

Новые линзы LEDIL Strada-IP-24 и асимметрия светодиодов 5050

Екатерина Ильина,
ekaterina.ilyina@ledil.com
Сакен Юсупов,
saken.jusupov@ledil.com

Еще в 2001 году британские ученые однозначно констатировали то, что «всех» много, а «всего» мало, и «всего» на «всех» не хватает. А возмутительное желание китайцев жить «как в Европе» еще больше снизило долю «всего» на каждого. Дурной пример оказался заразительный, и теперь еще 1,5 млрд индусов захотели жить «не хуже чем»! В результате этих процессов количество «всех» претендентов на свою долю «всего» многократно увеличилось, и привычное потребление благ жителями ныне благополучных стран должно будет пропорционально ужиматься в ближайшие годы.

Смягчить остроту этой проблемы человечество пытается разными способами: во-первых, путем расширения кормовой базы, например для этого Европейское ведомство по безопасности продуктов питания (EFSA) в середине января 2021 года признало мучных червей пригодными для употребления в пищу – в виде целой личинки в качестве закуски или порошка, как одного из ингредиентов в ряде пищевых продуктов [1]. Ожидаем скорое расширение ассортимента «меню» из прочих вкусных и питательных «тараканов»... Вторая возможность поделить ограниченное количество «всего» на возросшее число «всех» – это сократить индивидуальное потребление. Для чего уже сейчас активно внедряется экономика «совместного пользования» в противовес привычной потребительской экономике «владения». Наверное, че-



ловеческую потребность иметь больше, чем другие, для поддержания высокого социального статуса будут оцифровывать и измерять уровнями рейтингов и количествами лайков. Большая куча «лайков» и много цифр на банковском счету потребляет значительно меньше реальных ресурсов, чем коллекция дворцов олигарха или коллекция зимних сапожек городской модницы. Третий путь – поиск новых технологий, сокращающих потребление ресурсов планеты на душу населения. Для этого сейчас активно внедряется атомная, солнечная и ветроэнергетика, изучаются возможности промышленного использования приливных электростанций. Как следствие из новой «зеленой» энергетики, намечается создание «водородной» экономики взамен углеводородной. Мы и наши читатели, которые занимаются светотехническим бизнесом, далеки от тем внедрения питательных насекомых в повседневное меню сограждан, поэтому в рамках настоящей статьи рассмотрим возможности экономии драгоценных киловатт электроэнергии, которая расходуется на освещение автодорог в ночное время. Освещение дорог по ночам – это необходимость, связанная с без-

опасностью водителей и пешеходов. До тех пор пока беспилотные автомобили не вытеснят живых людей «из-за баранки», освещение автодорог будет нужным и актуальным. Недавние достижения в этой области – создание и внедрение технологий светодиодного освещения. Светодиодные светильники светят ярче, работают дольше и потребляют меньше прежних ламповых светильников.

Для освещения улиц нужны светильники с очень сложными световыми диаграммами, потому как требуется не только экономично и равномерно осветить проезжую часть и избежать ослепления попутных и встречных водителей, но и обеспечить выполнение строгих норм прописанных в ГОСТах. Для формирования правильных световых диаграмм в уличных светильниках применяют линзы, и в настоящее время в мире сформировалась индустрия по производству оптики для светодиодов. Множество компаний в разных странах разрабатывают и производят светодиодные линзы для самых разных применений. Наиболее широкий ассортимент вторичной оптики для светодиодов выпускает финская компания LEDIL, которая в настоящее время считается технологическим ли-

дером в своей отрасли. Уже два десятка лет LEDIL задает тренды и формирует индустриальные стандарты. Так, популярные ныне линзы формата 2×2 и 2×6 были первоначально придуманы и выпущены на рынок специалистами LEDIL, а сейчас линзы в этих форм-факторах изготавливают почти все известные производители светодиодной оптики. Но компания LEDIL не стоит на месте, и поэтому в 2021 году ее инженеры создали и вывели на рынок новое семейство групповых линз Strada-IP-24/HB-IP-24. Это семейство линз оптимизировано для работы с 24 светодиодами в корпусах 5050 и предназначено для создания энергоэффективных уличных и промышленных светильников. Новые линзы IP-24 укомплектованы силиконовой герметизирующей прокладкой и позволяют герметично защитить светодиодную плату от губительного воздействия пыли и влаги. Это позволяет делать светильники без дополнительного защитного стекла. Дополнительное защитное стекло поглощает и рассеивает порядка 15–20% светового потока. К сожалению, ряд крупных производителей светодиодных светильников в России «продавили» административные требования по обязательной установке защитного стекла для светильников мощностью более 100 Вт. Это сделано для того, чтобы отсеять конкурентов от выгод-

ных госконтрактов. Но, как известно из мировой истории, еще ни одно административное решение не смогло отменить законы физики, и теперь рынок светодиодных светильников в России разделился на две части: на энергоэффективные, мощностью ниже 100 Вт, и на мощные светильники с низким КПД. При дальнейшем росте тарифов на электроэнергию скоро станет выгоднее устанавливать на дорожных опорах несколько энергоэффективных светильников с номинальной мощностью 100 Вт, чем один мощный светильник с маленьким световым выходом.

Линзы семейства IP-24 имеют те же габариты 173×71,4 мм и такое же расположение отверстий под крепежные винты, что и популярные ныне линзы IP-2x6. Это было сделано намеренно, чтобы облегчить производителям светильников переход со старых линз 2x6 на новые IP-24. Для разработки нового светильника можно будет использовать корпус старого и поменять в нем электрическую начинку и линзы. Внешний вид линз семейства IP-24 и их световые диаграммы представлены на рис. 1.

Сочетания линзы CS17757_STRADA-IP-24-T2-M-PC и 24 светодиодов 5050 позволяют достигать осень хороших показателей по эффективности: при 1-Вт режиме работы светодиодов световой поток бу-

дет равен 5000 лм, а эффективность 214 лм/Вт; при 2-Вт режиме работы светодиодов световой поток будет равен 9500 лм, а эффективность составит 197 лм/Вт; при 3-Вт режиме работы светодиодов световой поток будет равен 14000 лм, а эффективность составит 184 лм/Вт (это уже на выходе с линзы).

Светодиоды в корпусах 5050 появились на рынке несколько лет назад в результате поиска компромисса между приемлемой ценой источников света для массового производства и техническими параметрами. Распределение нескольких светодиодных кристаллов по значительной площади позволило лучше отводить тепло, которое выделяется в процессе работы. А работа кристаллов при меньших температурах предоставляет возможность получать больший выход полезного света при тех же токах питания. Но есть у светодиодов 5050 и недостатки. Относительно большая поверхность светоизлучающего пятна (les) хуже работает с типовыми светодиодными линзами, чем керамические светодиоды 3535 с размером кристалла 1 мм². Для новомодных светодиодов 5050 приходится создавать новые специализированные линзы, способные хорошо работать с крупными LES. Но еще один важный нюанс, который нужно учитывать при применении светодиодов в корпусах

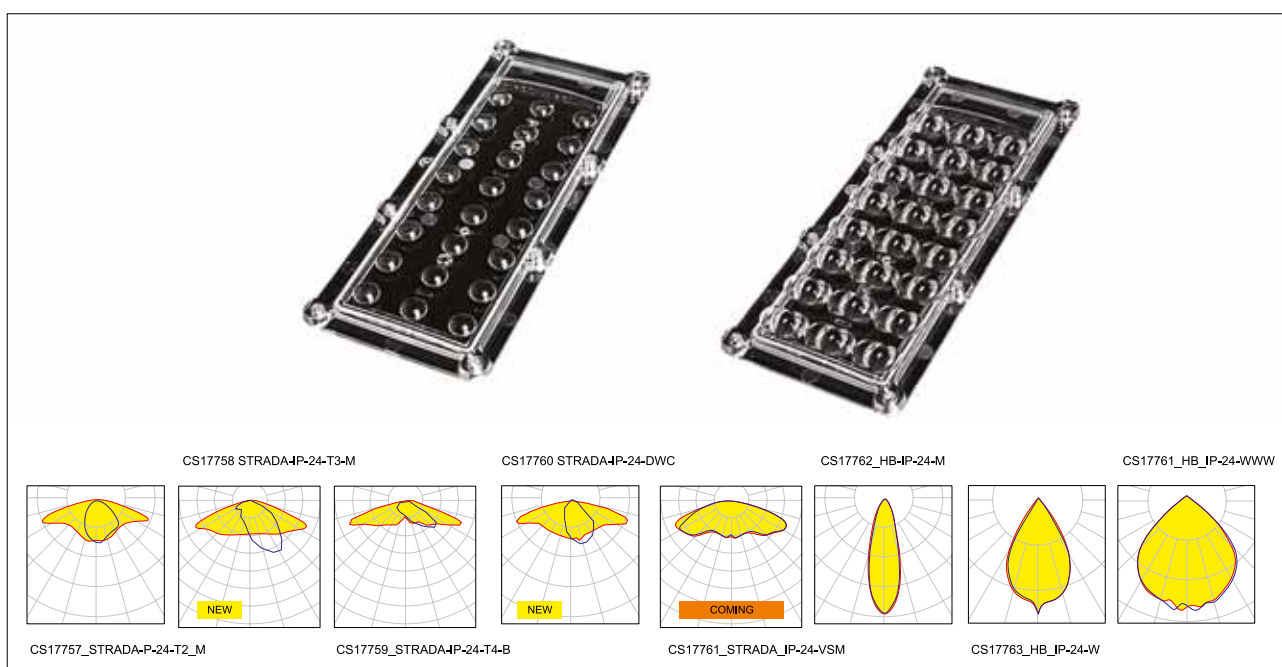


Рис. 1. Внешний вид и световые диаграммы линз IP-2x6

5050, – симметрия расположения кристаллов внутри корпуса. Асимметричное расположение кристаллов сказывается на работе оптики и дает разные результаты при каждом повороте светодиода на 90°. И если найдено оптимальное расположение светодиода под линзой, дающее правильную световую диаграмму, то при заказе серийных светодиодных плат нужно проследить, чтобы светодиоды на ней были распаяны с такой же ориентацией. Этот момент можно наглядно увидеть на примере светодиодов Cree J5050, которые имеют симметричное расположение кристаллов относительно оси X и относительно оси Y, но цепочка кристаллов, расположенных по оси X, длиннее цепи кристаллов, расположенных вдоль оси Y. Кроме того, нужно учитывать, что компания Cree выпускает светодиоды

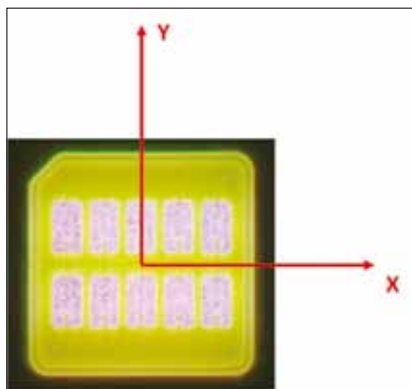


Рис. 2. Расположение кристаллов в светодиодах Cree J5050

с квадратными и круглыми светоизлучающими пятнами.

Рассмотрим пример, как будет работать линза Strada-IP-24-T2-M со светодиодом Cree J5050, расположенным под линзой: вдоль (положение 1) и поперек (положение 2). И рассмотрим третий вариант расположения светодиодов – с вращением, когда каждый последующий светодиод на плате монтируется с поворотом на 90° по отношению к предыдущему.

Прежде чем испытывать линзы «в бою», рассмотрим получившиеся КСС на рис. 3.

На рисунке видно, что положение светодиода CREE J5050 под линзой Strada-IP-24-T2-M-PC оказывает незначительное влияние на форму КСС. Это достигается благодаря симметричному расположению чипов относительно оси X и Y.

Как видно из таблицы на рис. 3, КПД практически не зависит от ориентации светодиода под линзой. Зато от формы светоизлучающей поверхности (СИП) КПД меняется. В данном случае для круглой СИП КПД получился на 1% больше, чем у квадратной СИП. Значит ли это, что круглые светодиоды работают эффективнее на дороге?

Для чистоты эксперимента рассмотрим в качестве примера двухполосную дорогу класса Б2 с односторонней установкой. Шаг установки – 45 м,

высота установки – 11,0 м. Световой поток светодиодного модуля без учета потерь на линзах – 20 000 лм. Вылет светильника относительно дороги 0 м. Угол наклона – 0°. Тип дорожного покрытия – R3.

Оценим расчетную яркость дорожного покрытия, общую равномерность, продольную равномерность яркости и слепящее действие TI на рис. 4.

На рис. 4 отчетливо видно, что продольная равномерность с круглой СИП практически не меняется, что выражается в ходе продольных линий. Различия между ними едва уловимы. Что касается квадратной СИП, ее положение влияет на продольную равномерность и это хорошо заметно в правом нижнем углу дорожного полотна.

Подробности по светотехническому расчету представлены на графиках рис. 4.

Из графиков и таблицы на рис. 5 можно увидеть, что средняя яркость (Lcp) дорожного покрытия также зависит от положения и формы СИП. Разница может быть в пределах 3%. Общая и продольная равномерность выше в случае круглой СИП. Также важно обратить внимание на то, что слепящее действие для круглой СИП меньше, чем у квадратной без вращения.

Для варианта с вращением светодиодов получается интересный результат. У квадратной СИП средняя яркость на 3–6% ниже, чем без

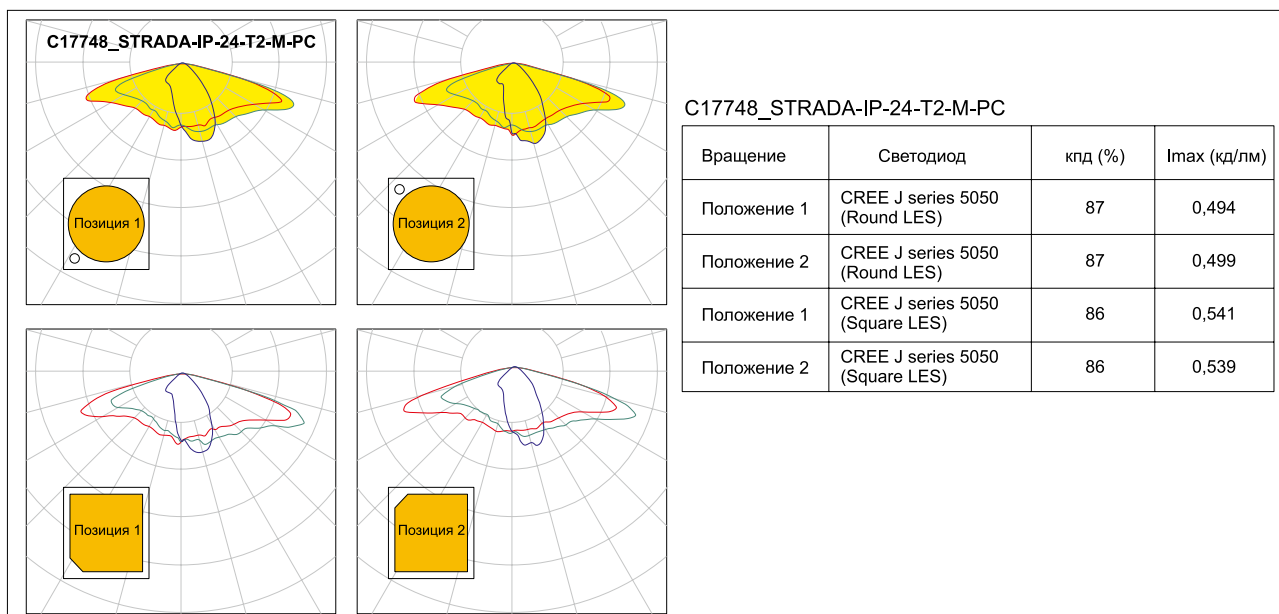


Рис. 3. КСС Strada-IP-24-T2-M-PC со светодиодами CREE J5050 с квадратной и круглой светоизлучающей поверхностью, ориентированными под линзой в позиции 1 и 2 соответственно

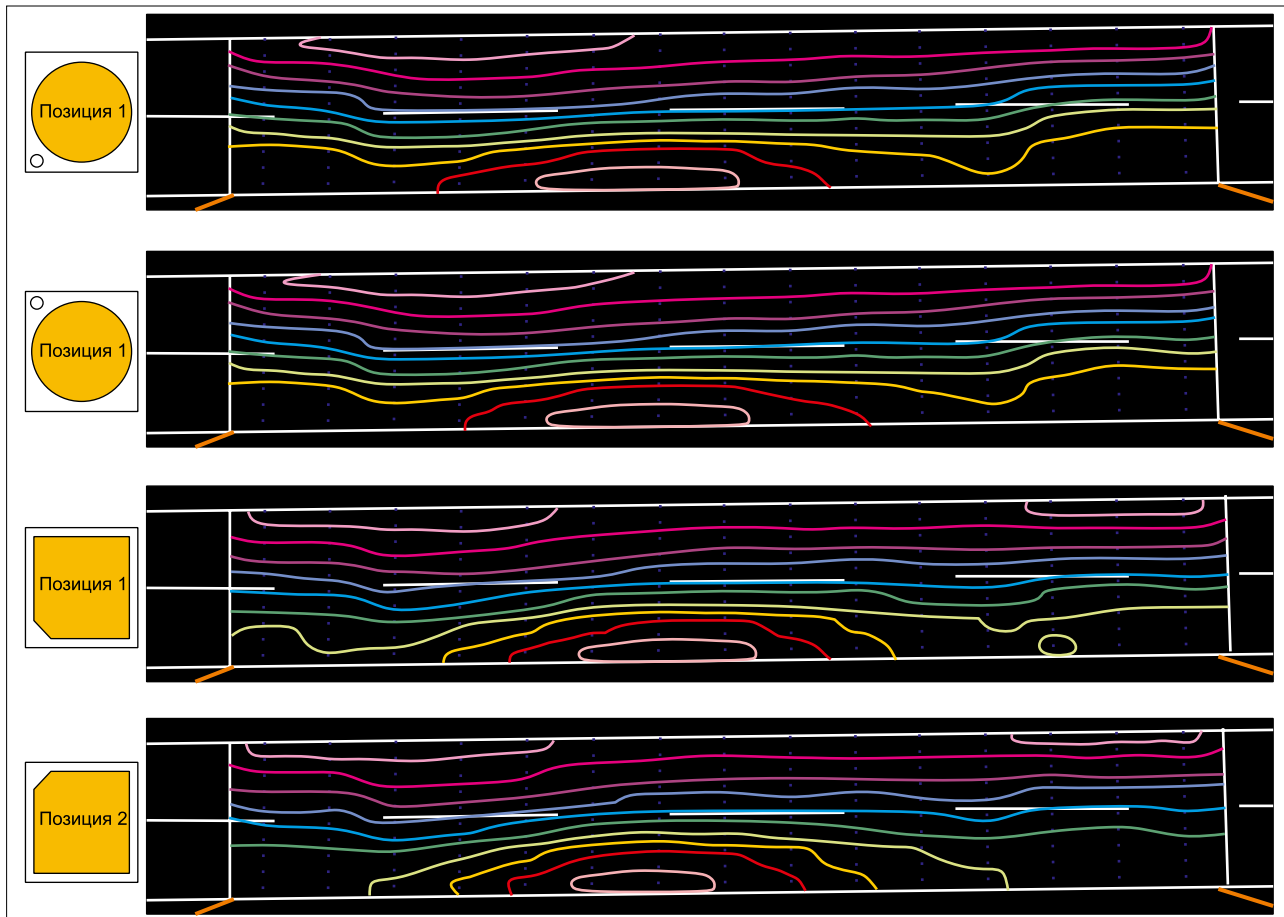


Рис. 4. Светотехнический расчет линзы Strada-IP-24-T2-M-PC со светодиодами Cree J5050 с квадратной и круглой светоизлучающей поверхностью, ориентированными под линзой в позиции 1 и 2 соответственно

вращения в зависимости положения, тогда как у круглой СИП получается разница в пределах 1%, что несущественно. По общей и продольной равномерности различия в пределах одной формы СИП не наблюдаются. Зато слепящее действие в случае расположения с вращением для обеих СИП оказывается минимальным и равным 12%.

Данные результаты применимы только для линзы Strada-IP-24-T2-M-PC со светодиодами Cree J5050 с квадратной и круглой СИП. Но они демонстрируют, что линзы могут работать со светодиодами по-разному. Например, в данном случае квадратная СИП, расположенная в позиции 2 позволяет увеличить эффективность освещения по яркости на 6% по сравнению с официально рекомендуемым вариантом расположения, показанном на рис. 6. С другой стороны, круглая СИП является более универсальной как с точки зрения КПД, так и остальных параметров ОУ. При проектировании до-

рожных светильников важно учитывать симметричность расположения кристаллов внутри светодиодного корпуса.

В статье мы рассмотрели примеры работы светодиодов Cree, которые славятся своей симметрией расположения кристаллов. Другие произ-

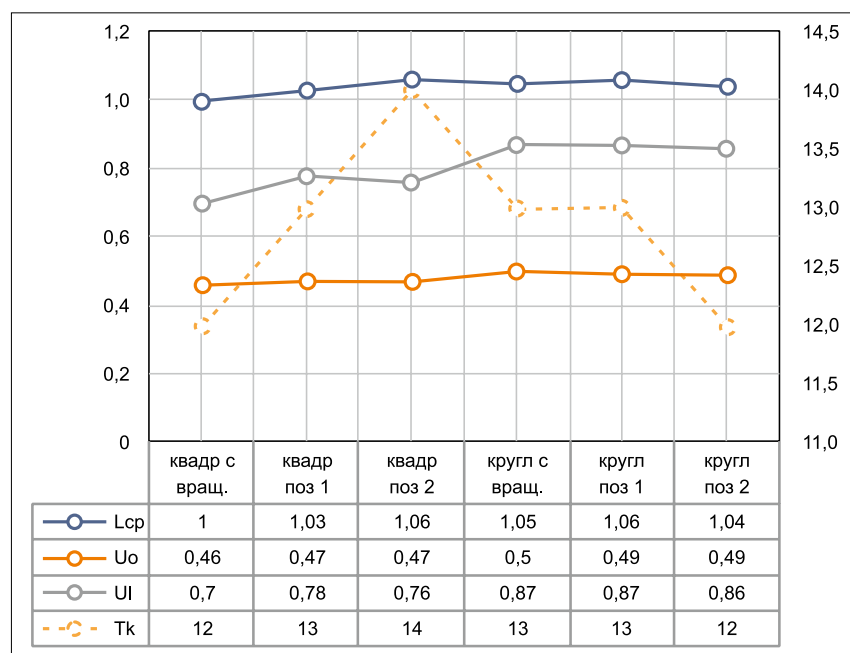


Рис. 5. Графики средней яркости, общей и продольной равномерностей и параметра слепящего действия TI

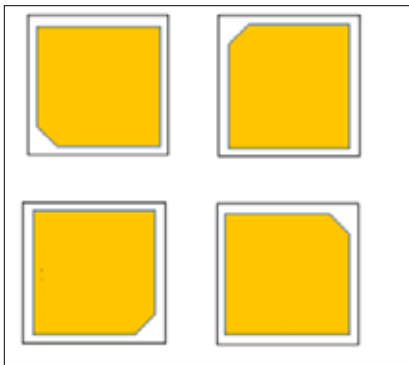


Рис. 6. Вариант с вращением светодиодов на плате

водители светодиодов в корпусах 5050 могут располагать кристаллы асимметрично, и это может отразиться на работе светильника самым неожиданным образом. Для того чтобы нивелировать эффекты асимметрии расположения кристаллов можем рекомендовать делать и применять такие платы, на которых светодиоды монтируются с разворотом каждого последующего на 90° по сравнению с позицией предыдущего (рис. 6). Однако правильно подобранная ориентация всех свето-

диодов в одном направлении может увеличить эффективность по яркости на 6%, что важно для энергосервисных контрактов. При проектировании новых светильников следует знать об этой особенности светодиодов 5050, уметь бороться с недостатками асимметричного расположения кристаллов и использовать преимущества.

ЛИТЕРАТУРА

1) <https://www.dw.com/ru/es-razreshil-upotreblenie-sushenyh-muchnyh-cherjev-pishhu/a-57426316>