

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

М. В. РУМЯНЦЕВ

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КРИВОЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛЫ СВЕТА ПРОЖЕКТОРА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 22 XI 1947)

Во многих случаях практики типичная горизонтальная кривая распределения силы света I_α прожектора с дуговой лампой высокоинтенсивного горения в зависимости от угла излучения α в прямоугольной системе координат с достаточной степенью точности может быть представлена уравнением нормальной кривой вероятностей ⁽¹⁾ в виде:

$$I_\alpha = I_{\max} e^{-h^2 \alpha^2} \quad (1)$$

или, при $I_{\max} = 1$,

$$I_\alpha = e^{-h^2 \alpha^2}, \quad (2)$$

где I_{\max} — максимальная (осевая) сила света прожектора, h^2 — произвольная постоянная. Значение h^2 вычисляется из данных фотометрирования (опытной кривой распределения силы света прожектора).

На рис. 1 построена кривая распределения силы света прожектора по формуле (2) с $h^2 = 17\,300$. На том же рисунке точками обозначены опытные значения трех кривых фотометрирования прожектора на расстоянии 1 км. Из них вычислено h^2 для теоретической кривой. Опытные точки вполне удовлетворительно согласуются с теоретической кривой, которая не выходит из пределов точности фотометрирования (около 15%).

Аналитическое представление кривой распределения силы света прожектора очень полезно при интерполировании и экстраполировании данных фотометрирования для любых углов излучения прожектора, а также при построении теоретической кривой распределения света, если известны I_{\max} и h^2 , и при вычислении светового потока прожектора.

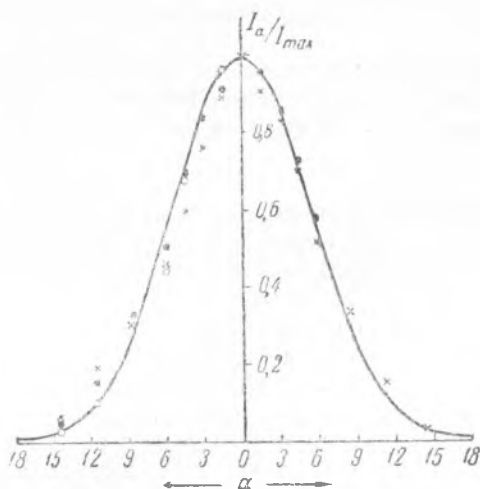


Рис. 1. Теоретическая кривая распределения силы света прожектора, построенная по формуле (2). Точками обозначены опытные значения силы света, полученные фотометрированием прожектора на расстоянии 1 км

Нужно заметить, что указанная закономерность не универсальна. В некоторых случаях кривая распределения силы света прожектора может заметно отступать от нормальной кривой вероятностей (несимметричность, наличие побочных максимумов и т. д.). В этих случаях пользование указанной закономерностью может привести к ошибкам.

Если принять, что прожектор — точечный источник света (размеры его малы по сравнению с дистанцией фотометрирования), принять кривую распределения силы света его симметричной относительно главной оптической оси отражателя и угол излучения малым (обычно меньше 10°), то вычисление светового потока прожектора с использованием указанной выше закономерности можно произвести достаточно точно по формуле:

$$F = 2\pi I_{\max} \int_0^{\alpha} e^{-h^2 \alpha^2} \alpha d\alpha, \quad (3)$$

или

$$F = \frac{\pi I_{\max}}{h^2} (1 - e^{-h^2 \alpha^2}). \quad (4)$$

В табл. 1 показаны для сравнения результаты вычисления светового потока прожектора, имеющего $I_{\max} = 700 \cdot 10^6$ свечей, тремя различными методами: графическим⁽²⁾, табличным — по способу угловых коэффициентов⁽³⁾ и аналитическим — по формуле (4) для трех различных углов излучения.

Таблица 1
Результаты вычисления светового потока прожектора различными методами ($I_{\max} = 700 \cdot 10^6$ св.) в люменах $\cdot 10^{-3}$

Метод	Световой поток в пределах угла излучения		
	полного $\alpha = 18 \cdot 10^{-3}$ радиан	соотв. 0,1 I_{\max} $\alpha = 10,5 \cdot 10^{-3}$ радиан	соотв. 0,5 I_{\max} $\alpha = 6,0 \cdot 10^{-3}$ радиан
Графический	127,0	117,6	59,2
Табличный — угловых коэффициентов	128,5	109,5	59,1
Аналитический — по формуле (4)	126,8	108,0	59,1

Исследования показали, что третий метод вычисления светового потока точнее первых двух методов, так как он имеет только один источник ошибок — приближенное представление кривой распределения силы света прожектора уравнением кривой вероятностей. Следует заметить, что по методу угловых коэффициентов можно также получить очень точные результаты вычисления светового потока прожектора, если брать малые угловые интервалы, но это потребует длительной и кропотливой работы. Предлагаемым аналитическим методом достаточно точно и просто можно вычислить световой поток прожектора, избежав длительных и кропотливых вычислений.

Выражаю благодарность проф. А. А. Гершуну за ценные замечания по содержанию настоящей работы.

Поступило
22 XI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Дж. Скарборо, Численные методы математического анализа, 1934, стр. 289.
² Р. Н. Фролов, Электрические прожекторы, стр. 186—190. ³ Л. Д. Белькинд, Электросветильные приборы ближнего действия, 1945, стр. 21—23.