

# Силиконовые линзы сегодня и завтра

Неотвратимость научно технического прогресса, стимулируемая философией безграничного потребления, приводит к созданию все новых и новых технологий для удовлетворения растущих потребностей человечества. И хотя стремление к звездам давно уже сменилось жаждой бытового комфорта, гений человеческой мысли продолжает мятежно искать инновационные технические решения.

К примеру, в области освещения за последние 200 лет люди сменили несколько технологий: от лучин и масляных ламп перешли к свечам, затем к керосиновым и газовым светильникам. Когда около сотни лет назад началась эра электрического освещения, и путь эволюции шел от электродуговых ламп через лампы накаливания к газоразрядным источникам света, никто не мог и предположить, что человечеству удастся «приручить» для этой цели светодиоды. Но происходит очередная смена технологий: мир начинает осваивать LED-освещение.

Вслед за источниками света прогрессировала и вторичная оптика для них. Свечи прятали от ветра в жестяные фонари со стеклянными окошками; прилаживали к свечам зеркала для направления светового потока в нужном направлении; пламя фитиля керосиновой лампы закрывали от ветра стеклянной трубой; вокруг электрических ламп размещали различные по форме рефлекторы, которые формировали уже сложные кривые силы света (КСС).

Светодиодные светильники принципиально отличаются от предшественников тем, что имеют малые габариты, высокую яркость и излучают свет преимущественно в переднюю полусферу. Эта особенность светодиодов позволяет шире использовать линзы для управления распределения светом. И можно смело говорить, что развитие LED-освещения вызвало к жизни целую индустрию производства линз для светильников. Эти линзы передают свет как энергию, а не как изображение, поэтому внешний вид оптики сильно отличается от того, что мы привыкли видеть в объективах биноклей и фотоаппаратов.

Главные параметры светодиодных линз для освещения:

- диаграмма распределения света (КСС);

- оптическая эффективность (КПД);
- качество распределение света (отсутствие ярких и темных пятен на освещаемой поверхности).

Линзы для светодиодов делают из недорогих пластиков, потому как офисный или домашний светильник — это предметы чаще бюджетной ценовой категории. Наиболее распространенный материал, из которого изготавливают линзы, — PMMA (он же акрил, он же плексиглас). Некоторые сорта/типы PMMA обладают хорошими светотехническими характеристиками, к примеру, тот акрил, который использует компания LEDiL для производства линз, имеет 30-летнюю гарантию производителя на сохранение оптических и механических свойств в уличной среде, при воздействии ультрафиолета. Попросту говоря, на улице он не трескается и не желтеет со временем. Но у PMMA есть недостатки — он относительно хрупок. Поэтому для создания вандалоустойчивых светильников больше подходит поликарбонат (PC). Но его плюс (ударопрочность) теряется на фоне минусов: худшее светопропускание и слабая устойчивость к ультрафиолету. Кроме пластиковых, на рынке есть линзы из боросиликатного стекла, которые тоже не лишены недостатков — они хрупкие, имеют большой вес и технологически сложны в обработке.

До недавнего времени всем казалось, что светотехники обречены вечно лавировать между рифами недостатков и искать конструктивные компромиссы, но примерно год назад химики-технологи вывели на массовый рынок новый материал — оптический силикон. Оптический силикон лишен недостатков своих предшественников и обладает всеми их достоинствами, а именно:

- выдерживает температуры от  $-45$  (ниже пока еще не тестировали) до  $+200$  °C;
- оптическая прозрачность такая же, как у PMMA, коэффициент преломления 1,41;
- материал очень эластичен и линзы из оптического силикона не боятся ударов и одновременно могут служить и герметизирующей прокладкой, и колпаком-защитой для мощных светодиодных матриц (Chip on Board, CoB);
- стоек к воздействию ультрафиолета;
- химически инертен, и к нему не прилипает грязь;

- технология литья из силикона достаточно проста и позволяет быстро создавать оптику с любой КСС и поверхностью, не требующей дополнительной полировки;
  - механическая прочность оптического силикона достаточна для применения его в светильниках без защитного стекла.
- Сумма преимуществ нового материала заинтересовала компанию LEDiL, и специалисты из Финляндии начали активно создавать из оптического силикона новую оптику для светодиодов.

Новый оптический материал производится пока в небольших объемах, поэтому его цена



Рис. 1. Линза Stella

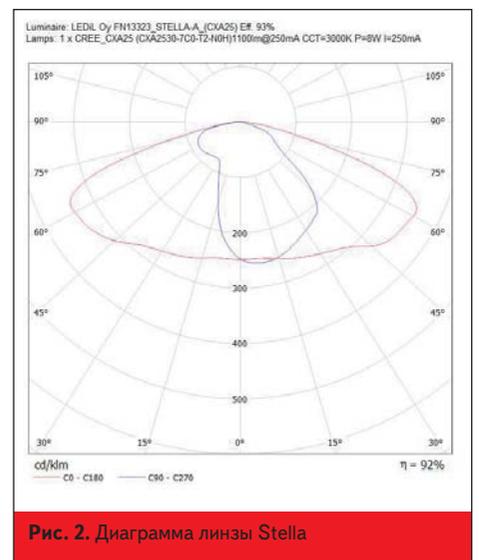


Рис. 2. Диаграмма линзы Stella



Рис. 3. Линза SAGA



Рис. 5. Линза STELLA-HB

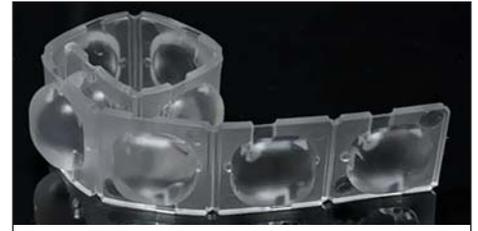


Рис. 7. Линза JENNY

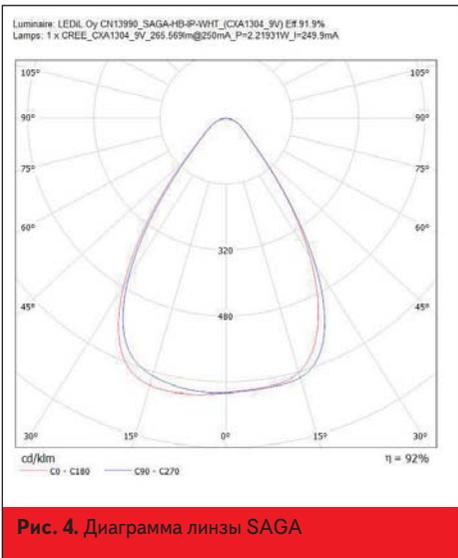


Рис. 4. Диаграмма линзы SAGA

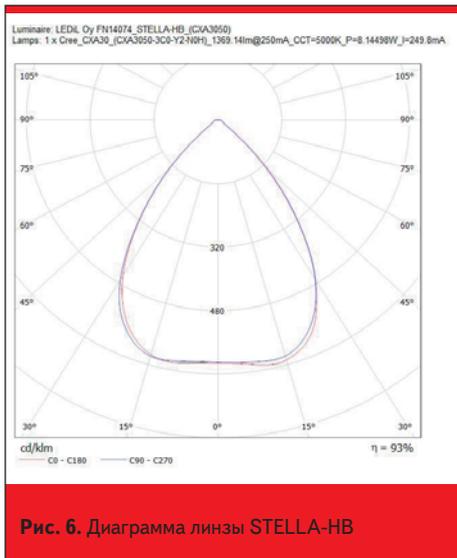


Рис. 6. Диаграмма линзы STELLA-HB

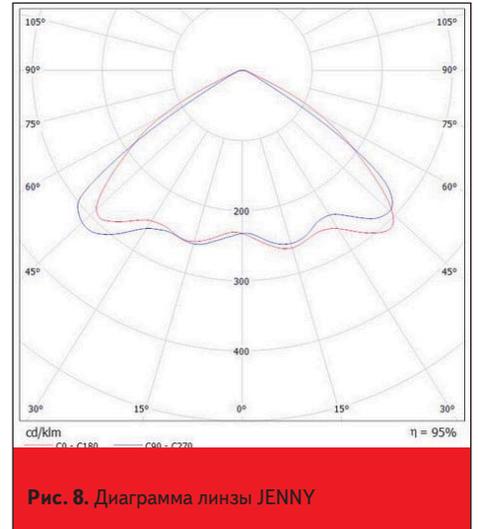


Рис. 8. Диаграмма линзы JENNY



Рис. 9. Линза NIS033A

относительно высока по сравнению с PMMA и PC. Экономический фактор пока определяет область использования силиконовой оптики. Ее целесообразно применять там, где традиционные оптические пластики не работают. В первую очередь, это линзы для CoB. Эти полупроводниковые приборы излучают столь мощный свет, что плавят линзы из традиционных оптических пластиков.

Фирма LEDiL начала разработала силиконовую линзу Stella-A с широкой КСС для освещения улиц (рис. 1, 2).

Вторым шагом было создание линзы для светильников SAGA Highbay с FWHM 60° (FWHM — полный угол по уровню половинной мощности) (рис. 3, 4).

Для самых мощных на сегодняшний день CoB типа CXA3590, CLL052, VERO29 (FWHM 60°) была разработана силиконовая линза STELLA-HB со световой диаграммой типа глубокий косинус (рис. 5, 6).

Следующим шагом финских разработчиков оптики стала разработка силиконовой оптики с более сложными КСС — линза JENNY (рис. 7, 8).

Другой областью применения оптического силикона стало создание линз для ультрафиолетовых светодиодов (рис. 9).

До этого УФ-линзы LEDiL изготавливала из пластика COP, очень хрупкого и дорогого материала. Хорошее светопропускание в УФ-области позволило заменить неудобный в про-

изводстве COP оптическим силиконом и сделать оптику лучше и дешевле (рис. 10, 11).

В настоящий момент созданы следующие УФ-линзы:

- FCA14011\_G2-NIS033U-S:
  - со светодиодом NC4U134A (FWHM 20°);
  - со светодиодом NCSU033B (FWHM 10°).
- FCA14405\_G2-NIS033U-M:
  - со светодиодом NC4U134A (FWHM 27°);
  - со светодиодом NCSU034B (FWHM 21°).

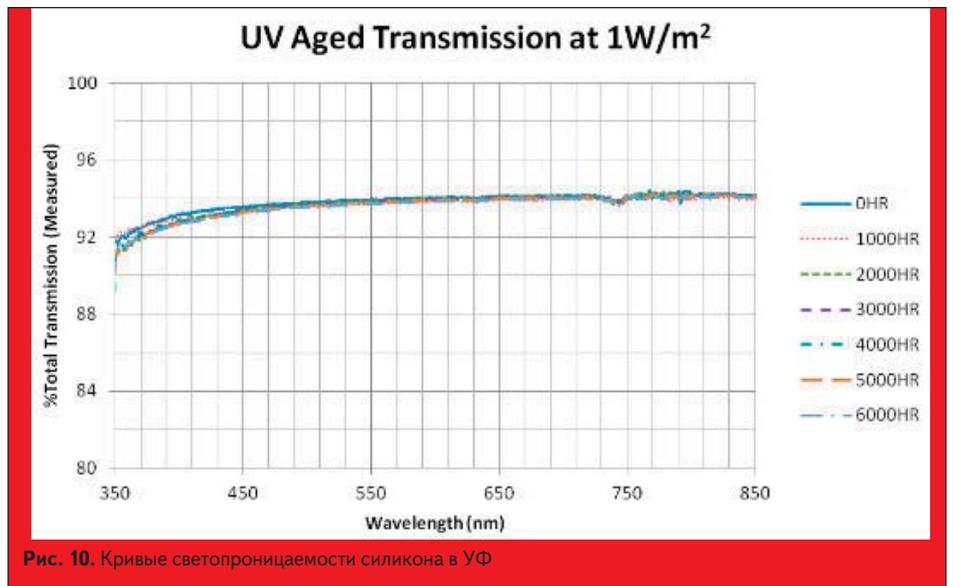


Рис. 10. Кривые светопрозрачности силикона в УФ

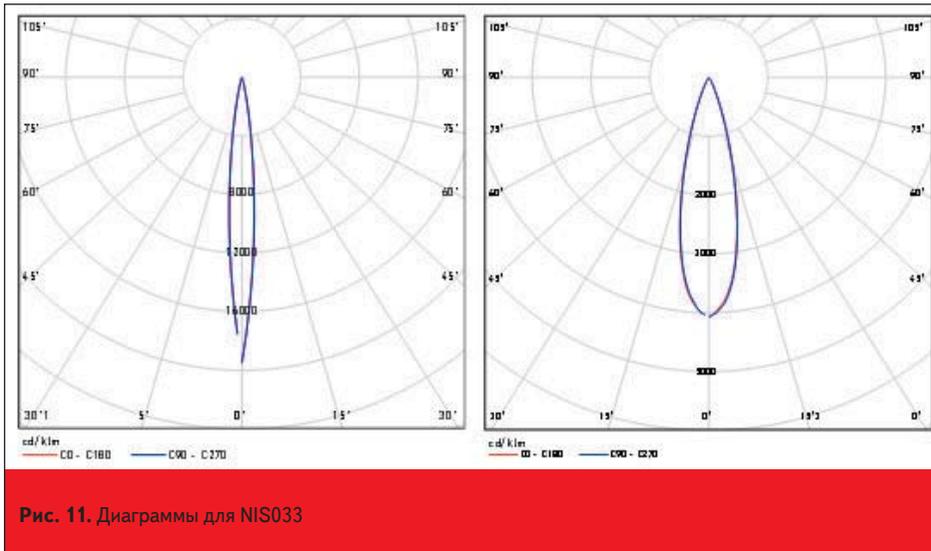


Рис. 11. Диаграммы для NIS033

Оптический силикон очень выгодный материал для создания вторичной светодиодной оптики. И если говорить о перспективах его использования, то можно уверенно сделать следующий прогноз: силиконовые линзы для CoB будут постепенно вытеснять другие виды вторичной оптики и применяться массово в светодиодных светильниках. Рост потребления оптического силикона вызовет увеличение его производства многими химическими концернами и цена материала значительно снизится. Снижение цены оптического силикона откроет дорогу для его применения в линзах для одноваттных и полуваттных светодиодов, что вызовет еще одну волну увеличения спроса, увеличения производства и снижения цены материала. Линзы из оптического силикона имеют все шансы стать самой распространенной оптикой для светодиодных светильников в ближайшие пять лет. ●