

УДК 628.9.041

А.С. Литвиненко, канд. техн. наук,
О.Ю. Полищук, асп.,
Л.Г. Баландаева, инж.,
Л.Д. Гуракова, канд. техн. наук
 Харьковская национальная академия
 городского хозяйства

ИСТОЧНИК СВЕТА ДЛЯ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ

Внимание исследователей к разработке и изучению светодиодов (СД) обусловлено не только уже достигнутыми уникальными характеристиками, но и темпами, с которыми улучшаются эти параметры.

Известные преимущества светодиодов над остальными источниками света, делают их применение предпочтительными и перспективными как в светосигнальных устройствах, средствах отображения информации и световой рекламе, так и особенно актуальными и экономически целесообразными в обычных осветительных приборах, для местного освещения, на общественном транспорте, в местах общего пользования ЖКХ (лифты, лестничные площадки и т.д.). Использование СД в освещении, начиная с внутреннего и кончая наружным, не принесло пока ожидаемых результатов, хотя примеры такого внедрения СД есть. Это связано с небольшой световой отдачей (порядка 50 лм/Вт), а так же высокой стоимостью.

На сегодняшний день многие ведущие производители проводят интенсивные исследования, связанные как с разработкой мощных светодиодов, так и с решением задач, связанных с конструированием световых приборов на основе СД. Известные конструкции светильников на основе СД, как правило, не используют внешней оптической системы. Обычно, светотехнические характеристики светильника полностью определяются маркой используемых СД, их количеством и взаимным расположением. Это ограничивает спектр возможных световых приборов на основе СД и, для дальнейшего прогресса в разработке световых приборов, требуется как изменение конструкций и принципов формирования световых пучков, так и поиск принципиально новых решений.

Предлагается конструкция источника света (сумматора) на основе светодиодов, суммирующая излучение многих светодиодов и направляющая его вдоль одной линии.

Разработанная конструкция основывается на свойстве зеркальной эллипсоидной поверхности отражать любой луч, прошедший через один из фокусов эллипсоида в направлении, при котором он обязательно пройдет через второй фокус, а, отразившись второй раз от эллипсоидной поверхности, луч снова пройдет через первый фокус и т.д., каждый раз прижимаясь к большой оси эллипсоида вращения до тех пор, пока полностью не сольется с ней.

В работе [1] рассмотрены вопросы прохождения световых пучков в эллипсоиде вращения. Найдена закономерность сближения световых пучков с большой осью эллипсоида в зависимости от начального угла (угла между направлением входящего пучка и большой осью), количества переотражений и эксцентриситета эллипса.

Угол α_k между произвольно выбранным пучком, прошедшим через фокус эллипса и большой осью, можно рассчитать по системе формул.

$$\beta_i = \frac{2 \arcsin(e \sin \alpha_i)}{\sqrt{1 + a^2 - 2ac \cos \alpha_i}}; \quad \alpha_{i-1} = \alpha_1 + \sum_{i=1}^n \beta_i; i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

где α_1 – произвольный, но известный угол, определяющий угловое положение первого светового пучка относительно большой оси эллипса; α_i – угол между радиусом (направлением светового пучка) и большой осью после i -го отражения; β_i – угол между парой последовательно сочлененных пучков, сходящихся в i -ой точке на эллипсе; e – эксцентриситет; i – целое число, характеризующее порядковый номер “отражения”;
 n – произвольное целое число.

Путём простых геометрических построений легко убедиться, что система, состоящая из эллиптического зеркала, выполненного в виде части эллипсоида вращения и плоского зеркала, установленного в центре эллипсоида перпендикулярно большой оси, работает аналогичным образом [1,2].

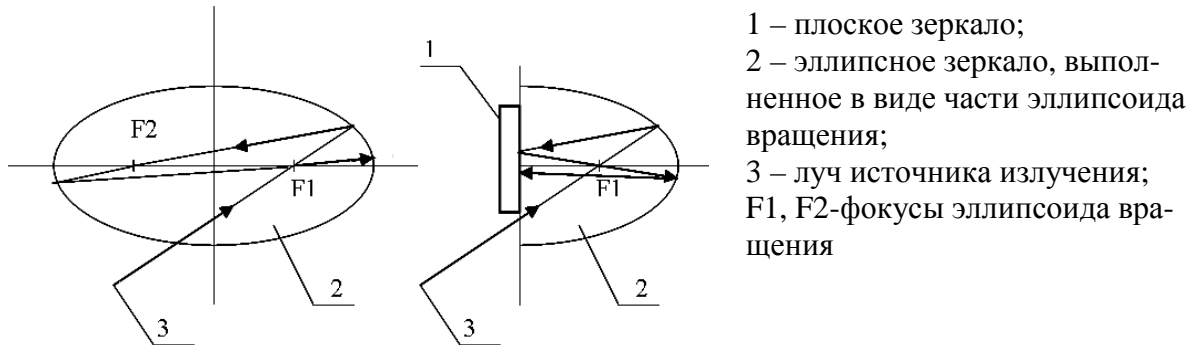


Рис.1 – Ход лучей в эллипсоиде и полу эллипсоиде

Если поверхность эллипсоида полностью покрыта отражающим слоем, кроме участка в точке пересечения большой оси с поверхностью эллипсоида, то через определенное количество переотражений (количество их зависит от параметров эллипсоида, угла вхождения излучения в эллипсоид и размера выходного отверстия), луч выйдет через отверстие. Угол расхождения луча будет определяться параметрами эллипсоида и размерами выходного отверстия. Если в систему вводить несколько световых пучков через фокус эллипсоида, то после нескольких отражений они выйдут через отверстие и суммируются. Для работы такого сумматора необходимо, чтобы все суммируемые пучки проходили через фокус эллипсоида. Использование обычных линз в разработанной конструкции не даёт нужного результата. Поэтому для реализации предложенного устройства потребовалось особое исполнение излучающих светодиодов, входящих в конструкцию (Рис. 2). А именно: излучающий кристалл размещен в полимерном корпусе, имеющем форму эллипсоида вращения.

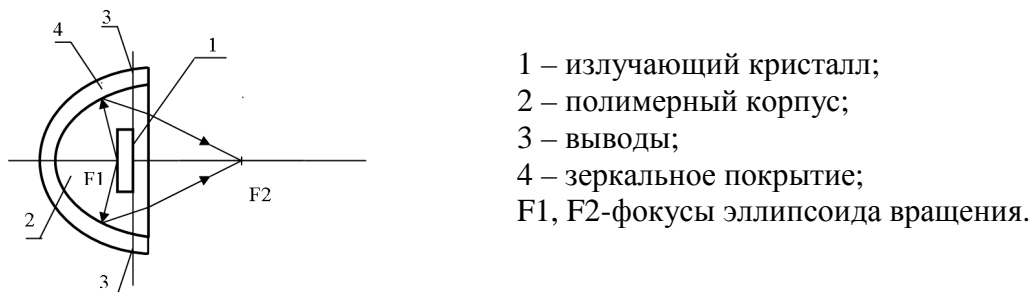


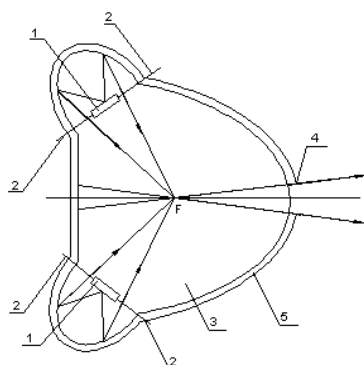
Рис.2-Конструкция светодиода

Полимерный корпус имеет зеркальную поверхность. Излучающий кристалл расположен в фокусе ($F1$) эллипсоида и излучает на зеркальную поверхность. Такая конструкция светодиода позволяет сводить излучение в фокус ($F2$) и позволяет оптимизировать технологию изготовления источника света.

Конструкция предлагаемого устройства представлена на рисунке 3.

Излучающие светодиоды (описанной выше конструкции) располагаются по кругу относительно оси большого эллипсоида таким образом, чтобы их фокусы совпадали с фокусом большого эллипсоида. Угол относительно оси, под которым излучение попадает в большой эллипсоид не играет принципиального значения, поэтому светодиоды можно располагать в несколько рядов по кругу относительно оси. Основное условие – совпадение фокусов светодиодов с фокусом большого эллипсоида. В этом случае, через определенное количество отражений (количество отражений зависит от параметров большого эллипсоида, размеров выходного отверстия и угла вхождения излучения светодиодов относительно оси большого эллипсоида) излучение всех светодиодов суммируется и выйдет через отверстие 4. Угол расходимости суммарного излучения будет зависеть от размеров выходного отверстия и параметров эллипсоида.

В конструкции можно использовать излучающие кристаллы разной цветности. Управляя включением светодиодов, можно получать на выходе устройства излучение разной цветности и интенсивности.



- 1 – излучающий кристалл;
- 2 – выводы;
- 3 – полимерный корпус;
- 4 – отверстие для вывода излучения (не покрытая зеркальным покрытием часть полимерного корпуса),
- 5 – зеркальное покрытие.

Рис.3 – Конструкция источника света для световых приборов

Устройство может найти применение при разработке сигнальных прожекторов и прожекторов для декоративной подсветки, при разработке мощных и узконаправленных светофоров (например, железнодорожных), в качестве источника света при конструировании полноцветных светодиодных экранов, при разработке наружного освещения и т.д.

Список литературы

1. А.С. Литвиненко, О.В. Прусихин // Український метрологічний журнал.-2002. - вип. 2. – с. 48-50.
2. А.С. Литвиненко, О.В. Прусихин, А.С.№171706 СССР. Устройство для сложения интенсивностей нескольких лазеров.

ДЖЕРЕЛО СВІТЛА ДЛЯ СВІЛОВИХ ПРИЛАДІВ

А.С. Литвиненко, О.Ю. Поліщук, Л.Г. Баландаєва, Л.Д. Гуракова

Запропонована оригінальна конструкція джерела світла на основі світлодіодів, розглянуті перспективи його використання при конструюванні світлових приладів.

LIGHT SOURS FOR LIGHT FACILITIES

A. Litvinenko, O. Polischuk, L. Balandaeva, L. Gurakova

Paper treats original construction of light source on the basis of LED, Focus is on the prospects of its implementation under the construction of light facilities.