

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СВЕТЯЩЕГО ТЕЛА ДЛЯ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ С ПАРАБОЛОИДНЫМИ ОТРАЖАТЕЛЯМИ

Канд. техн. наук В. А. ГАВРИЛЕНКОВ

Смоленский филиал МЭИ

A simplified method is presented of determining the overall dimensions of a cylindrical luminous body providing for a specified width of the light beam in the case of a luminaire with a paraboloid reflector.

* * *

На практике часто требуется разрабатывать световые приборы, которые должны обеспечивать заданную ширину светового пучка при заданных размерах параболоидного отражателя. Решение данной задачи возможно только путем варьирования формы и размеров светящего тела и существенно упрощается, если известны зависимости ширины светового пучка от геометрических параметров светящего тела. Такие зависимости уже получены для шарового, нитевого и дискового светящихся тел [Л. 1, 2]. В настоящей работе этот вопрос рассматривается применительно к системе, состоящей из параболоидного отражателя и цилиндрического светящего тела.

Согласно методу элементарных отображений (ЭО) ширина светового пучка параболоидного отражателя $2\alpha_0$ определяется наибольшим угловым размером ЭО в меридиональной плоскости $2\xi_{\max}$ (рис. 1).

Учтем, что размер ЭО цилиндрического светящего тела в меридиональной плоскости равен сумме размеров ξ_1 , ξ_2 , $\Delta\xi_1$ и $\Delta\xi_2$ и примем в первом приближении:

$$\xi_{\max} \approx \frac{1}{2} (\xi_1 + \xi_2 + \Delta\xi_1 + \Delta\xi_2)_{\max}. \quad (1)$$

Тогда, выражая угловые размеры ЭО через геометрические параметры системы, получим:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{l}{2f} \left[\cos^2 \frac{\varphi'}{2} \left(\sin \varphi' + \frac{d}{l} \cos \varphi' \right) \right], \quad (2)$$

где φ' — угловая координата точки на поверхности отражателя, ЭО которой имеет наименьший угловой размер в меридиональной плоскости; d и l — диаметр и длина цилиндрического светящего тела; f — фокусное расстояние параболоидного отражателя.

При известных значениях диаметра и длины цилиндрического светящего тела экстремальное значение угловой координаты φ' точки, в которой ЭО имеет наибольший угловой размер, может быть найдено из уравнения, получаемого приравниванием к нулю первой производной от правой части уравнения (2). Взяв производную и выполнив некоторые тригонометрические преобразования, получим уравнение:

$$\operatorname{tg}^3 \frac{\varphi'}{2} - 3 \frac{l}{d} \operatorname{tg}^2 \frac{\varphi'}{2} - 3 \operatorname{tg} \frac{\varphi'}{2} + \frac{l}{d} = 0. \quad (3)$$

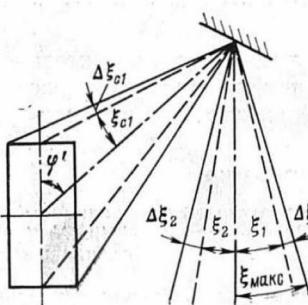


Рис. 1. Сечение меридиональной плоскостью падающего пучка и элементарных отображений зеркального элемента с цилиндрическим светящим телом,

Решение кубических уравнений, аналогичных полученному, рассмотрено в специальной литературе, например [Л. 3]. Поэтому, не останавливаясь подробно на решении этого уравнения, отмечаем, что условия данной задачи удовлетворяет только один из его корней. При этом искомую зависимость $\varphi' = f(d/l)$ получаем в следующем виде:

$$\varphi' = 2 \operatorname{arctg} \left\{ \frac{l}{d} - 2 \sqrt{\left(\frac{l}{d} \right)^2 + 1} \times \right. \\ \left. \times \cos \left[\frac{\pi}{3} + \frac{1}{3} \arccos \frac{l}{d} \frac{1}{\sqrt{(l/d)^2 + 1}} \right] \right\}. \quad (4)$$

Из (4) следует, что значение угловой координаты φ' зависит от отношения d/l и может принимать значения от 0° , что соответствует значениям $d/l \gg 1$ (светящее тело приближается к дисковому), до 60° , что соответствует значениям $d/l \ll 1$ (светящее тело приближается к нитевому).

Совместное решение уравнений (2) и (4) позволяет получить искомую зависимость ширины светового пучка от относительных размеров цилиндрического светящего тела в виде функции $\alpha_0 = f(d/l, l/f)$ (рис. 2).

При практических расчетах, когда требуется определять размеры цилиндрического светящего тела для светового прибора с заданными параболоидным отражателем и шириной светового пучка, необходимо:

1) по графику $\alpha_0 = f(d/l, l/f)$ (рис. 2) определить значения d/l и l/f , удовлетворяющие заданной ширине светового пучка;

2) по заданному фокусному расстоянию и найденным значениям d/l и l/f определить значения диаметра d и длины l цилиндрического светящего тела, обеспечивающие заданную ширину светового пучка [получаемые здесь данные могут быть представлены в виде графика $d = f(l)$].

Изложенное показывает, что заданная ширина светового пучка может быть достигнута при разных значениях диаметра и длины цилиндрического светящего тела. Поэтому при выборе их оптимальных значений могут быть учтены и другие требования, например, требование обеспечения более равномерного распределения светового потока в пучке.

В заключение следует отметить, что формула (2), положенная в основу разрабатываемой методики, в области значений $l/f \leq 0,2$ (или $d/f \leq 0,2$) занижает зна-

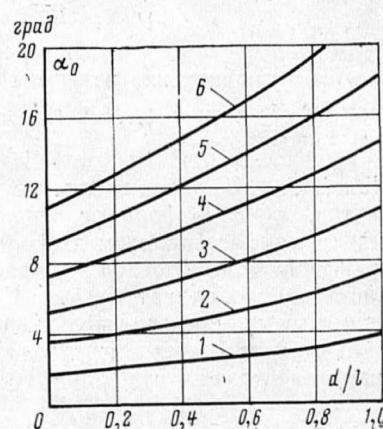


Рис. 2. Зависимость $\alpha_0 = f(d/l, l/f)$.
1 — $l/f = 0,1$; 2 — $0,2$; 3 — $0,3$; 4 — $0,4$; 5 — $0,5$; 6 — $0,6$.

чения α_0 на 2—3%, а при $l/f=0.6$ на 10—12%. При необходимости уменьшить погрешность ширину светового пучка следует рассчитывать по более строгой формуле

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{l \cos^2(\varphi'/2)}{2f} \left[\frac{\sin \varphi'}{1 - \frac{l}{2f} \cos \varphi' \cos^2 \frac{\varphi'}{2}} + \right. \\ \left. + \frac{d}{l} \frac{\cos \varphi'}{1 + \frac{d}{2f} \sin \varphi' \cos^2 \frac{\varphi'}{2}} \right]. \quad (5)$$

При наличии aberrации отражателя или расфокусировки светящего тела задача усложняется, так как ЭО разных точек поверхности отражателя поворачиваются на разные углы $(\Delta\alpha_a)_\varphi$.

Однако если принять в первом приближении $(\Delta\alpha_a)_\varphi = \Delta\alpha_{a,\max}$, то фактическую ширину светового пучка можно определить по формуле

$$\alpha_0 = (\alpha_0)_\varphi + (\Delta\alpha_a)_\varphi, \quad (6)$$

где $(\alpha_0)_\varphi$ — ширина светового пучка без aberrационного отражателя.

Список литературы

1. Калякин Н. А. Световые приборы прожекторного и проекторного типов. М., «Высшая школа», 1966. 412 с.
2. Трембач В. В. Световые приборы. М., «Высшая школа», 1972. 496 с.
3. Корн Г. и Корн Т. Справочник по математике для научных работников. М., 1970. 720 с.

—○—

УДК 628.94:628.977.1

НОВАЯ СЕРИЯ ЗЕРКАЛЬНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ТИПА ЛСП13

А. В. ГУНЧЕВ, канд. техн. наук В. Ф. ЕФИМКИНА,
инж. Л. П. КОХАНСКАЯ

Всесоюзный светотехнический институт, Рижский светотехнический завод

Как известно, наиболее массовыми из выпускаемых зеркальных светильников с люминесцентными лампами являются разработанные ВНИСИ и РСЗ промышленные светильники типа ПУ23, обеспечивающие полуширокую кривую силы света Л с коэффициентом усиления 3,5 под углом 35°. Они широко используются для освещения конвейеров с двухсторонним расположением рабочих мест и для общего освещения невысоких производственных помещений. Светильники типа ПУ25 с глубокой кривой силы света, также разработанные ВНИСИ и РСЗ, выпускались в относительно небольших количествах. Они применяются для освещения производственных помещений высотой до 10—12 м, создания повышенных уровней освещенности, обеспечения требований по цветопередаче. Зеркальные поверхности отражателей этих осветительных приборов, выполненных из тонколистовой стали, получены методом алюминирования в вакууме с последующей защитой бесцветным лаком МЛ-133.

Практика эксплуатации зеркальных светильников подтвердила их высокую эффективность и надежность [Л. 1—3]. Так, в сборочном цехе станкостроительного завода в течение 5 лет работали светильники типа ПУ25-2×80Б, установленные на высоте 12 м в помещениях с нормальными условиями среды (концентрация пыли до 5 мг/м³). При их эксплуатации строго выдерживались сроки чистки, периодически проводилось фотометрирование контрольных образцов светильников. При этом зеркальная составляющая коэффициента отражения снизилась в среднем на 12%, к. п. д. светильников на 9%, но значительного изменения формы кривой силы света не наблюдалось. В этих условиях срок службы зеркальных отражателей светильников, оцениваемый по спаду к. п. д., составил порядка 12—14 лет. Таким образом, метод алюминирования в вакууме зеркальных отражателей светильников для нормальных условий среды зарекомендовал себя с самой положительной стороны.

Несмотря на высокие эксплуатационные характеристики, светильники типов ПУ23 и ПУ25 в настоящее время уже не полностью удовлетворяют требованиям техники освещения и современного арматуростроения. Необходимы также светильники с эффективной кривой

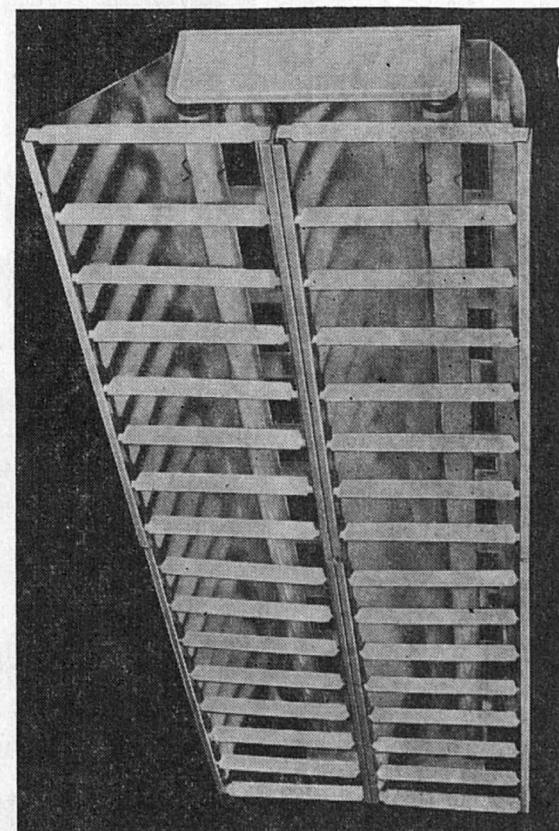


Рис. 1. Светильник типа ЛСП13-2×65-05УЗ.

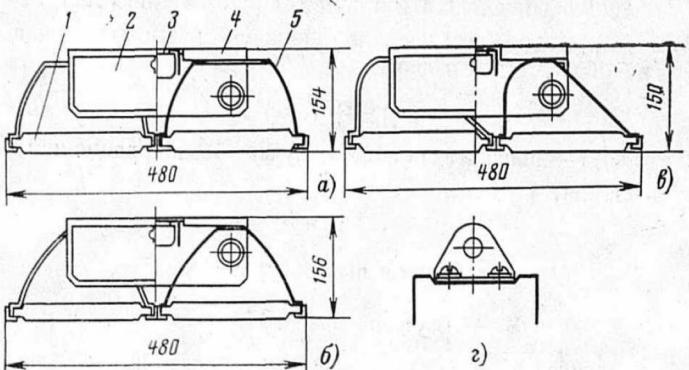


Рис. 2. Конструктивные схемы светильников типа ЛСП13.
а — кривая силы света типа Л; б — типа Г; в — специальная
кривая силы света; г — узел подвеса светильника.

широкая номенклатура зеркальных светильников с люминесцентными лампами, предназначенных для освещения производственных помещений. Так, ряд фирм [Л. 4] производит светильники с различными кривыми силы света, в том числе глубокой, полуширокой и односторонней.

Учитывая сказанное, ВНИСИ и РСЗ разработана новая унифицированная серия промышленных светильников типа ЛСП13 с зеркальными отражателями, в которую вошли три типа светильников (см. таблицу).

Тип светильника	Тип кривой силы света	К. п. д., %	Защитный угол, град., в плоскости		Коэффициент усиления Кус	Масса, кг	Номер рисунка
			продольной	поперечной			
ЛСП13-2×40-01У3	Л	80	30	15	3,4	12,0	2, а
ЛСП13-2×65-01У3		75		30	3,5	15,5 12,5 16,0	
ЛСП13-2×40-02У3		77	30	15	5,0	11,5 15,0	
ЛСП13-2×65-02У3		80*		0	5,0	10,5 14,0	
ЛСП13-2×40-03У3	Г	77	30	15	5,0	11,5 15,0	2, б
ЛСП13-2×65-03У3		80*		0	5,0	10,5 14,0	
ЛСП13-2×40-04У3		75	30	15	3,8	12,0 15,5	
ЛСП13-2×65-04У3		70		30	3,9	12,5 16,0	
ЛСП13-2×40-05У3	Специальная „косо-свет“	75	30	15	3,8	12,0 15,5	2, в
ЛСП13-2×65-05У3		70		30	3,9	12,5 16,0	
ЛСП13-2×40-06У3		75	30	15	3,8	12,0 15,5	
ЛСП13-2×65-06У3		70		30	3,9	12,5 16,0	

* Светильники прямого света.

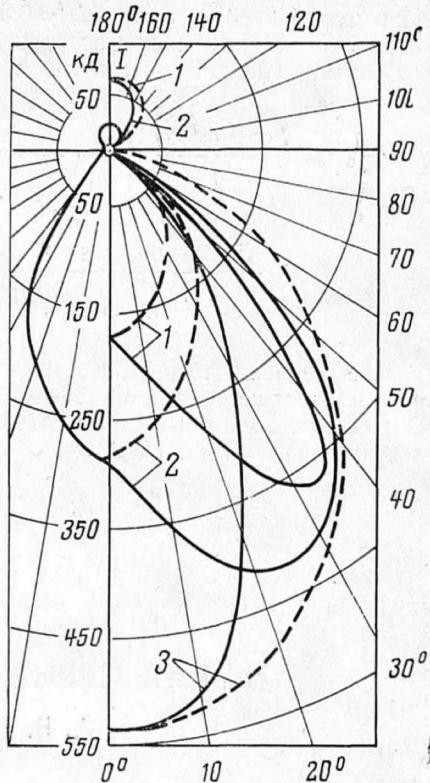
Стремление к рациональной и максимальной унификации изделий новой серии уже на стадии светотехнического проектирования привело к объединению всех трех типов светильников в единую конструктивную схему с одним размером выходного отверстия.

Профили отражателей, обеспечивающие заданные эффективные [Л. 5] и специальную кривые силы света, рассчитывались по методике, изложенной в [Л. 6], затем проводился поверочный расчет кривых на ЭВМ.

Конструкция светильников серии разработана на базе унифицированных узлов и деталей с коэффициентом унификации более 80%. Типы светильников отличаются лишь формой профиля зеркальных отражателей (рис. 2).

В корпусе 3 светильника расположена монтажная схема с ПРА, патронами для стартеров и накидными патронами для ламп. К корпусу крепятся торцевины 2

Рис. 3. Кривые силы света опытных образцов светильников ($F_{л} n=1000$ лм).
1 — ЛСП13-2×40(65)-02У3; 2 — ЛСП13-2×40(65)-04У3; 3 — ЛСП13-2×40(65)-06У3.



и узел подвеса (рис. 2, г). К боковым скобам 4 с помощью передвижных винтов присоединяются легкосъемные отражатели 5. Стабильность формы профилей отражателей обеспечивается боковыми стяжками, повторяющими форму ребра экранирующей решетки и самой решеткой, которая охватывает отражатели с обеих сторон. Решетка состоит из двух частей и при замене ламп и чистке откидывается в две стороны. Узел подвеса позволяет устанавливать светильник на монтажные короба или шинопровод, а также индивидуально на штанги. При стыковке светильников в линию торцевины стягиваются двумя винтами. Для прокладки магистральных проводов в торцевинах убираются надрубы и ставятся проходные втулки.

По сравнению со светильниками типов ПУ23 и ПУ25 новая серия светильников типа ЛСП13 имеет следующие преимущества: высокий коэффициент унификации, значительно сниженные трудоемкость изготовления и вес, улучшенные монтажно-эксплуатационные характеристики.

На рис. 3 приведены кривые силы света опытных образцов основных типов светильников. Длина светильников с лампами мощностью 40 и 65 Вт составляет соответственно 1246 и 1546 мм.

В заключение авторы благодарят О. К. Куща за составление программы и проведение поверочных расчетов на ЭВМ.

Список литературы

1. Варсанофеева Г. Д., Гусева Л. С. Типовые решения светильниковых установок механических и инструментальных цехов. — «Светотехника», 1974, № 5, с. 1—4.
2. Глауберзон Е. М., Малкина И. Д. Люминесцентное освещение на ленинградской фабрике «Первомайская». — «Светотехника», 1961, № 5, с. 22—25.
3. Гунчев А. В. Эксплуатационная надежность промышленных светильников с люминесцентными лампами. — В кн.: Электротехническая промышленность. Светотехнические изделия. 1976, № 5(35). М., изд. Информэлектро.
4. Каталоги фирм Sabir (Франция), 1974; Iärgnkonst A. B. (Швеция), 1974; Stockmann-Orgpo (Финляндия), 1975.
5. Айзенберг Ю. Б., Ефимкина В. Ф., Гунчев А. В. Зеркальные светильники с люминесцентными лампами. — «Светотехника», 1965, № III, с. 12—16.
6. Айзенберг Ю. Б., Ефимкина В. Ф. Осветительные приборы с люминесцентными лампами. М., «Энергия», 1968. 368 с.