

На примере светильников ФБО 01-18-004 и ЖКУ-150 отрабатывается методология проведения эксперимента со светильниками, широко используемыми при проектировании внутреннего и наружного освещения.

УДК 628.94

О.Ю. Полищук, асп.,
Г.А. Петченко, канд. физ.-мат. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕНОСНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ФОТОМЕТРА НА БАЗЕ ТЕОДОЛИТА ДЛЯ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ СВЕТИЛЬНИКОВ ВНУТРЕННЕГО И НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

При переходе на выпуск нового светильника, заводу-изготовителю важно знать его основные светотехнические характеристики: класс светораспределения, тип КСС, освещенность, созданную световым прибором на фиксированном расстоянии, габаритную яркость СП и КПД прибора. Эти характеристики определяются экспериментально на опытных образцах, сравниваются с расчетными данными и, в конечном итоге, приводятся в паспорте на светильник. Все указанные характеристики непосредственно зависят от фотометрического тела СП и светотехнический эксперимент сводится к определению КСС светильника в продольной и поперечной плоскостях. Следовательно, чем точнее измеряны КСС СП, тем достовернее будет массив паспортных данных. Основным оборудованием для замера угловых зависимостей силы света СП являются распределительные фотометры.

За последнее время в лабораторию “Основ светотехники” ХНАМГ постоянно направлялись опытные образцы различных СП, для которых нужно было провести аттестационные испытания в сжатые сроки, в связи с чем для нас возникла необходимость находиться в постоянной готовности к эксперименту. Наиболее удобным оборудованием в такой ситуации оказался переносной фотометр на базе теодолита. Идея его использования принадлежит профессору С.С. Овчинникову, а конструктивное исполнение – авторам данной работы.

Разработанный фотометр имеет такие основные преимущества:

1. Будучи легким и переносным он не привязан к конкретной территории и может переноситься из лаборатории в лабораторию.

2. Использование теодолита решает вопрос с юстировкой фотометра в полевых условиях, а повороты светильника жестко фиксируются зажимными винтами и регистрируются с точностью 0,10°.

3. Так как источник не связан с приемником, нет традиционных проблем с большими расстояниями фотометрирования. Кроме того, из-за жесткой связи источника с приемником, стандартные распределительные фотометры приходится размещать по периметру лабораторий, возле стен, а значит для них приходится исключать попадание на приемник отраженных сигналов, чего в нашем случае нет.

В качестве приемника излучения может использоваться фотодиод или люксметр.

Первое испытание наш фотометр прошел при исследовании опытного образца светильника ФБО 01-18-004, предназначенного для освещения кабины тепловоза. Испытания выполнялись в рамках соглашения о сотрудничестве № 1282/66 от 14.01.04 г. между Харьковской национальной академией городского хозяйства и Харьковским государственным приборостроительным заводом им. Т.Г. Шевченко.

Как видно из рис.1, исследуемый светильник представлял собой легкий малогабаритный прибор с диффузным рассеивателем, изготовленным из листового полимерного материала в рамках методов негативного вакуум- или пневмоформования. Материал рассеивателя свидетельствовал о косинусном светораспределении исследуемого светильника и дальнейшие эксперименты и расчеты это подтвердили.

Мы использовали стандартный теодолит 2Т30 (зав. № 104746), на котором расположили устройство для жесткой фиксации светильника. Данное устройство предусматривает возможность крепления разных модификаций светильников с люминесцентными лампами (ЛЛ) и другими источниками света (ИС).



Рис. 1 – Фотометр на базе теодолита с опытным образцом светильника ФБО 01-18-004

В качестве приемника излучения данного распределительного фотометра был использован стандартный люксметр Ю -116 (зав. № 002040), дающий погрешность абсолютных измерений не более 10%.

КСС в продольном и поперечном направлениях, измеренные на данной установке в рамках требований [1], приведены на рис. 2 и 3.

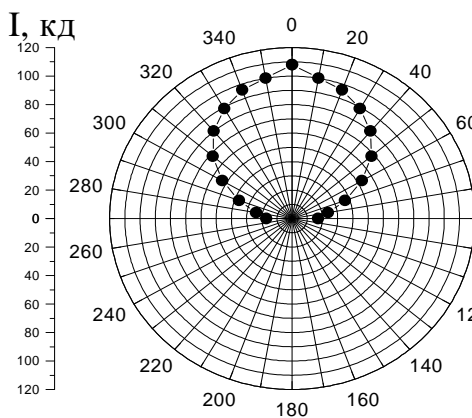


Рис.2 - КСС светильника ФБО 01-18-004 в горизонтальной плоскости

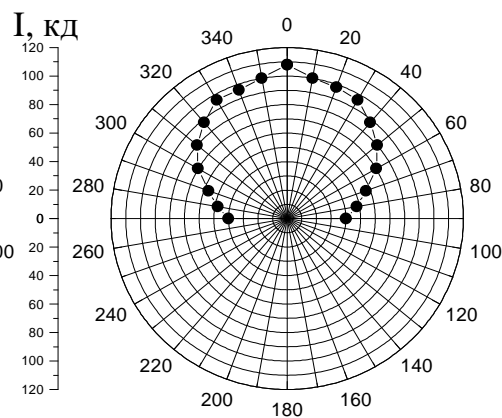


Рис.3 - КСС светильника ФБО 01-18-004 в вертикальной плоскости

Обобщенные результаты, полученные опытным и расчетным путем согласно существующим требованиям [1, 2], сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний светильника ФБО 01-18-004

Название показателя (параметра)	Стандарт на испытание	Фактическое значения показателя
Класс светораспределения	п.1.1.1 ГОСТ 17677-82	Прямого светораспределения (П)

Продолжение табл.1

Название показателя (параметра)	Стандарт на испытание	Фактическое значения показателя
Тип КСС	п.1.1.2 ГОСТ 17677-82, п.7.9.3 ГОСТ 17677-82	Косинусная (Д) в продольной и поперечной плоскостях
КПД	п.7.9.4 ГОСТ 17677-82	42 %
Освещенность на горизонталь- ной поверхности (на расстоя- нии 1,65 м)	п.7.9.2.3 ГОСТ 17677-82, п.7.9.8 ГОСТ 17677-82	40 лк
Габаритная яркость	п.7.9.5 ГОСТ 17677-82	2500 кд/м ²
Защитный угол	п.7.9.10 ГОСТ 17677-82	не предусмотрен конструкцией

Для проверки экспериментальных данных был выполнен теоретический расчет КСС светильника в горизонтальной и вертикальной плоскостях по упрощенным формулам:

$$I_{гор.} = L \cdot A_{пр. гор.} = L \cdot (b \cdot d \cdot \cos \alpha + b \cdot h \cdot \sin \alpha),$$

$$I_{верт.} = L \cdot A_{пр. верт.} = L \cdot (b \cdot d \cdot \cos \alpha + b \cdot d \cdot \sin \alpha),$$

где L – габаритная яркость светящейся поверхности светильника, $A_{пр. гор.}$, $A_{пр. верт.}$ – площади проекций светящегося тела СП в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно, b, d и h – ширина, длина и глубина рассеивателя СП соответственно, α – угол излучения. При этом проекция светящейся части СП для каждого направления излучения рассчитывалась по известным габаритам светильника, а яркость была взята из эксперимента (для $\alpha = 00$).

Однако сопоставление опытных и расчетных данных не привело к хорошему результату. Анализируя причины расхождения экспериментальных и теоретических зависимостей, мы выявили некоторые наиболее существенные:

1. Относительная погрешность люксметра достаточно большая. Кроме того, она увеличивается из-за использование нами не поверенного люксметра.
2. Расчетные формулы, использованные нами, не отражают в полной мере изменение проекции светящейся части СП при различных направлениях наблюдения.
3. Использование в расчетах КСС габаритной яркости, рассчитанной через нормальную освещенность, неправомерно. Дело в том, что в направлении $\alpha = 0^0$ на приемник излучения, кроме диффузной составляющей светового сигнала от рассеивателя, попадает и прямая составляющая от ИС, и поэтому излучающая поверхность СП имеет завышенную яркость. Подтверждением этому предположению является хорошо наблюдаемый всплеск на экспериментально полученных КСС в направлении $\alpha = 0^0$. Далее, как видно из рис. 2 и 3, экспериментальные кривые $I(\alpha)$ идут более монотонно, приближаясь к косинусному светораспределению, что объясняется регистрацией приемником только диффузной составляющей.

Последнее обстоятельство показалось нам наиболее значимым, и мы пересчитали габаритную яркость (которая оказалась равной 2000 кд/м²) и перестроили теоретические зависимости $I(\alpha)$. Как видно из рис. 4, ход экспериментальных и теоретических характеристик стал вполне согласованным, и имеющееся расхождение зависимостей $I(\alpha)$ укладывается в рамки погрешности методики измерения.

Главным результатом по проделанной работе мы считаем успешную апробацию нашего фотометра, а побочным – нахождение способа быстрого определения КСС светильников с простой геометрией диффузного рассеивателя. В рамках этого способа эксперимент вообще может быть сведен к одному замеру освещенности от светильника под таким углом, чтобы на приемник не попадала прямая составляющая от лампы. Оп-

ределив после этого габаритную яркость, можно аналитически получить угловую зависимость площади проекции светящейся части СП и, таким образом, рассчитать КСС.

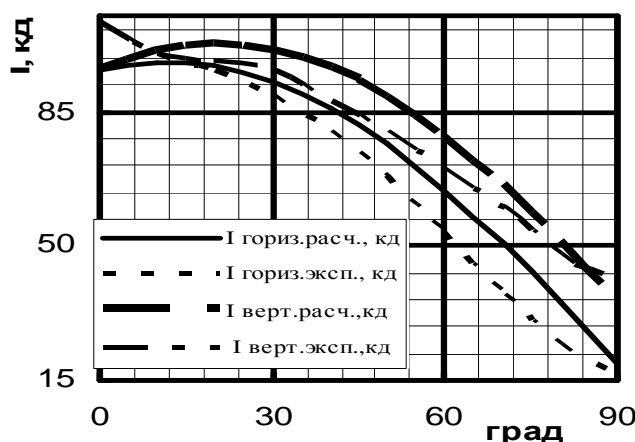


Рис. 4. - Сравнение экспериментальных и теоретических зависимостей $I(\alpha)$

В дальнейшем на предложенном фотометре мы выполняли аттестационные испытания опытных образцов светильников типа ЖКУ-150, разработанных заводом им. Т.Г. Шевченко. Задачей испытаний было нахождение оптимального светораспределения светильника для уличного освещения. С этой целью для серии съемных отражателей мы изучали продольные и поперечные КСС, по которым определяли светораспределение светильника, его КПД и габаритную яркость.

В результате был получен массив экспериментальных данных по светораспределению светильников с отражателями различной конфигурации и степени зеркализации и выбрана наиболее оптимальная для требуемого светораспределения конфигурация отражателя.

Обобщенные результаты испытаний светильников типа ЖКУ -150, полученные опытным и расчетным путем согласно существующим требованиям [1, 2], сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний светильника ЖКУ-150

Название показателя (параметра)	Стандарт на испытание	Фактическое значения показателя
Класс светораспределения	п.1.1.1 ГОСТ 17677-82	Прямого светораспределения (П)
Тип КСС	п.1.1.2 ГОСТ 17677-82, п.7.9.3 ГОСТ 17677-82	Широкая (Ш) в продольной и косинусная (Д) в поперечной плоскостях
КПД	п.7.9.4 ГОСТ 17677-82	58 %
Освещенность на горизонтальной поверхности (на расстоянии 6,5 м)	п.7.9.2.3 ГОСТ 17677-82, п.7.9.8 ГОСТ 17677-82	85 лк
Вывод: Испытанный образец светильника в целом соответствует требованиям ГОСТ 17677-82, ТУ У 31.5-14315500-016-2001 "Светильники", однако имеет недостаточный КПД. Рекомендуется повысить интегральный коэффициент зеркального отражения рабочей поверхности отражателя.		

Следовательно, по проведенной работе в целом можно сделать такие выводы.

1. Распределительный фотометр на базе теодолита позволяет достаточно корректно измерять фотометрическое тело СП и может эффективно использоваться для

дальнейших аттестационных испытаний светильников, а также для измерений светотехнических характеристик СП в полевых условиях.

2. Для СП, светящаяся поверхность которых имеет простую форму, КСС в продольном и поперечном направлениях можно достаточно точно определять расчетным путем при условии строгого количественного учета влияния угловой зависимости коэффициента пропускания рассеивателя на величину габаритной яркости СП.

Полученные результаты могут быть полезны для испытаний опытных образцов СП с ЛЛ в заводских лабораториях.

Список литературы

1. ГОСТ 17677-82. Светильники. Общие технические условия. - М: Издательство стандартов, 1989.- 112 с.
2. Айзенберг Ю.Б. Световые приборы. - М: Энергоатомиздат, 1985.- 464 с.

ОПРАЦЬОВУВАННЯ ПЕРЕНОСНОГО РОЗПОДІЛЬЧОГО ФОТОМЕТРА НА БАЗІ ТЕОДОЛІТУ ПРИ АТЕСТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАННЯХ СВІТИЛЬНИКІВ ВНУТРІШНЬОГО І ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

О.Ю. Поліщук, Г.О. Петченко

На прикладі світильників ФБО 01-18-004 і ЖКУ-150 відпрацьовується методологія проведення експерименту зі світильниками, що широко використовуються при проектуванні внутрішнього і зовнішнього освітлення.

EXPERIENCE OF USE OF A PORTABLE DISTRIBUTIVE PHOTOMETER ON THE BASIS OF A THEODOLITE FOR ATTESTATIVE TESTS OF FIXTURES INTERNAL AND EXTERNAL ILLUMINATION

O.J. Polischuk, G.A. Petchenko

On the example of lamps of FBO 01-18-004 and ZHKU-150 methodology of leadth-rough of experiment is worked off with lamps, widely in-use at planning of internal and out-ward illumination