УДК 628.95: 535.31

А.А. Фомин

ООО «Светодиодные технологии Украина»
Харьковский национальный университет радиоэлектроники

МОДЕЛЬ СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА С ПАРАБОЛИЧЕСКИМ ОТРАЖАТЕЛЕМ

Проведен анализ и моделирование светотехнических характеристик светодиодного осветительного прибора, в котором применяется в качестве собирающей оптики параболоид вращения, а источником света является многокристальный кластер. Результаты исследования представлены в виде диаграмм.

Ключевые слова: *светодиодный кластер, параболоид, фокусное расстояние. диаграмма направленности, рефлектор.*

Постановка проблемы

Для замены ламповых источников света на светодиодные возникает необходимость обеспечивать аналогичные диаграммы направленности для адекватной замены. В данной статье будут рассмотрены этапы проектирования и моделирования формирователя светового потока с узким углом расходимости.

Изложение основного материала

В первую очередь стоит обозначить граничные условия для оптической системы и светильника в целом. В качестве источника света была рассмотрена светодиодный кластер, диаметр светящейся поверхности которого равен 19мм. Для эргономичного вида светильника габаритные размеры светильника не должны превышать отношение 1,5. Основываясь на принципах формирования отражателей для точечных источников света необходимо, чтобы фокус параболоида принадлежал светящейся поверхности кластера. Исходя из граничных условий можно весьма определенно построить отражатель для светодиодного кластера. Схематическое решение данной задачи представлено на рис.1. Данная парабола описана формулой :

$$y = x^2 * 1.45, \quad (1)$$

при условии, что ось *y* совпадает с оптической осью прибора. Светодиодный кластер представлен в виде массива фиолетовых светодиодов, размещенный в пределах окружности диаметром 19 мм и залит слоем люминофора. Для моделирования распространения светового потока поверхность люминофора необходимо принять за множество точек, которые и будут являться источниками излучения видимого диапазона.

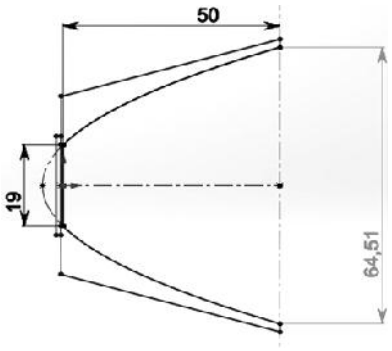


Рис. 1. Форма параболоида исходя из граничных условий.

Для центральной точки светящейся поверхности расходимость будет ограниченна только краем параболы: вектор А на рис 2., а лучи попавшие на отражающую поверхность Б будут направлены параллельно оптической оси прибора. Лучи не попавшие на поверхность параболы будут расходиться с углом не более β :

$$\beta = \arctan\frac{L}{2h}. \quad (2)$$

Точечным источником в данной ситуации можно считать светоизлучающую поверхность диаметром 0,1мм и диаграммой направленности светового потока, который соответствует суммарной КСС светодиодного кластера. Угол расходимости светового потока равен 120 градусов.

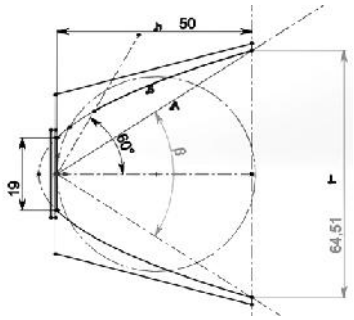
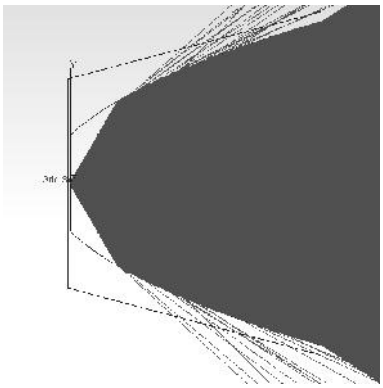
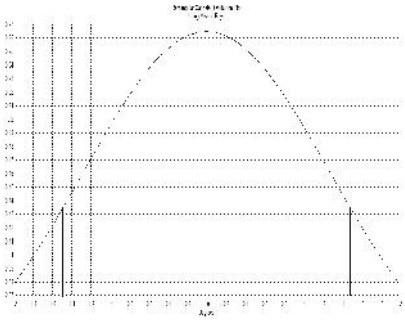


Рис. 2 Схематическое изображение распределения лучей от центральной точки кластера

При воссоздании данной ситуации в пакете моделирования получаем пространственное распределение, которое приведено на рис. 3.



а) трассировка лучей в оптической системе

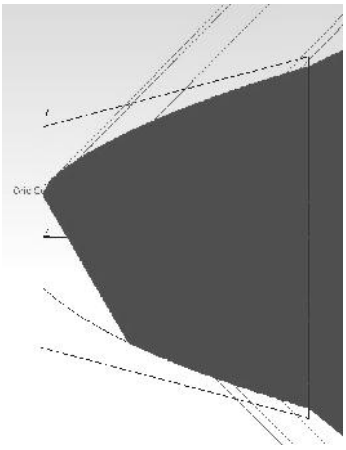


б) угол половинной мощности составляет 3 градуса.

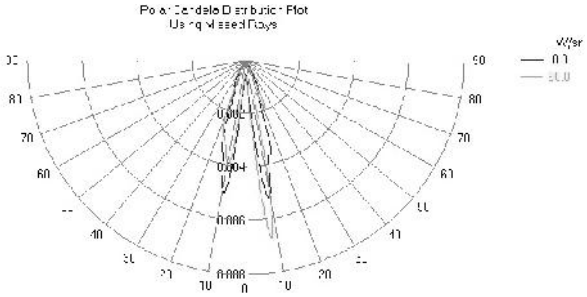
Рис. 3. Результат моделирования точечного источника света, который находится в фокусе параболоида.

Кроме точек свечения, которые совпадают или близки к фокусной, на поверхности кластера находится еще множество точек, которые необходимо рассмотреть как отдельные источники света. Рассмотрим точечный источник света, который находится на границе свечения светодиодного кластера и промоделируем распространение светового пучка в параболоиде. Результат трассировки лучей и диаграмма направленности прибора при смещении точечного источника представлены на рис 4.

Для получения диаграммы направленности светового потока для прибора, необходимо так же произвести моделирование распространения светового потока для всего множества точечных источников света находящихся на всей поверхности светоизлучателя кластера. Однако для представления тенденции достаточно будет рассмотреть точечный источник света, находящийся на поверхности люминофора и удален от оптической оси параболоида на $R/2$. (для текущих условий 4.5мм). рис 5.

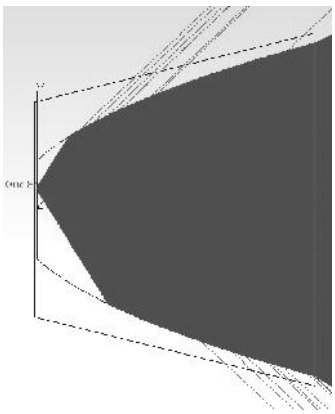


а) трассировка лучей в оптической системе

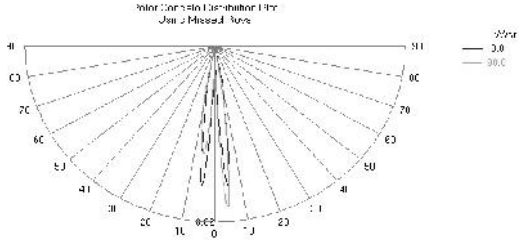


б) кривая силы света прибора с точечным источником смещенным в границу свечения кластера

Рис. 4. Моделирование распространения лучей от точечного источника, находящегося на границе свечения люминофора.



а) трассировка лучей в оптической системе



б) кривая силы света прибора с точечным источником смещенным на 4,5мм

Рис. 5. Моделирование распространения лучей от точечного источника, удаленного от оптической оси параболоида на 4,5м

Исходя из тенденции результатов исследования можно сделать вывод: точечный источник находящийся на границе световой зоны светодиодного кластера задает максимальное отклонение светового потока во всем приборе. Рассмотрев поверхность как отдельные точечные источники света необходимо смоделировать весь светильник в целом или проинтегрировать пространственные распределения всех точек поверхности свечения светодиодной матрицы. Результат моделирования представлен на рис. 6 .

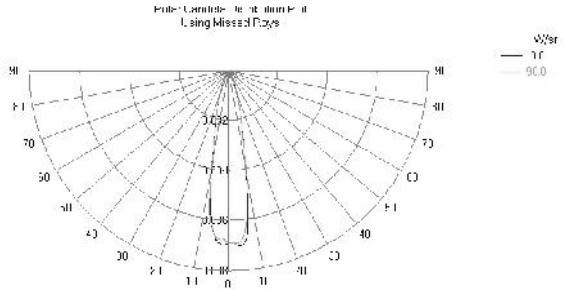


Рис.6 Диаграмма направленности светового прибора на базе светодиодного кластера и параболоидного отражателя.

Выводы

В результате исследования был рассмотрен вариант формирования узкой диаграммы направленности светодиодного светильника на базе параболоидного отражателя. Рассмотрены граничные условия, которые препятствуют достижению расходимости светового потока в 1-2 градуса. В результате моделирования угол половинной мощности был определен как 20 градусов. По предварительным данным изготовление отражателей на текущий момент является менее затратным, чем работа с линзовыми системами. Так же оптические характеристики подобных светильников могут быть улучшены за счет модернизации геометрических параметров отражателя и подбором источников света с меньшей площадью свечения.

References

1. Ajzenberg Ju.B. Spravochnaja kniga po svetotehnike / Pod red. Ju.B. Ajzenberga. – M.: Znak, 2006. – 972 s.

2. Born, M., Wolf, E. Principles of optics. - M .: Nauka, 1973.

3. LG Bebchuk, Bogachev Yu Applied Optics: A manual for instrument-specialties - M .: Engineering, 1988. -312s.

Литература

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973.

3. Бебчук Л.Г, Богачев Ю.В. Прикладная оптика: Учебное пособие для приборостроительных специальностей,- М.: Машиностроение, 1988. -312с.

Рецензент: Назаренко Леонид Андреевич
доктор технических наук, профессор Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова,

Автор: ФОМИН Александр Александрович
инженер ООО «Светодиодные технологии Украина»,
61145, Украина, Харьков, ул. Новгородская, 3
E-mail - fominaa0488@gmail.com

МОДЕЛЬ СВІТЛОДІОДНОГО СВІТИЛЬНИКА З ПАРАБОЛІЧНИМ ВІДБИВАЧЕМ

О.О. Фомін

Проведено аналіз та моделювання світлотехнічних характеристик світлодіодного освітлювального приладу, в якому застосовується в якості збираючої оптики параболоїд обертання, а джерелом світла є багатокристальний кластер. Результати дослідження представлені у вигляді діаграм.

Ключові слова: світлодіодний кластер, параболоїд, фокусна відстань. діаграма спрямованості, рефлектор.

MODEL OF LED LAMPS WITH A PARABOLIC REFLECTOR

O. Fomin

This article describes the principles for modeling reflective optics to form a narrow pattern of the luminous flux. Physical size of the light-emitting module manufactured by CHIP on BORD technology have been adopted.as the basis. Boundary conditions geometric sizes of reflector were established. The lighting surface of the cluster has been divided into segments, and the spread of the luminous flux from each point of the surface has been examined. The results of distribution simulation for the three points: the central, most distant and remote from the center to the R / 2 has been presented. The simulation results have been presented in the form of diagram. The result of this work is demonstration of reflective systems modeling method for luminaires with directional radiation pattern. Also disadvantages of this design have been identified which prevent the creation of almost parallel light beam.

Key words: *LED cluster, paraboloid, the focal length. pattern, reflector.*

