

УДК 621.32

Ширiev Равиль Рафисович, канд. техн. наук, **Садыков Марат Фердинантович**, канд. физ.-мат. наук, доцент

Казанский государственный энергетический университет имени, 4250066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51

E-mail: shrr@list.ru

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СВЕТО-ВЫХ ПРИБОРОВ

Аннотация:

Актуальность работы обусловлена вынужденной необходимостью контроля технических параметров светодиодной продукции потребителем в силу отсутствия доверия и низкого качества изделий отдельных производителей. Целью данного экспериментального исследования явилось оценка светотехнических параметров светодиодных световых приборов. Предмет исследования – оценка достоверности паспортных параметров и степени надежности работы в разных технических и климатических условиях светодиодных световых приборов. Проведена комплексная оценка технических параметров энергосберегающих светодиодных световых приборов в ходе независимых исследований путем сопоставления технических параметров заявленных в паспортах светильников и данных полученных экспериментальным путем. Выявлено не полное соответствие измеренных технических параметров заявленным в паспорте.

Ключевые слова: Энергосберегающий световой прибор, светодиодный источник света, технические параметры светильника, испытания светового прибора.

Информация о статье: принята 01 февраля 2019 г.

DOI: 10.26730/1816-4528-2019-1-26-32

Введение

Широкому кругу исследователей известно немало примеров, свидетельствующих о том, что современный рынок светотехники наводнен не всегда качественной продукцией, где встречаются и светодиодные осветительные приборы с относительно невысокими светотехническими характеристиками [1-6]. Так, например, приводимые в технических паспортах светодиодных изделий значения потребляемой мощности, угла излучения, световой отдачи несколько завышены [2-4], а значения спада светового потока и температуры корпуса заметно занижены [4-6].

Существующее неоднозначное состояние качества современной светодиодной продукции и в том числе методологическое состояние оценки уровня его качества обязывает научное сообщество совместно с прикладными специалистами осуществлять собственный выборочный контроль светотехнической продукции и вести поиск новых методик экспресс анализа качества осветительных приборов [6, 7]. На практике, зачастую, контроль качества световых приборов может осуществляться в разном объеме и периодичности, зависит от его назначения, условий проведения, уровня квалификации персонала, количества и качества измерительных приборов [7-10]. При этом контроль качества световых

приборов может проводиться по одному или нескольким критериям [3,7,11].

Логическим заключением исследований светодиодной продукции является появление предложений по изменению конструкции существующих моделей ламп и светильников [12-14], а также изложение собственных подходов к подбору элементной базы и элементов конструкции для производства принципиально новых образцов [7-10]. В попытке повышения эффективности и качества светодиодных световых приборов ведутся работы по совершенствованию геометрии, формы излучающих поверхностей и оптических параметров.

Таким образом, актуальность работы обусловлена вынужденной необходимостью контроля технических параметров светодиодной продукции потребителем в силу отсутствия доверия и низкого качества изделий отдельных производителей. Целью данного экспериментального исследования явилось оценка светотехнических параметров светодиодных световых приборов на предмет достоверности паспортных параметров и степени надежности работы в разных технических и климатических условиях светодиодных световых приборов.



а)



б)

Рис. 1. Внешний вид уличных светильников: а – NT-WAY-40, б – AT-DKY-40

Fig. 1. Appearance of street lamps: а – NT-WAY-40, б – AT-DKY-40

Таблица. Технические параметры объектов исследования [17,18]

Table. Technical parameters of research objects [17,18]

№	Параметр	Образец 1	Образец 2
1	Изготовитель	ООО «НИТЕОС»	ООО «Атон»
2	Модель светильника	NT-WAY 40	AT-DKY-40
3	Производитель светодиода	Nichia	Osram
4	Количество светодиодов	48	32
5	Номинальное напряжение, В	176-264	176-264
6	Потребляемая мощность, Вт	40	40
7	Световой поток светильника, лм	4100	3400
8	Светоотдача (расчет), лм/Вт	103	85
9	Тип КСС	Д	Ш
10	Цветовая температура, К	5000	5000
11	Индекс цветопередачи (Ra)	80	85
12	Коэффициент пульсации (Кп), %	1	5
13	Габаритные размеры, мм	297x178x150	220x105x60
14	Масса, кг	3,5	0,7
15	Температура эксплуатации, °С	-40(-20)+40	-40+50
16	Степень защиты	IP65	IP65
17	Цена, руб.	6100	3400-4300

Объект и методика исследований

В качестве объектов исследования были взяты два образца светотехнической продукции – световые приборы двух фирм-производителей: светильник NT-WAY-40 фирмы ООО «НИТЕОС» (рис. 1а) и светильник AT-DKY-40 фирмы ООО «Атон» (рис. 1б).

В ходе исследования проводились многочисленные измерения технических параметров световых приборов и сравнительный анализ технических характеристик заявленных в технических паспортах и измеренных значений светотехнических параметров (табл. 1).

Светотехнические особенности распределения в пространстве светового излучения исходящего от светильников изучали по кривым силы света (КСС) и углам излучения. Измерения КСС проводились с помощью гониометра в поперечной плоскости светодиодных светильников. Начало отсчета при измерении КСС находилось в нижней полусфере предполагаемого фотометрического тела светового

прибора вдоль главной оптической оси. Значения силы света в конкретной точке пространства фотометрического тела определяли путем пересчета показаний люксметра-пульсметра ТКАПКМ (08), размещенного по нормали к силе света под соответствующим углом относительно точки начала отсчета.

В паспортах светодиодных светильников номинальное значение питающего напряжения указано не одной цифрой, а в виде диапазона 176-264 В. Это возможно обусловлено высокой вероятностью возникновения нестабильности питающего напряжения уличного освещения или стремлением завода-изготовителя обеспечить приемлемую степень надежности и долговечности своей продукции. Зависимость интенсивности излучения и коэффициента пульсации от значения питающего напряжения определялась посредством применения лабораторного автотрансформатора и люксметра-пульсметра.

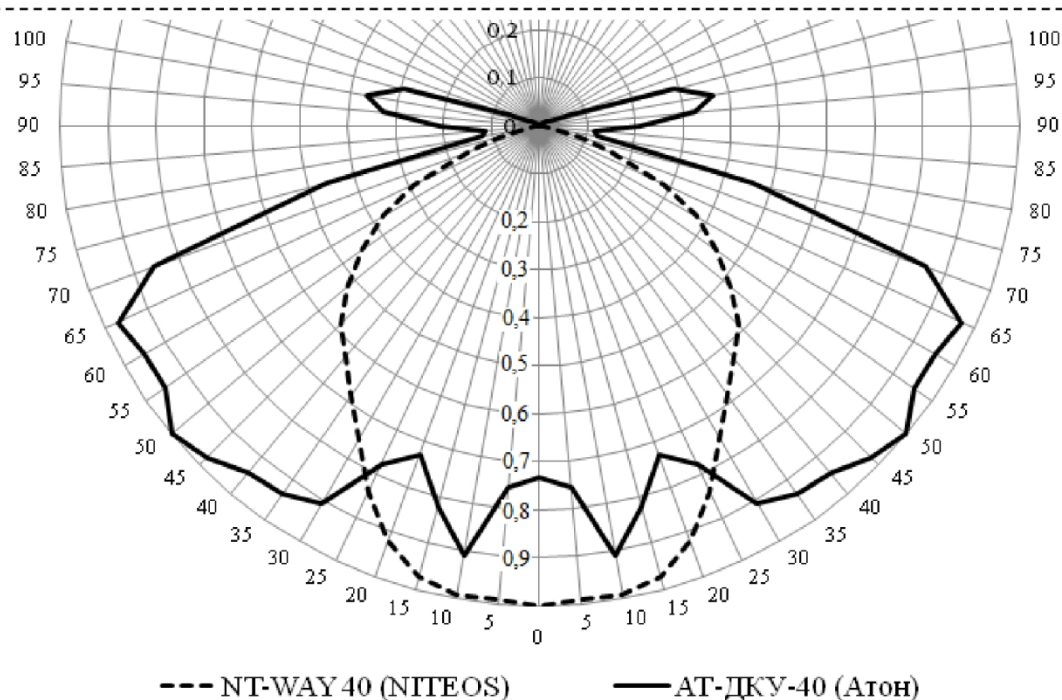


Рис. 2. Диаграммы КСС светильников NT-WAY-40 и AT-ДКУ-40
 Fig. 2. Diagrams of light intensity curves for NT-WAY-40 and AT-DKY-40 lamps

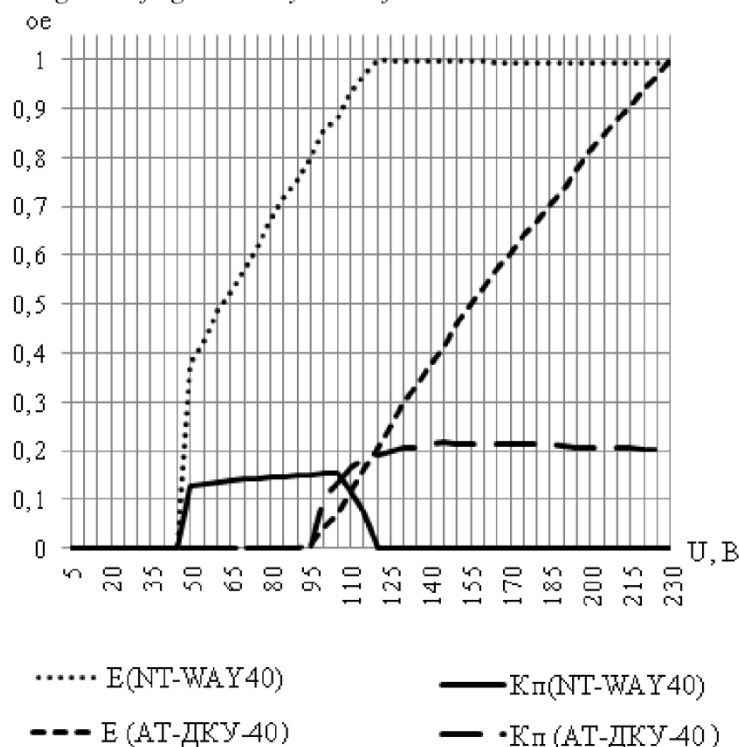


Рис. 3. Диаграммы U-E и U-Kн характеристик светильников NT-WAY-40 и AT-ДКУ-40
 Fig. 3. Diagrams of U-E and U-K characteristics of NT-WAY-40 and AT-DKY-40 lamps

Известно, что электронные устройства «не любят» низкие и высокие температуры и тем более перепады температур. Поэтому надежность работы и энергосберегающие функции светодиодных световых приборов сильно зависят от климатических условий. Погодные условия нашего региона отличаются широким диапазоном и резкими перепадами температур и влажности. В процессе эксплуатации в нормальных условиях электронная начинка светодиодного светильника нагревается до относительно

высоких температур, например температура корпуса драйвера, в зависимости от модификации светового прибора может быть в пределах 40-70 °С, температура люминофора может достигать 90-150 °С. Естественное увеличение температуры и влажности окружающей среды в весенне-летний период приведет к безусловному росту температуры элементов уличных светильников, что в свою очередь вызовет ускорение процессов деградации параметров элементов светодиодных светильников. Особый

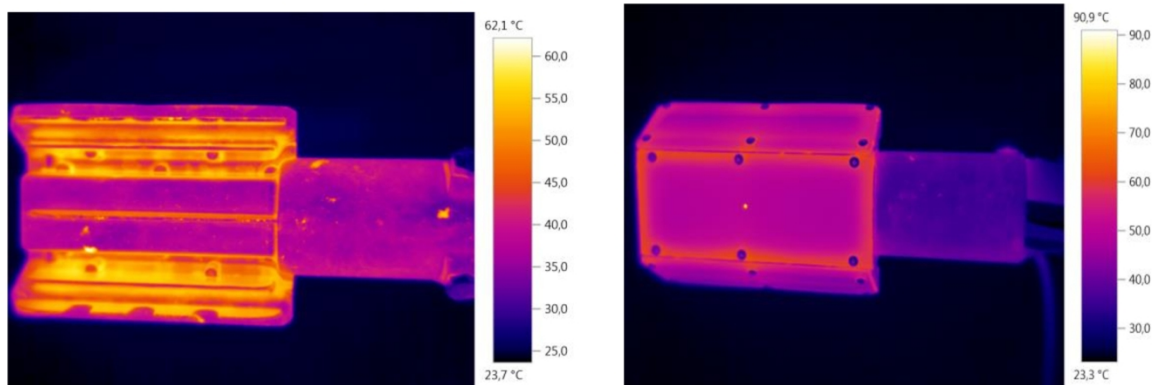


Рис. 4. Результаты измерения температуры поверхности светильника АТ-ДКУ-40 с помощью тепловизора
Fig. 4. The results of measuring the surface temperature of the lamp AT-DKU-40 using a thermal imager

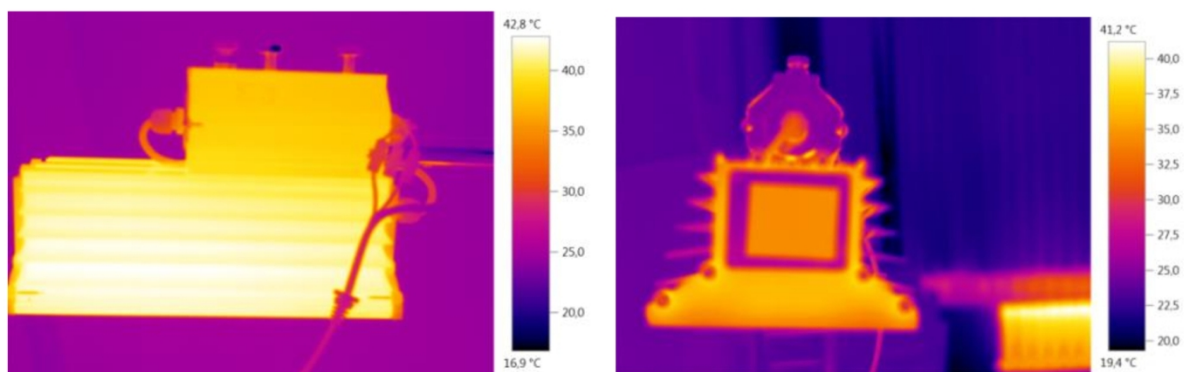


Рис. 5. Результаты измерения температуры поверхности светильника NT-WAY-40 с помощью тепловизора
Fig. 5. The results of measuring the surface temperature of the lamp NT-WAY-40 using a thermal imager

интерес для специалистов представляет режим возникновения конденсата с последующим промерзанием в осенне-зимне-весенний период, когда светильник в течение суток может претерпевать циклические нагревы и глубокие длительные переохлаждения. Поэтому в ходе независимых климатических испытаний нам необходимо было осуществить имитацию температурных условий, характерных для разных времен года.

Вначале эксперимента были проведены испытания светильников в нормальных условиях в помещении. Измерения проводились с помощью электрического температурного датчика и тепловизора с учетом того, что показания тепловизора необходимо корректировать, в частности, когда речь идет о деталях из светлого сплава алюминия, стекла или пластика требуется дополнительная калибровка. Проведение измерений температуры люминофора потребовало сделать дополнительные отверстия в плафонах световых приборов.

В ходе климатических испытаний при пониженных температурах окружающей среды были задействованы морозильная камера МРА-2К-12-А/СЛ и мультиметр с датчиком температуры. Морозильная камера МРА-2К-12-А/СЛ представляет собой устройство собственной разработки с автоматическим управлением. Она конструктивно выполнена в виде двухкамерного термоса с жидким азотом.

Оценка работоспособности проводилась по испытанию надежности включения в двух режимах – после нагрева и длительного охлаждения, т.е. в двух

диапазонах температур окружающего воздуха: от +25 до +40 °C и от +25 до -55 °C. В режиме охлаждения все образцы претерпели один полный цикл (от +25 до -55 °C) и несколько последующих циклов в более узких диапазонах от -10 до -20 °C и от -20 до -40 °C. По длительности активная фаза эксперимента для одного светильника в режиме нагрева длилась 2 часа, а в режиме охлаждения до 10 часов.

Обсуждение результатов

Оценка распределения светового потока светильника в пространстве.

Коэффициент пульсации светового потока (Кп) и интенсивность излучения при номинальном напряжении питания и отличном от него измеряли прибором ТКАПКМ (08) в режиме пульсметр и люксметр соответственно. Типы КСС измеренные в ходе исследования (рис. 2) соответствуют заявленным в паспортах светильников.

Значение коэффициента пульсации светильника АТ-ДКУ-40 в отличие от коэффициента пульсации светильника NT-WAY 40 в четыре раза превышает значение заявленное производителем.

Для светильника NT-WAY-40 (NITEOS) характерно следующее. Свет загорается при $U = 50$ В, при этом интенсивность свечения составляет 40% от номинального, а $K_p = 13\%$. Максимальное значение $K_p = 15,4\%$ зафиксировано при $U = 100$ В. Максимальное значение интенсивности светового потока зафиксировано при $U = 120$ В. Стабилизация

пульсации светового потока на минимуме $K_p = 0\%$ наступила при $U = 120$ В.

Для светильника АТ-ДКУ-40 (Атон) характерно следующее. Свет загорается при $U = 90-95$ В, при этом интенсивность свечения составляет 0,6% от номинального, а $K_p = 0\%$. Дальнейшее увеличение напряжения питания приводит к росту пульсации вплоть до $K_p = 20\%$ при напряжении питания $U = 220$ В.

Экспресс-климатические испытания светильников.

Одними из главных показателей, влияющих на срок службы светодиодного светильника, являются рабочие температуры люминофора и драйвера. Результаты измерения температуры поверхностей световых приборов с помощью тепловизора представлены на рис. 4,5. Температуру люминофора определяли контактным способом с помощью электрического температурного датчика.

Монтажная светодиодная плата светильника АТ-ДКУ-40 соприкасается с радиатором лишь по периметру, что негативно сказывается на степени ее теплоотдачи. Вследствие этого через десять минут работы светильника АТ-ДКУ-40 температура корпуса достигает 60°C и люминофора отличаются в два раза друг от друга. Через 180 минут после включения температура корпуса светильника АТ-ДКУ-40 превышает 80°C , а температура люминофора – 130°C . Монтажная светодиодная плата светильника NT-WAY-40 соприкасается с радиатором по всей поверхности. Температура на поверхности его монтажной платы с лицевой стороны: $46-50^\circ\text{C}$. Температура на тыльной стороне поверхности корпуса не превышает 34°C . Через 240 минут после включения температура корпуса светильника NT-WAY-40 достигает 88°C . Внутри корпуса светильника NT-WAY-40 размещен драйвер, чья температура через 30 минут после включения достигла 40°C .

В целом, испытуемые светильники успешно прошли климатическое экспресс-испытание при температурах от -40 до $+30^\circ\text{C}$. Радиатор светильника NT-WAY-40 в отличие от АТ-ДКУ-40 хорошо отводит тепло, что косвенно подтверждается высокой светотдачей. В комнатных условиях радиатор светильника АТ-ДКУ-40 плохо справляется с функцией отвода теплоты. Весь корпус очень сильно нагревается, что может привести к ускорению процесса деградации светодиодов. Температура на поверхности корпуса светильника АТ-ДКУ-40 при нормальных условиях составляет 62°C , а – люминофора – 130°C . Поэтому светильник АТ-ДКУ-40 лучше эксплуатировать в широтах с холодным климатом.

Заключение

Проведена комплексная оценка технических параметров энергосберегающих светодиодных световых приборов в ходе независимых исследований путем сопоставления технических параметров заявленных в паспортах светильников и данных полученных экспериментальным путем. Выявлено не полное соответствие измеренных технических параметров заявленным в паспорте. В частности

светильник АТ-ДКУ-40 отличается неоправданно завышенными параметрами по нагреву и пульсации светового потока, что несомненно ведет к ускорению процесса деградации многих параметров и характеристик. Заявленные значения технических показателей, таких как световой поток, цветовая температура, индекс цветопередачи, коэффициент пульсации, габаритные размеры, масса, степень защиты дают широкие возможности для использования светильника NT-WAY-40 не только для уличного освещения.

Реальные или «полевые» условия эксплуатации связанные с загрязнением корпуса, интенсивной солнечной радиацией, естественными осадками и другими факторами будут отличаться от экспериментальных, что негативно отразится на действительной надежности уличных светильников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокофьев А. Рейтинг промышленных светодиодных светильников // Современная светотехника. – 2012. – № 1. – С. 3-13.
2. Тукшаитов Р. Х. О коэффициенте мощности светодиодных ламп (в связи с требованиями ГОСТ Р 55705-2013) / Р. Х. Тукшаитов, Э. Ю. Абдуллазянов, Р. М. Нигматуллин, А. Исыхакаэфу // Светотехника. – 2018. – № 1. – С. 49-51.
3. Исыхакаэфу А. Метод комплексного контроля качества светодиодных осветительных приборов на основе исследования их характеристик. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Казань, КГЭУ, 2018.
4. Тукшаитов Р.Х., Гусманов М. Типовые и фирменные светодиодные лампы. Каким образом можно оценить их качество. Часть 1 // Полупроводниковая светотехника. – 2018. – №4. – С. 24-28.
5. Микаева С. А., Ашратов А. А. Контроль и диагностика исследования светодиодных ламп // Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия «Приборостроение и информационные технологии». – 2013. – № 47. – С. 25-41.
6. Исыхакаэфу А., Тукшаитов Р. Х. Контроль температуры корпуса светодиодных ламп в разных осветительных устройствах // Известия вузов. Проблемы энергетики. – 2017. – № 9-10 – С. 146-150.
7. Тукшаитов Р.Х., Айхайти И. Разработка и применение критериальных значений параметров светодиодных осветительных приборов для контроля их качества. // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4 (47). – С. 28.
8. Bochkareva T.N., Drozdov V.A., Akhmetshin E.M., Prikhodko A.N., Gorbenko A.V., Zakieva R.R. Improving Information and Technical Support of HR Management System in the Educational Establishment // Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference - Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020. Milan: International Business Information Management Association, 2018. С. 3582-3589.
9. Закиева Р.Р. Научно-методические основы повышения качества профессиональной подготовки

студентов технических вузов // Вестник Томского государственного университета. – 2018. – № 432. – С. 193-198.

10. Шириев Р.Р. «Теппинг-тест» как метод исследования воздействия цветоцветовой среды на качество профессиональной подготовки студентов технических ВУЗов // Р.Р. Шириев, Р.Р. Закиева // Вестник Марийского государственного университета. – 2018. – Т. 12. – № 2 (30). – С. 84-91.

11. Ясер А. Многопараметрический метод контроля светодиодных светильников, питаемых от гальванических батарей, для использования в аварийных и полевых условиях // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Казань, КГЭУ, 2013.

12. Ашратов А.А. Исследование линейных светодиодных ламп / А.А. Ашратов, А.М. Кокинов, С.А. Микаева // Естественные и технические науки. – 2012. – № 6. – С. 338-353.

13. Смирнов В. Комплексный подход к подбору компонентов для изготовления светотехнических

изделий / В.Смирнов, А. Кондратьев, И. Лебедев, А. Абалов // Полупроводниковая светотехника. – 2014. – № 4. – С. 26-29.

14. Корнич А. Обзор конфигурации систем охлаждения мощных светодиодных светильников // Современная светотехника. – 2014. – №3. – С. 23-28.

15. Мэгти Наджими. Концепции, продлевающие срок службы светодиодных драйверов // Полупроводниковая светотехника. – 2017. – №2 – С. 44-47.

16. Способ изготовления оптического модуля светодиодного светильника: пат. 2580178 Рос. Федерация. № 2014154320/28 / Черных В.Т., Черных Г.С., Борисов А.Н.; заявл. 30.12.2014 ; опубл. 10.04.2016, Бюл. №10.

17. Технический паспорт светильника NT-WAY-40.

18. Технический паспорт светильника АТ-ДКУ-40.

Ravil R. Shiriev, C. Sc. in Engineering, Marat. F. Sadykov, C. Sc. in Engineering, Associate Professor

Kazan State Energy University, 4250066, Russian Federation, Kazan, ul., 51 street Krasnoselskaya, 4250066, Russian Federation.

ASSESSMENT OF TECHNICAL PARAMETERS OF ENERGY SAVING LIGHT INSTRUMENTS

Abstract: The relevance of the work is due to the forced need to control the technical parameters of LED products by the consumer due to the lack of trust and low-quality products of individual manufacturers. The aim of this experimental study was to evaluate the lighting parameters of LED lighting devices. The subject of the study is the assessment of the rating reliability and the degree of reliability of LED lighting devices in different technical and climatic conditions. A comprehensive assessment of the technical parameters of energy-saving LED lighting devices was performed in the course of independent studies by comparing the technical parameters stated in the name-plate ratings of lamps and data obtained experimentally. Incomplete compliance of the measured technical parameters with those declared in the passport was revealed.

Keywords: Energy-saving light device, LED light source, technical parameters of the lamp, light device tests.

Article info: received February 01, 2019

DOI: 10.26730/1816-4528-2019-1-26-32

REFERENCES

1. Prokof'yev A. Reyting promyshlennykh svetodiodnykh svetil'nikov // Sovremennaya svetotekhnika. – 2012. – № 1. – С. 3-13.

2. Tukshaitov R. KH. O koeffitsiyente moshchnosti svetodiodnykh lamp (v svyazi s trebovaniyami GOST R 55705-2013) / R. KH. Tukshaitov, E. YU. Abdullazyanov, R. M. Nigmatullin, A. Isykhakefu // Svetotekhnika. – 2018. – № 1. – С. 49-51.

3. Isykhakefu A. Metod kompleksnogo kontrolya kachestva svetodiodnykh osvetitel'nykh priborov na osnove issledovaniya ikh kharakteristik. Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Kazan', KGEU, 2018.

4. Tukshaitov R.KH., Gusmanov M. Tipovyye i filamentnyye svetodiodnyye lampy. Kakim obrazom mozjno otsenit' ikh kachestvo. Chast' 1 // Poluprovodnikovaya svetotekhnika. – 2018. – №4. – С. 24-28.

5. Mikayeva S. A., Ashratov A. A. Kontrol' i diagnostika issledovaniya svetodiodnykh lamp // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta priborostroyeniya i informatiki. Seriya «Priborostroyeniye i informatsionnyye tekhnologii». – 2013. – № 47. – С. 25-41.

6. Isykhakefu A., Tukshaitov R. KH. Kontrol' temperatury korpusa svetodiodnykh lamp v raznykh osvetitel'nykh ustroystvakh // Izvestiya vuzov. Problemy energetiki. – 2017. – № 9-10 – С. 146-150.

7. Tukshaitov R.KH., Aykhayti I. Razrabotka i primeneniye kriterial'nykh znache-niy parametrov svetodiodnykh osvetitel'nykh priborov dlya kontrolya ikh kachestva. // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2017. – № 4 (47). – S. 28.

8. Bochkareva T.N., Drozdov V.A., Akhmetshin E.M., Prikhodko A.N., Gorbenko A.V., Zakieva R.R. Improving Information and Technical Support of HR Management System in the Educational Establishment // Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference - Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020. Milan: International Business Information Management Association, 2018. C. 3582-3589.

9. Zakiyeva R.R. Nauchno-metodicheskiye osnovy povysheniya kachestva professio-nal'noy podgotovki studentov tekhnicheskikh vuzov // Vestnik Tomsogo gosudarstvennogo universiteta. – 2018. – № 432. – S. 193-198.

10. Shiriyev R.R. «Tepping-test» kak metod issledovaniya vozdelyvaniya svetotsvetovoy sredy na kachestvo professional'noy podgotovki studentov tekhnicheskikh VUZov» / R.R. Shiriyev, R.R. Zakieva // Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2018. – T. 12. – № 2 (30). – S. 84-91.

11. Yaser A. Mnogoparametricheskyy metod kontrolya svetodiodnykh svetil'nikov, pitayemykh ot gal'vanicheskikh batarey, dlya ispol'zovaniya v

avariynykh i polevykh usloviyakh // Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Kazan', KGEU, 2013.

12. Ashryatov A.A. Issledovaniye lineynykh svetodiodnykh lamp / A.A. Ashryatov, A.M. Kokinov, S.A. Mikayeva // Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2012. – № 6. – S. 338-353.

13. Smirnov V. Kompleksnyy podkhod k podboru komponentov dlya izgotovleniya svetotekhnicheskikh izdeliy / V. Smirnov, A. Kondrat'yev, I. Lebedev, A. Abalov // Polu-provodnikovaya svetotekhnika. – 2014. – № 4. – S. 26-29.

14. Kornich A. Obzor konfiguratsii sistem okhlazhdeniya moshchnykh svetodiodnykh svetil'nikov // Sovremennaya svetotekhnika. – 2014. – №3. – S. 23-28.

15. Megti Nadzhimi. Kontseptsii, prodlevayushchiye srok sluzhby svetodiodnykh drayverov // Poluprovodnikovaya svetotekhnika. – 2017. – №2 – S. 44-47.

16. Sposob izgotovleniya opticheskogo modulya svetodiodnogo svetil'nika: pat. 2580178 Ros. Federatsiya. № 2014154320/28 / Chernykh V.T., Chernykh G.S., Borisov A.N.; zayavl. 30.12.2014 ; opubl. 10.04.2016, Byul. №10.

17. Tekhnicheskyy pasport svetil'nika NT-WAY-40.

18. Tekhnicheskyy pasport svetil'nika AT-DKU-40.

Библиографическое описание статьи

Шириев Р.Р., Садыков М.Ф. Оценка технических параметров энергосберегающих световых приборов // Горное оборудование и электромеханика — 2019. — № 1 (141). — С. 26-32.

Reference to article

Shiriev R.R., Sadykov M.F. Assessment of technical parameters of energy saving light instruments. Mining Equipment and Electromechanics, 2019, no. 1 (141), pp. 26-32.