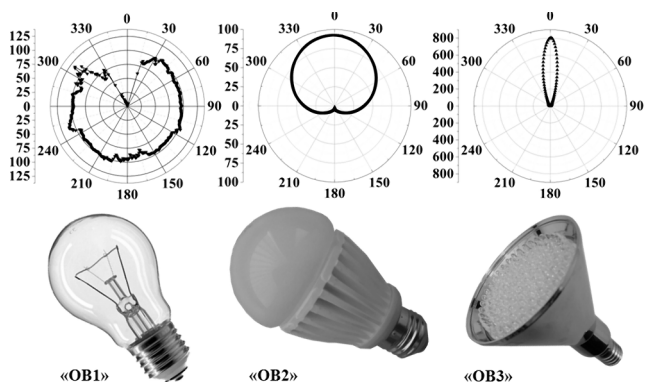


Рис. 3. Використані ОВ з відповідними КСС

Результати вимірювання повного світлового потоку ОВ виміряного без загороджувальної шторки (F_1) та фонового світлового потоку виміряного зі шторкою (F_2) наведено у таблиці (рядки «Діафрагма» — «-»). Також в цій таблиці наведено результати розрахунку світлового потоку без фону (F_3),

Таблиця 1. Результати дослідження паразитного перевідбивання світла (фону) від стін «чорної кімнати»

	Діафрагма	F_1 , Лм	F_2 , Лм	F_3 , Лм	F_2/F_1 , %	F_4 , Лм
«ОВ1»	-	1091,1	134,2	956,9	12,3	964,0
	+	985,4	32,0	953,4	3,3	
«ОВ2»	-	616,7	74,1	542,5	12	536,8
	+	560,4	15,2	545,2	2,7	
«ОВ3»	-	311,3	46,9	264,4	15,1	260,4
	+	275,0	9,5	265,5	3,5	

одержаного шляхом віднімання фонового світлового потоку від повного світлового потоку ОВ, та відношення фонового світлового потоку до значення повного світлового потоку (F_2/F_1), яке демонструє, що частка фонового світлового потоку становить 12–15 % від загального світлового потоку. В інформаційних цілях для порівняння також наведено значення світлового потоку ОВ, виміряного за допомогою інтегруючої сфери (F_4).

Для зменшення фонового освітлення фотометра перевідбитим від стін «чорної кімнати» світлом можна використовувати діафрагму, яка монтується на фотометр [4]. Розкриття діафрагми обирається в залежності від співвідношення максимального розміру ОВ та відстані між центром обертання гоніометра та фотометром. В даному випадку розкриття діафрагми становив 20° при відстані між гоніометром та фотометром 5,9 м, що дозволило отримати область вимірювання на осі обертання діаметром порядку 2 м (рис. 4).

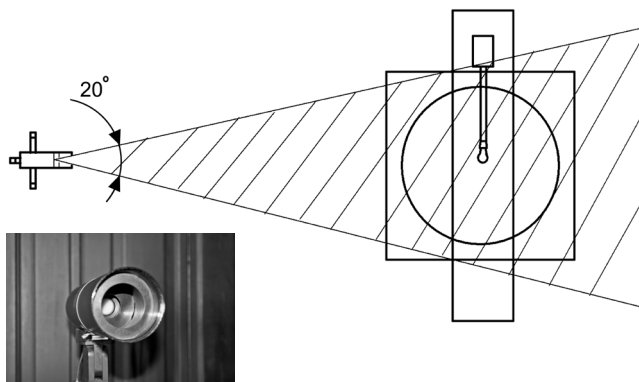


Рис. 4. Область вимірювання фотометра з діафрагмою, а також фотографія фотометра з діафрагмою

При використанні діафрагми, аналогічно до проведених досліджень без неї, було проведено вимірювання повного світлового потоку ОВ без використання загороджувальної шторки та фонового світлового потоку, виміряного зі шторкою, а також проведено аналогічні розрахунки світлового потоку ОВ без фону та відношення фонового світлового потоку до повного світлового потоку. Відповідні ре-

зультати наведено у таблиці (рядки «Діафрагма» — «+»). З отриманих результатів видно, що фонове освітлення фотометра при використанні діафрагми становить близько 3 %. Таким чином, в результаті застосування діафрагми фонове освітлення фотометра зменшилось на 9–12 % порівняно з вимірюванням без діафрагми.

Результати проведених досліджень також показали, що в досліджених межах інтенсивність випромінювання ОВ та тип КСС не мають суттєвого впливу на відношення фонового світлового потоку до повного світлового потоку ОВ.

Вплив типу арматури, на яку монтується ОВ, на результати досліджень

Було проведено дослідження впливу арматури, на яку кріпиться ОВ, на результати вимірювання. ОВ монтували на штангу, яка кріпиться в обертовий патрон гоніометра. Стандартна штанга має фланець, за допомогою якого здійснюється центрування ОВ, оскільки його не завжди можна встановити по осі обертання. Даний фланець може створювати область затінення (рис. 5), якщо ОВ має рівномірну КСС. З метою дослідження даного затінення було використано наведену раніше лампу розжарювання з рівномірною КСС («ОВ1»).



Рис. 5. Штанга з фланцем (1) та штанга без фланця більшої довжини (2)

Щоб визначити кількість світла, яке поглинається фланцем, було виготовлено штангу без фланця, яка також мала більшу довжину (рис. 5). Було почергово проведено вимірювання КСС при закріпленні ОВ на штанзі з фланцем та на штанзі без фланця. На рис. 6 та 7 наведено результати співставлення одержаних КСС у площинах С30/210 та С90/270 відповідно.

з рівномірною КСС менше 1 % і ще менший для інших типів КСС.

Висновки

В результаті проведених досліджень було виявлено, що паразитне перевідбивання світла (фону) від стін “чорної кімнати”, в якій були проведені дослідження, обумовлює збільшення виміряного світлового потоку об’єкта випробувань (ОВ) на 12–15 %, а використання діафрагми на фотометрі дозволяє зменшити дане значення до 3 %. Використання діафрагм різного розкриття дозволить зменшити відношення світлового потоку фону до повного світлового потоку, що сприятиме додатковому зменшенню похибки вимірювань.

Інтенсивність випромінювання ОВ та тип кривих сили світла (КСС) не мають суттєвого впливу на відношення світлового потоку фону до повного світлового потоку ОВ, тому в подальшому при проведенні вимірювань можна враховувати частку світлового потоку, яку вносить фон, для ОВ будь-якого типу КСС.

Також було показано, що стандартна арматура кріплення (штанга з фланцем), яка використовується для монтування ОВ, у випадку рівномірної КСС вносить затінення ОВ, яке в деяких площинах вимірювання може досягати 3°, що призводить до зміни результату вимірювання світлового потоку менше ніж на 1 %. Для ОВ з косинусною та концентрованою КСС впливу конфігурації арматури кріплення на значення світлового потоку не виявлено.

Список літератури

- [1] CIE84–1989 Measurement of Luminous Flux.
- [2] Д. П. Зубков «Гоніометричний метод вимірювання світлодіодів» // Світлотехніка та електроенергетика. — 2011. — № 4. — С. 30–37.
- [3] CIE FDIS025/E:2015 Test Methods for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules.
- [4] F. Sametoglu «Construction of Two-Axis Goniophotometer for Measurement of Spatial distribution of a Light Source and Calculation of Luminous Flux» // Acta physica polonica. — 2011. — № 6. — Р. 786.

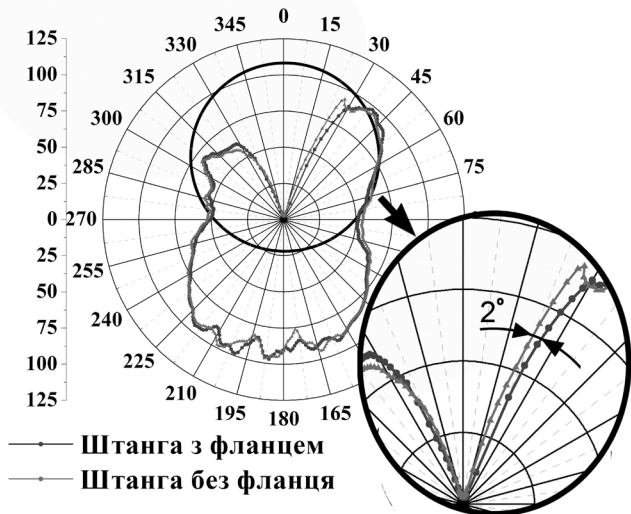


Рис. 6. КСС у площині С30/210 при вимірюванні ОВ на штанзі з фланцем та на штанзі без фланця

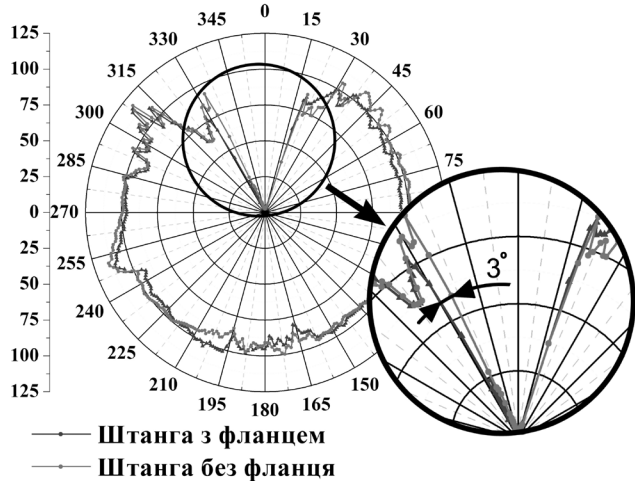


Рис. 7. КСС у площині С90/270 при вимірюванні ОВ на штанзі з фланцем та на штанзі без фланця

Одержані результати показали, що КСС, виміряні при закріпленні ОВ на штанзі з фланцем мають в різних площинах вимірювання область затінення до 3° більшу ніж при використанні штанги без фланця. Значення світлового потоку ОВ, виміряні при його закріпленні на штанзі з фланцем та на штанзі без фланця становлять 958,6 Лм та 966,5 Лм відповідно. Тобто затінення ОВ фланцем штанги обумовлює додатковий внесок у похибку вимірювання світлового потоку ОВ