

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Кафедра инженерной психологии и эргономики

УДК 331.45:628.933

Стасилевич
Максим Николаевич

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ
ИЗМЕРЕНИЯХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧЕНИЯ
СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание академической степени
магистра техники и технологии

1-59 81 01 – Управление безопасностью производственных процессов

Магистрант М.Н. Стасилевич

Научный руководитель
Д.А. Мельниченко, кандидат
технических наук, доцент

Заведующий кафедрой ИПиЭ
К.Д. Яшин, кандидат технических
наук, доцент

Минск 2020

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Светодиодные лампы – наиболее чистый в экологическом плане источник света. Они с успехом используются в быту, на производстве, применяются для уличного освещения. Срок службы светодиодных ламп намного больше срока службы ламп накаливания и люминесцентных ламп. Если лампа накаливания служит, в среднем, 1000 часов, люминесцентная – 20–30 тысяч часов, то светодиодная лампа может работать порядка 100 тысяч часов при правильной эксплуатации.

Но часто встречаются ситуации, когда производители светодиодных ламп указывают в описании продукта завышенные характеристики. Для того, чтобы убедиться, насколько точно заявленные в описании продукта параметры соответствуют реальным, нужно проводить измерения этих параметров и характеристик.

В Беларуси впервые создан отечественный комплекс для измерений в спектральном диапазоне от 250 до 900 нм фотометрических, радиометрических, спектрометрических и пространственных характеристик излучения твёрдых источников излучения и изделий на их основе с учётом рекомендаций *CIE-127* и СТБ *ISO 11554*. Комплекс расположен в Центре испытаний лазерной техники Института физики НАН Беларуси и имеет название «Простор ЛД-СИД».

Однако измерения пространственных характеристик излучения светодиодных ламп могут влечь за собой некоторые риски. Поскольку Простор ЛД-СИД является электроустановкой, неправильная эксплуатация этого оборудования может повлечь за собой риск для здоровья работников, риск получения ложных результатов измерений, а также риск поломки установки.

Поэтому важно проводить измерения в максимально безопасных условиях. Для создания безопасных условий нужно соблюдать все необходимые ТНПА, связанные с измерениями пространственных характеристик излучения светодиодных ламп и с работой в лаборатории. Соблюдение данных ТНПА позволит минимизировать риски и получить точные результаты измерений.

Получение точных результатов измерений важно для определения реальных пространственных характеристик излучения светодиодных ламп, что позволит получить информацию о надёжности продукции того или иного производителя светодиодных ламп, а также информацию о достоверности заявленных характеристик того или иного продукта.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью данной магистерской диссертации: повысить безопасность при измерениях на установке Простор ЛД-СИД. Будут предложены все необходимые методы и средства обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп. Для этого необходимо будет выполнить следующие задачи:

- 1) Провести анализ актуальных ТНПА, связанных с эксплуатацией электроустановок, пожарной безопасностью, условиями микроклимата на рабочем месте и организацией системы естественного освещения;
- 2) Выявить необходимые требования, касающиеся мер безопасности при работе с установкой Простор ЛД-СИД;
- 3) Экспериментальным путём проверить предложенные эффективность методов и средств обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп.

Данная магистерская диссертация связана с приоритетными направлениями научных исследований в области безопасности труда в испытательных лабораториях. Исследование вопроса безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп ориентировано на запросы реального сектора экономики. В ходе выполнения данной магистерской диссертации были предложены методы и средства обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп, которые были рассмотрены для улучшения руководства по эксплуатации установки Простор ЛД-СИД, находящейся в лаборатории Института физики НАН Беларуси. Результаты работы были представлены на 56-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Данная работа состоит из трёх глав. Первая глава представляет собой анализ методов и средств измерения пространственных характеристик излучения светодиодных ламп. В ней были рассмотрены методы измерения пространственных характеристик, согласно Техническому отчету *CIE 84* «Измерение светового потока».

Более подробно были рассмотрены методы измерения распределения силы света и распределения освещённости. Выполнение измерений по тому или иному методу определяется типом гониофотометра. Наиболее распространённым является гониофотометр с источником света в фиксированной позиции. В этих гониофотометрах источник света используется в предписанной позиции без движения. Фотометрическая головка измерителя освещённости, используемая для измерения, поворачивается вокруг двух осей, которые пересекаются под правильным углом, вокруг источника света.

Помимо данного типа гониофотометров также существуют гониофотометры с источником света, вращающимся вокруг пространственно фиксированного светового центра. В этих гониофотометрах источник света находится в определенной точке пространства и вращается вокруг вертикальной оси. Фотометрическая головка вращается в вертикальной плоскости вокруг источника света. Две оси пересекаются под прямым углом.

Также существуют гониофотометры с источником света, вращающимся вокруг вертикальной оси с движущимся центром. В этом типе гониофотометра источник света и головка фотометра на противоположных концах вращающегося луча. Этот тип гониофотометра требует больше участвующих механических конструкций, чем предыдущий.

Для обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп необходимо соблюдать определённые меры. К ним относятся:

- меры безопасности при работе в электроустановках;
- меры пожарной безопасности;
- меры обеспечения нормальных условий микроклимата;
- организация систем естественного и искусственного освещения;
- использование средств индивидуальной защиты.

Описание данных мер безопасности приведены в следующих ТНПА:

- ТКП 181-2009 (02230) «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- ТКП 427-2012 (02230) «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок»;
- ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) «Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования»;
- Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» от 30.04.2013 №33;
- ТКП 290-2010 (02230) «Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках»;
- ТКП 45-2.04-153–2009 (02250) «Естественное и искусственное освещение».

Для выбранного гониофотометра должны быть разработаны методы и средства обеспечения безопасности, которые будут соответствовать всем вышеупомянутым ТНПА.

Во второй главе было рассмотрено описание установки Простор ЛД-СИД, находящейся в лаборатории Института физики и применяемой для измерения пространственных характеристик излучения светодиодных ламп. Помимо этого были рассмотрены методы и средства обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп, применяемые на момент ввода в эксплуатацию, и были предложены пути совершенствования данных методов и средств обеспечения безопасности.

Установка Простор ЛД-СИД предназначена для испытания лазерных диодов, светодиодов и светодиодных осветителей, производимых и используемых в Республике Беларусь, по пространственному распределению излучения интенсивности лазерных диодов, усреднённой силы света и пространственному распределению силы света светодиодов и светодиодных осветителей.

На момент ввода в эксплуатацию установки Простор ЛД-СИД руководство по эксплуатации было разработано в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Главгосэнергонадзором СССР 21.12.1984. Разделы руководства по эксплуатации были составлены в соответствии с ГОСТ 2.601-95 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы». Однако этот стандарт не актуален на сегодняшний день, а вместо него действует ГОСТ 2.601-2013.

Следовательно, существует необходимость в совершенствовании руководства по эксплуатации, описывающей методы и средства обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп для установки Простор ЛД-СИД в соответствии с актуальными ТНПА.

Помимо этого, должны быть разработаны требования к персоналу, который осуществляет эксплуатацию Простор ЛД-СИД.

В третьей главе показаны результаты измерений пространственного распределения силы света светодиодной лампы *LED G45 3.5W E14 4800K*, проведённых с использованием методов и средств обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп на установке Простор ЛД-СИД, предложенных во второй главе. Измерения были проведены три раза по всем углам.

Для контроля измерительного оборудования, состояния окружающей среды, проведения измерений на установке Простор ЛД-СИД, были использованы вспомогательные средства измерений. Таким образом, были определены следующие параметры микроклимата:

- температура окружающей среды: 22,2 °С;
- относительная влажность воздуха: 71%;
- атмосферное давление: 101,2 кПа;
- напряжение питания сети: 219,3 В;
- частота питания сети: 50 Гц;
- температура поверхности гониофотометра: 23,4 °С.

Измерения проводились с использованием затемнённых очков.

Если результат измерения превышает среднеквадратическое отклонение в более чем в три раза, то такое измерение считается грубым и не учитывается при оценке неопределённости измерения.

По результатам измерений и оценке неопределённостей составляется бюджет неопределённости. В нём результат измерения записывается с учётом расширенной неопределённости результата измерения.

По результатам проведённых измерений можно сделать вывод, что предложенные методы и средства обеспечения безопасности позволяют провести измерения пространственных характеристик излучения светодиодных ламп с очень высокой точностью.

Предложенные методы и средства обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп на установке Простор ЛД-СИД и значительную эффективность в сравнении с

ранее применяемыми методами и средствами обеспечения безопасности. Для дальнейших работ по проведению измерений пространственных характеристик излучения светодиодных ламп рекомендуется улучшить руководство по эксплуатации установки Простор ЛД-СИД, в котором будут разработаны новые разделы, содержащие в себе предложенные методы и средства обеспечения безопасности при измерениях.

Библиотека БГУИР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской диссертации было проведено исследование по вопросам безопасной работы в электроустановках, пожарной безопасности, нормальных условий микроклимата, организации системы естественного освещения и использования средств индивидуальной защиты при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп. По данным вопросам также был проведён анализ актуальных ТНПА.

Для измерения пространственных характеристик излучения светодиодных ламп был выбран гониофотометр Простор ЛД-СИД, который находится в лаборатории Института физики НАН Беларуси. Данный гониофотометр был введён в эксплуатацию в 2011 г. Для улучшения руководства по эксплуатации Простор ЛД-СИД были предложены методы и средства обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп, которые отвечают требованиям актуальных ТНПА в области безопасности, введённым взамен тем ТНПА, которые утратили свою силу с 2011 года.

В предложенных методах и средствах обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп описаны меры безопасности при работе в электроустановках, которые позволяют минимизировать риски при эксплуатации Простор ЛД-СИД.

Предложенные методы и средства обеспечения безопасности были проверены экспериментально путём проведения измерений пространственного распределения силы света светодиодной лампы *LED G45 3.5W E14 4800K*. Полученный результат измерений показал, что соблюдение предложенных методов и средств обеспечения безопасности позволяет получать результаты пространственного распределения силы света с высокой точностью. В ходе проведения измерений была выявлена эффективность предложенных методов и средств обеспечения безопасности в сравнении с использованными ранее методами и средствами обеспечения безопасности.

Результаты данной диссертации были доложены на 56-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Стасилевич М.Н. Методы и средства обеспечения безопасности при измерениях пространственных характеристик излучения светодиодных ламп / М.Н. Стасилевич // 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – 2020.

Библиотека БГУИР