

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВВОДНЫХ УСТРОЙСТВ СВЕТЯЩИХСЯ ПАНЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДНОЙ ОПТИКИ

А. А. Горьков

В работе рассматриваются некоторые аспекты математического моделирования вводных устройств светящихся светодиодных панелей; оценивается возможность использования различных целевых функций оптимизации светораспределения вводных устройств.

Ключевые слова: люминесцентные лампы, количество ртути, контактный охладитель, постоянный ток, катафорез, амальгама, дозировочные головки, откачной полуавтомат, кран-дозатор экологичность.

MODELING OF INPUT DEVICES OF LUMINOUS PANELS BASED ON LED OPTICS

A. A. Gor'kov

The paper discusses some aspects of mathematical modeling of input devices of glowing LED panels. We also have estimated the possibility of employment of different objective functions for optimization of light distribution input devices.

Keywords: coefficient, multiple reflections, LED light, diffuse light, luminous flux.

Известно, что при формировании светового пучка светодиодной панели решающую роль играют многократные отражения. Данный аспект необходимо учитывать при разработке модели устройства ввода светового излучения. В качестве исходной модели можно воспользоваться методикой, предложенной Трембачем В. В. [3]. В основу данного метода положен расчет коэффициента многократных отражений.

При расчете диффузных светильников нужно рассматривать, что первый отраженный световой поток не полностью попадает на световое отверстие. Часть его возвращается на отражатель, после этого происходит вторичное отражение – и эта часть потока снова упадет на световое отверстие и отражатель. Это явление, называемое многократным отражением, необходимо учитывать, поскольку оно сопряжено с дополнительными потерями за

счет многократного поглощения светового потока поверхностью отражателя.

Кривая силы светильников рассчитывается с коэффициента многократных отражений a , который равен отношению общего светового потока, падающего на поверхность отражателя, к световому потоку, первично упавшему от источника света. Для вогнутых поверхностей, $a > 1$, поскольку к первично упавшему потоку прибавляются потоки, вторично и далее многократно попадающие на отражатель. Для выпуклых и плоских поверхностей $a = 1$. Коэффициент многократных отражений и находится как сумма ряда геометрической прогрессии [2; 3], описывающий процесс многократных отражений:

$$a = \Phi'_\phi / \Phi_\phi = 1 / (1 - \rho(1 - u)), \quad (1)$$

где Φ'_ϕ – суммарный поток, падающий на поверхность отражателя при многократных отражениях; Φ_ϕ – поток, падаю-

щий на поверхность отражателя от лампы; ρ – коэффициент отражения; u – коэффициент использования поверхности отражателя.

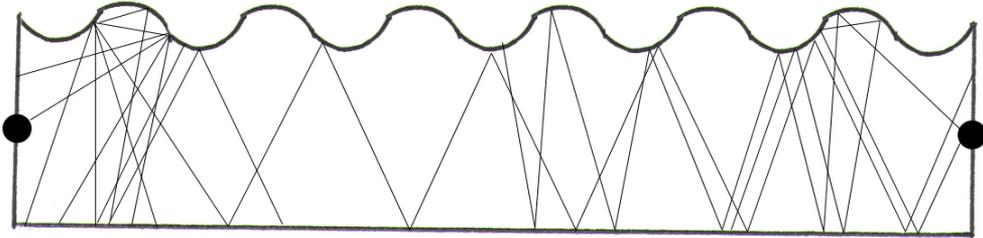


Рис. 1. Вариативная схема функционирования модели светодиодной панели с двумя источниками

Коэффициент использования дает ту долю отраженного потока, которая попадает на световое отверстие. Он определяется из очевидного равенства световых потоков, излучаемых диффузным отражателем и его световым отверстием, если считать последнее диском с яркостью отражателя:

$$\pi L_0 A_0 u = \pi L A_{c_0}, \quad (2)$$

где L_0 – яркость отражателя; A_0 – площадь отражателя; A_{c_0} – площадь светового отверстия.

Из формулы (2) получаем коэффициент:

$$u = A_{c_0} / A_0, \quad (3)$$

Для вогнутых поверхностей $u < 1$, а для плоских – $u = 1$.

Изменение a и u позволит рассчитать необходимые параметры отражателя для достижения максимально высокоэффективной КСС с точки зрения образования светового пучка световой панели. Решение указанной задачи сводится к поиску оптимального числа изогнутых и вогнутых отражателей, а также оптимальному значению показателей многократных отражений и использования поверхности отражателя касательно светового отверстия.

Для светодиодной панели с диффузными отражателями световой поток Φ_{cb}

может быть легко найден как сумма значений потоков, попавших на выходное отверстие [1]:

$$\Phi_{ca} = \Phi_\alpha + \frac{u \rho \Phi_\phi}{1 - \rho(1 - u)}. \quad (4)$$

Если выразить потоки Φ_α и Φ_ϕ через поток лампы Φ_L и ввести выражение (1) для коэффициента многократного отражения, то формула (4) может быть записана в следующем виде:

$$\Phi_{cb} = m_1 \Phi_L + \rho m \Phi_L x u, \quad (5)$$

где m – доля потока, изначально падающего на отражатель; m_1 – доля потока, падающего непосредственно на выходное отверстие.

При расчете КСС устройства ввода с определенными допущениями принимается за светящую поверхность равномерной яркости L_0 . Ее значение определяется суммарным световым потоком, падающим на отражатель в итоге многократных отражений:

$$L_0 = \frac{\rho m \Phi_L x}{S_0 \pi}. \quad (6)$$

Сила света $I_{a_{cb}}$ в заданном направлении определяется прямой силой света I_a

в этом направлении и силой света, создаваемой светящей поверхностью отражателя I_{ao} :

$$\begin{aligned} I_{\alpha CB} &= p_{\alpha} I_{\alpha} + I_{ao} = \\ &= p_{\alpha} I_{\alpha} + L_0 S_{B0} \cos \alpha, \end{aligned} \quad (7)$$

где p_{α} – показатель экранирования светящего тела светодиодного модуля краем отражателя в пределах зоны углов экранирования от $\alpha=90^{\circ} - \gamma_1$ до $\alpha=90^{\circ} - \gamma$:

$$p_{\alpha} = \frac{e}{\gamma_1 - \gamma}, \quad (8)$$

Согласно приведенным выше выражениям, преобразование КСС вводного устройства с диффузным отражателем возможно осуществить путем изменения яркости выходного отверстия и угла выхода прямого излучения лампы. С увеличением защитного угла вырастет доля перехваченного отражателем светового потока, растут многократные отражения, в результате чего возрастает яркость выходного отверстия и возрастают значения силы света под малыми

углами к оси; одновременно за счет экранирования снижаются либо становятся равными нулю силы света под значительными углами к оси и падает значение КПД светодиодной панели. Но если увеличить глубину отражателя, сохраняя постоянным значение защитного угла, то осевая сила света и КПД светодиодной панели уменьшаются за счет увеличения потерь при многократных отражениях без возрастания доли перехваченного отражателем потока.

Для решения задачи оптимизации необходимо дополнительно выбрать целевую функцию. В первом приближении это могла бы быть функция дисперсии светового потока, упавшего на выходное отверстие световой панели.

Решение поставленной задачи поможет построить 3D-модель устройства и сделать совокупный анализ работоспособности разрабатываемого устройства. Необходимо отметить, что геометрические параметры вводного устройства оказывают влияние не только на всеобщее светораспределение светового прибора, но и на тепловой режим излучающих модулей светодиодов [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айзенберг, Ю. Б. Световые приборы / Ю. Б. Айзенберг. – Москва : Энергия, 1980. – 463 с.
2. Ивлиев, С. Н. О некоторых аспектах использования общемашиностроительных САПР при анализе тепловых режимов светодиодных световых приборов / С. Н. Ивлиев // Сборник научных трудов SWorld. – Одесса : Куприенко, 2013. – Т. 5. – Вып. 2. – С. 70–72
3. Карякин, Н. А. Световые приборы прожекторного и проекторного типов. / Н. А. Карякин. – Москва : Высшая школа, 1966. – 412 с.
4. Трёмбач, В. В. Световые приборы : Учеб для вузов по спец. «Светотехника и источники света» (2-е изд., перераб. и доп.) / В. В. Трёмбач. – Москва : Высшая школа, 1990. – 463 с.

Поступила 19.12.2013 г.

Об авторе:

Горьков Александр Алексеевич, аспирант кафедры светотехники светотехнического факультета ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), alexander@gorkow.org

Для цитирования: Горьков, А. А. Моделирование вводных устройств светящихся панелей на основе светодиодной оптики / А. А. Горьков // Вестник Мордовского университета. – 2014. – № 1. – С. 85–88.

REFERENCES

1. Eisenberg Yu. B. Svetovye pribory [Light devices]. Moscow, Energy Publ., 1980, 463 p.
2. Ivliev S. N. O nekotoryh aspektah ispol'zovanija obshhemashinostroitel'nyh SAPR pri analize teplovyh rezhimov svetodiodnyh svetovyh priborov [Some aspects of the use of CAD in the analysis of general machine-building thermal modes of LED lighting fixtures]. *Collection of SWorld conference proceedings*. Odessa, Kuprienko Publ., 2013, Issue 2, vol. 5, pp. 70 – 72.
3. Karjakin H. A. Svetovye pribory prozhektornogo i proektornogo tipov [Light devices searchlight and Projector types]. Moscow, Higher School Publ., 1966, 412 p.
4. Trembach V. V. Lighting devices: Svetovye pribory : Ucheb dlja vuzov po spec. «Svetotehnika i istochniki sveta» [Textbook for universities on speciality “Lightning and light sources”]. 2nd ed., Rev. and enlarged issue, Moscow, High. Shkola Publ., 1990, 463 p.

About the author:

Gor'kov Aleksandr Alekseevich, post-graduate student of Light Engineering chair of Department of Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), alexander@gorkow.org

For citation: Gor'kov A. A. Modelirovanie vvodnyh ustrojstv svetjashihhsja panelej na osnove svetodiodnoj optiki [Modelling Of Luminous Panels Input Devices Based On Led Optics]. *Vestnik Mordovskogo Universiteta – Mordovia University Bulletin*. 2014, no. 1, pp. 85 – 88.