

Анастасия Гапеева | info@soptel.ru | Денис Николаев | info@soptel.ru |
Паси Майнинен (Pasi Manninen) | pasi.manninen@sslresource.com

Исследование степени влияния положения светодиодного светильника на его световой поток

С развитием рынка светодиодных светильников все больше внимания компании (изготовители и потребители) уделяют качеству светотехники. В том числе их интересуют фотометрические характеристики световых приборов, к которым относятся такие величины, как полный световой

поток, световая отдача, кривая силы света. И конечно же, для решения большинства задач каждый световой прибор должен сопровождаться цифровой фотометрической моделью, в России многими обозначаемой понятием «.ies-файл».

Основным средством измерения, позволяющим осуществить подобные задачи, является гониофотометр. Современный уровень техники предлагает некоторое разнообразие типов данных приборов. Однако, благодаря простоте в эксплуатации, надежности и невысокой стоимости наибольшее распространение получили гониофотометры, в которых световой прибор устанавливается в «вертикальное» положение, хотя обычно рабочим положением светильника считается «горизонтальное» (рис. 1).

Очевидно, что изменение положения светотехнического прибора повлияет на его фотометрические характеристики. Происходит

это из-за того, что при изменении положения меняются, прежде всего, условия отвода тепла с наружной поверхности корпуса (который, как правило, играет роль радиатора), что приводит к изменению его температуры, а следовательно, и температуры светодиодов. Причем параметры светодиодов обладают известной чувствительностью к температуре, например изменение прямого напряжения составляет около 20 мВ на 10 °С, а светового потока — около 2% на 10 °С.

Современные стандарты, регламентирующие методы гониофотометрирования, в частности ГОСТ Р 54350-2011¹ и IES LM-79-2008², рекомендуют, чтобы при фотометрировании световой прибор находился в рабочем, по возможности неподвижном состоянии. Основной (пожалуй, единственный) аргумент такого требования — устранить или снизить влияние тепловых процессов на результат измерений для улучшения воспроизводимости. Однако, как мы понимаем, это требование приводит к невозможности использования гониофотометров указанного типа, с чем трудно согласится. Из-за высокой стоимости гониофотометров других типов подобное условие, во-первых, уже превращается в ограничение конкуренции, а во-вторых, снижает доступность получения достоверных данных многими заинтересованными сторонами. В настоящей работе мы постараемся показать, что применение гониофотометра с «простой» схемой (рис. 1а) позволяет выполнять фотометрические измерения многих световых приборов на основе светодиодов с достаточной точностью, а потому такой метод фотометрирования может широко применяться и должен быть включен в действующие стандарты.

Для определения степени влияния изменения положения светового прибора на значение светового потока (силы света) мы провели количественные исследования на базе светотехнической лаборатории группы компаний «Светлана-Оптоэлектроника» и лаборатории

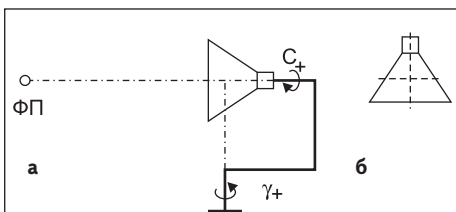


Рис. 1. Пространственное положение светильника: а) на гониофотометре; б) в рабочем положении



Рис. 2. Объект № 1 в процессе гониофотометрирования в лаборатории ГК «Светлана-Оптоэлектроника»

¹ ГОСТ Р 54350-2011 «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний».
² Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products

SSL Resource Oy. Были рассмотрены три светодиодных светильника различных конструкций, изготовленных в ГК «Светлана-Оптоэлектроника», чьи изображения показаны в таблице. В рамках исследования велись гониофотометрические измерения и отслеживались изменения светового потока, возникающие при вращении светильника на гониофотометре.





Для контроля за относительным изменением светового потока светильников использовался кремниевый фотодиод, по изменению значения фототока которого и определялось изменение светового потока светильника в процессе измерений. Фотодиод закреплялся на рассеивателе. Перед началом измерений была проверена линейность фотодиода в требуемом диапазоне значений фототока. Температурной чувствительностью фотодиода мы пренебрегли ввиду малого изменения фототока в том диапазоне колебания температур, которое наблюдается в процессе вращения светильника на гониофотометре.

Условия и результаты измерений представлены в таблице и на рис. 3–5. Измерение происходило следующим образом. Светильник с фотодиодом на рассеивателе выдерживался включенным в течение часа для стабилизации значения светового потока (для «выхода на режим»). Затем выполнялась стандартная программа измерений светильника на гониофотометре с вращением светильника в вертикальной и в горизонтальной плоскостях (рис. 2). При каждом повороте светильника в вертикальной плоскости записывались значения фототока фотодиода. Интервал снятия показаний при быстром вращении — полторы минуты, при медленном вращении — три минуты.

Затем следовал перерыв, необходимый для остывания прибора, светильник устанавливался в рабочее положение и включался. После стабилизации параметров с фотодиода снимались показания на протяжении времени, равного времени измерений, с интервалом, соответствующим промежутку времени между поворотами светильника в вертикальной плоскости. Эта операция проводилась для того, чтобы убедиться в стабильности самого светового прибора. Значения фототока, установленного на рассеивателе, представлены на рис. 3–5. Первая точка — момент начала измерений, вторая и последующие точки соответствуют повороту светильника на 10° в вертикальной плоскости. Фототок на рисунках приведен в процентах, за 100% принят фототок в рабочем положении. При этом видно, что в рабочем положении световой поток светильника после прогрева практически не изменяется.

Из графиков видно, что отклонения светового потока, вызванные процессом измерения, от потока в рабочем положении не превышают 2% для исследованных образцов. Для того чтобы понять много это или мало, можно обратиться к ГОСТ Р 54350-2011, который устанавливает требование к воспроизводимости гониофотометрических измерений 8%. Хотя, по нашему мнению, небольшой вклад, обусловленный процессом гониофотометрирования, можно считать приемлемым, в том числе для целей сертификации, этот вопрос подлежит, пре-

Т а б л и ц а . Внешний вид объектов измерений, условия и результаты исследования

№ объекта	Внешний вид	Скорость вращения	Интервал между снятиями показаний с ФД, мин	Максимальное отклонение, %
1		Быстрая	1,5	0,7
2		Быстрая	1,5	1,2
2		Медленная	3	2
3		Быстрая	1,5	1

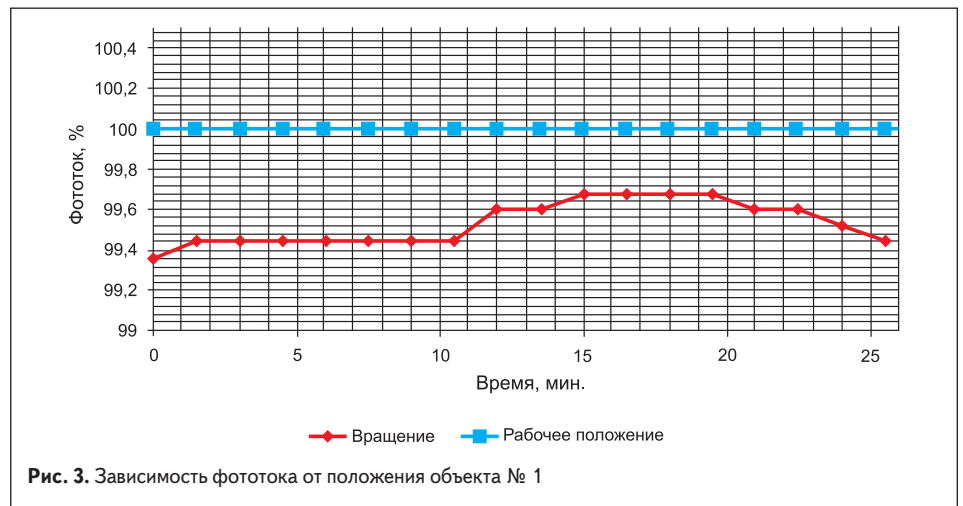


Рис. 3. Зависимость фототока от положения объекта № 1

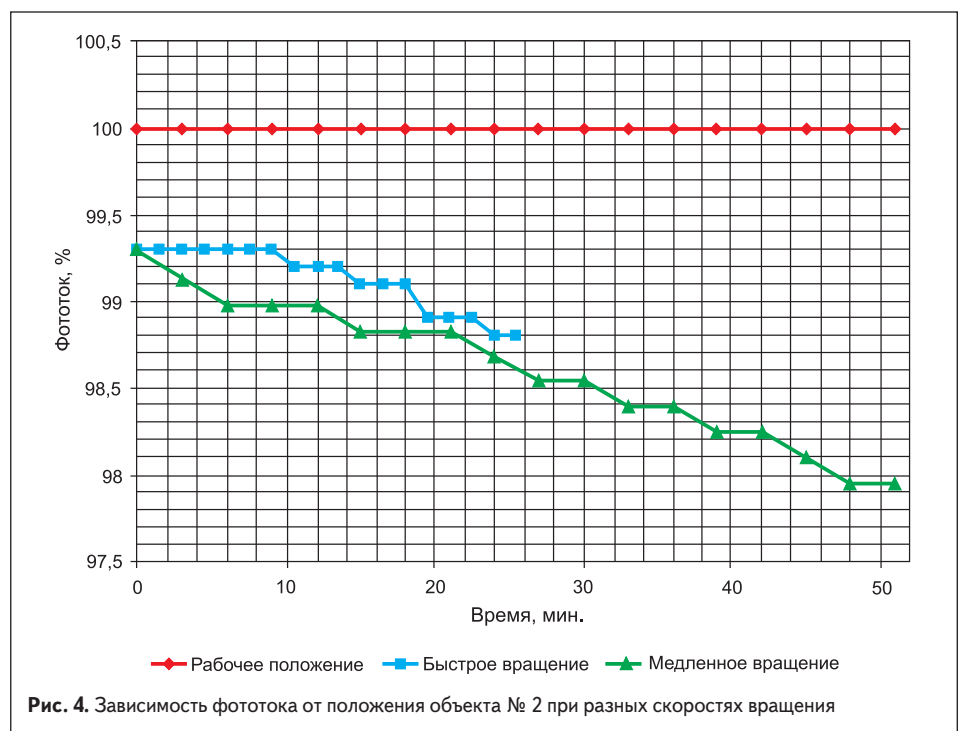


Рис. 4. Зависимость фототока от положения объекта № 2 при разных скоростях вращения

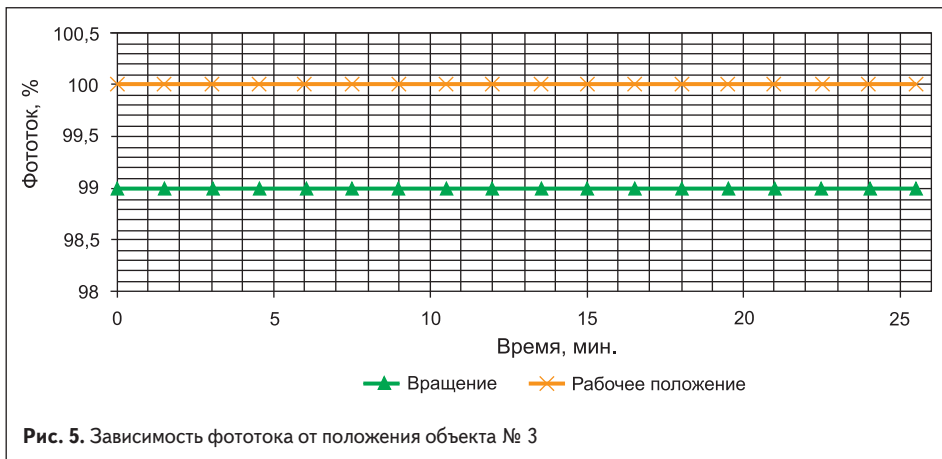


Рис. 5. Зависимость фототока от положения объекта № 3

жде всего, обсуждению профессиональным сообществом.

Следует также отметить, что сокращение времени гониофотометрирования за счет измерения на большей скорости позволяет снизить изменение светового потока, так как за короткое время измерения светильник не успевает остыть или нагреться.

Поскольку при рутинных измерениях светильников проводить описанные исследования не всегда представляется возможным, то для определения влияния поворота светильника на результат измерений имеет смысл использовать два метода, указанных в техническом отчете Международной комиссии по освещению CIE 121-1996³.

Первый метод заключается в следующем: светильник, установленный на гониометр, пово-

рачивают в положение $C0^\circ, \gamma0^\circ$, снимают показание с фотоприемника, затем поворачивают на 360° на обычной скорости и снова снимают показание с фотоприемника. Если оба показания отличаются друг от друга не более чем на 2%, то влияние вращения допускается не учитывать. Такую же проверку выполняют и для горизонтальной плоскости вращения. Второй метод требует после выполненного цикла измерений вернуть светильник в начальное положение и сравнить полученное в нем показание с показанием ФП в начале измерений. Влияние вращения можно не учитывать, если разница между этими показаниями находится в пределах $\pm 1\%$.

Наилучшим решением для снижения влияния вращения на полученный результат, особенно когда оно существенно, является, конечно, учет такого влияния в процессе измерения. При этом можно использовать различные подхо-

ды, в зависимости от возможностей техники и программного обеспечения.

Подобное решение заключается в применении вспомогательного фоточувствительного элемента (фотометрической головки), неподвижно закрепленного на светильнике таким образом, чтобы не оказывать воздействия на пространственное распределение светового потока. Показания вспомогательного фотоприемника можно использовать как для контроля за изменением потока в процессе гониофотометрирования, так и для автоматического введения поправки на значение силы света, регистрируемой в данный момент. Другой способ — сравнение значений силы света в направлении $C0^\circ, \gamma0^\circ$ при каждом повороте (при фотометрировании в системе $C-\gamma$). С помощью программного обеспечения изменение значений $C0^\circ, \gamma0^\circ$ можно учитывать для сил света других направлений.

Выводы

Действительно, применение простых гониофотометров может быть сопряжено с некоторыми погрешностями, обусловленными положением светильника. Однако их использование для большого спектра светодиодных световых приборов вполне оправданно, так как позволяет получать результаты фотометрирования световых приборов с достаточной точностью даже без дополнительных приспособлений. При этом широкое распространение таких гониофотометров благодаря их доступности (в широком смысле) положительно влияет на общий уровень качества светотехнической продукции в стране, а следовательно, и на общую эффективность отрасли в целом. ●

³ CIE 121-1996 The Photometry and Goniophotometry of Luminaires