

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 681.2:628.9

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ КОРПУСА СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП ПРИ РАБОТЕ В РАЗНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Айхайти Исыхакэфу, Р.Х. Тукшайтов

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия
ahat1107@mail.ru

Резюме: Определена температура корпуса светодиодных ламп при разных условиях их эксплуатации в осветительных устройствах. Показано, что создание вентиляционных отверстий в плафоне или в системе крепления позволяет понизить температуру корпуса светодиодных ламп на 10–25% и этим значительно повысить срок их службы.

Ключевые слова: контроль, температура корпуса, плафон, вентиляционное отверстие, срок службы.

Благодарности: Выражаем благодарность Президенту группы компаний МАКСОМ Н.Х. Вахидову за консультацию по вопросу современных технологий изготовления светотехнических плафонов, в период посещения КГЭУ, и предоставление усовершенствованных образцов для дальнейших их испытаний.

CONTROL THE BODY TEMPERATURE OF LED LAMPS AT WORK IN DIFFERENT LIGHTING DEVICES

Aihaiti Yisihakefu, Tukshaitov R.H

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia
ahat1107@mail.ru

Abstract: The temperature of the housing of LED lamps is determined under different conditions of their operation in lighting devices. It is shown that the creation of ventilation holes in the plafond or in the system of its fastening allows to lower the body temperature of LED lamps by 10–25% and thereby significantly increase the service life.

Keywords: control, body temperature, plafond, ventilation hole, service life.

Acknowledgments: We express our gratitude to the President of the MAKS group of companies Vakhidov N.Kh. for consultation on the issue of modern technologies for the production of lighting fixtures during the visit to KSPU and providing the improved samples for further testing.

С целью дальнейшего обеспечения энергосбережения Правительство РФ приняло решение применять во вновь строящихся зданиях только светодиодные осветительные приборы [1]. Осветительное устройство, используемое в одно- и многорожковых люстрах, состоит из светодиодной лампы (СДЛ), плафона, электрического патрона, фиксирующих

элементов и подводящих электричество проводов. Температура светодиодов в значительной степени определяет срок службы осветительных светодиодных ламп [2; 3]. Чем выше температура *p-n* перехода светодиодов драйверов в светодиодные светильники (СДЛ), тем меньше срок их службы. Учитывая это, целый ряд работ посвящен изысканию теоретических и экспериментальных способов понижения температуры СДЛ в процессе ее конструирования [4–7]. Снижение температуры светодиодов и электрических конденсаторов в используемых в СДЛ драйверах всего на 1°C способствует повышению срока их службы соответственно на 1500–2000 и 2000–4000 ч. [8]. Все это указывает на важность контроля температуры корпуса СДЛ и изыскания способов снижения температуры корпуса СДЛ даже на несколько градусов при размещении их в разные осветительные устройства. Несмотря на это, в выпускаемых последние годы СДЛ еще в меньшей степени стали уделять внимание отводу тепла от светодиодов. Актуальность поднятого вопроса обусловлена и тем, что в последние годы производители снизили уровень теплоотвода в СДЛ с целью их удешевления. В то же время срок службы СДЛ указывается, как и в прошлые годы, равным 25–30 тыс. часов [3]. Выпуск СДЛ так называемого эконом-класса привел к уменьшению их массы в 1,5–2,0 раза, что, в свою очередь, привело к большему их перегреву и, соответственно, к преждевременному выходу из строя. Причем опрос дилеров СДЛ свидетельствует о том, что выход из строя СДЛ происходит в большей степени за счет возникновения неисправности драйвера.

В связи с этим поставлена задача изучить пути уменьшения температуры корпуса СДЛ и разработать ее критериальные значения. Испытывались СДЛ разных фирм 2016 года выпуска при разных условиях их эксплуатации в осветительном устройстве: при вертикальном их положении цоколем вверх, вниз и размещении вне плафона, а также при размещении в типовом плафоне, усовершенствованном плафоне и модернизированном осветительном устройстве, с целью изыскания оптимальных способов отведения тепла. Измерение температуры осуществлялось термоэлектрическим прибором AZ8803 через 60 мин. после включения СДЛ, то есть после полной стабилизации температуры. Погружение датчика в плафон и его контакт с корпусом на соответствующих двух уровнях обеспечивали через небольшие отверстия в плафоне.

В результате проведенных исследований установлено, что максимальная температура корпуса СДЛ оптимальной мощностью 9–10 Вт при размещении ее вне плафона практически при обоих ее положениях практически не превышает 55–60 °С (табл. 1).

Таблица 1
Температура поверхности СДЛ при размещении вне плафона через 60 минут после их включения

№	Тип СДЛ	Ламп цоколем вверх		Лампа цоколем вниз	
		Температура в области СДМ, °С	Температура в области драйвера, °С	Температура в области СДМ, °С	Температура в области драйвера, °С
1	<i>Kontex</i> 10ВТ	49	54	53	49
2	Онлайн 10ВТ	63	53	62	57
3	<i>Gaus</i> 10 Вт	48	60	50	49
4	<i>Wolta</i> 9 ВТ	38	52	43	40
5	ЭРА 10 ВТ	56	51	49	46
6	<i>HNFE</i> 9 ВТ	45	57	51	48

Главное отличие заключается в том, что при положении СДЛ цоколем вверх максимальная температура отмечается в области расположения в нем драйвера, а при положении ее цоколем вниз – в области светодиодного модуля.

При размещении СДЛ в типовом плафоне максимальная температура корпуса при положении лампы цоколем вверх достигает 92°C, и несколько меньшее значение (порядка на 10°C) – при положении лампы цоколем вниз. Это позволяет говорить, что температура непосредственно светодиодов имеет еще большую температуру, приближающуюся к предельно

допустимому значению (120°C). Некоторые результаты проведенных испытаний СДЛ при размещении их в плафоне цоколем вверх с отверстиями и без них представлены в табл. 2.

Таблица 2
Температура светодиодного модуля и патрона СДЛ при размещении в плафоне с отверстиями цоколем вверх через 60 минут после их включения

№	Тип СДЛ	Температура в области СДМ, $^{\circ}\text{C}$		Температура в области патрона с драйвером, $^{\circ}\text{C}$	
		Обычный плафон	Усовершенствованный плафон	Обычный плафон	Усовершенствованный плафон
1	<i>Kontex</i> 10ВТ	81	60	92	66
2	Онлайн 10ВТ	81	59	92	67
3	<i>Gaus</i> 10 Вт	67	50	88	66
4	<i>Wolta</i> 9 ВТ	65	50	70	56
5	ЭРА 10 ВТ	72	53	82	62
6	<i>HNFE</i> 9 Вт	61	54	71	59

Возможность определенного снижения температуры корпуса в плафоне впервые было показано в работах [9; 10]. Поэтому имела цельсообразность оценить степень снижения температуры при разных условиях эксплуатации СДЛ и разных технических решениях. При создании 4–8 круглых отверстий диаметром 5–8 мм у основания плафона температура корпуса снижается на $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$ за счет создания восходящего конвекционного потока. Эффективность теплоотвода тем выше, чем ближе расположены вентиляционные отверстия к горловине плафона. Проведенные несколько консультаций с Президентом группы компаний МАКСОМ, выпускающей светотехническое стекло, стеклянные плафоны и светильники, привели к заключению, что производить плафоны с вентиляционными отверстиями при существующих технологиях их изготовления достаточно сложно. По его мнению отверстия в плафонах могут быть созданы сверлением, но в этом случае будет увеличиваться брак, что вызовет удорожание изделий. Вместе с тем, полученные результаты создали определенную базу для последующего поиска новых технологий изготовления таких плафонов.

В связи с возникшей проблемой изготовления плафонов соответствующей конструкции снижение температуры корпуса СДЛ решено осуществить созданием для вентиляции отверстий в фиксирующих гайках патрона, используя при этом для отвода воздушного потока зазор между патроном и отверстием в торце плафона. В фиксирующих плафон гайках патрона было просверлено по 8 отверстий диаметром 4 мм. Результаты опытов показывают, что данный способ позволяет, даже при существующих малых зазорах и примененном исполнении, понизить температуру корпуса СДЛ приблизительно на $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$. Некоторое увеличение диаметра горловины плафона позволит обеспечить снижение температуры корпуса еще на большую величину. Установлено, что форма конструкции СДЛ также влияет на температурный режим. Так, применение «кувшинообразной» формы в СДЛ *Wolta* способствует изменению схемы циркуляции воздуха в плафоне и, соответственно, меньшему нагреву как драйвера, так и СДЛ приблизительно на 10°C . Можно обеспечить отвод тепла с помощью модернизированного электрического патрона [11], но при этом достигается меньший эффект [12].

Если сохранить прежнее значение температуры корпуса СДЛ, которое имело место в обычном плафоне без специальной конвекции воздуха, то можно в этом случае еще в большей степени удешевить производство ламп за счет увеличения токовой нагрузки на светодиоды и уменьшения количества светодиодов.

Таким образом, в результате проведенных исследований предложен достаточно эффективный способ снижения температуры корпуса СДЛ и существенного предотвращения снижения срока их службы, заключающийся в создании вентиляционных отверстий в плафоне или корпусе его крепления в осветительном устройстве, практически

реализуемый при производстве ламп. Установлены предельные значения температур корпуса СДЛ при разных способах их эксплуатации, которые следует использовать в качестве контрольных величин.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 28.08.2015 № 898 «О внесении изменений в п. 7 Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг при осуществлении закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
2. Петропавловский Ю. Современные светодиодные продукты компаний Verbatim/Mutsibishi // Полупроводниковая светотехника. 2014. № 3. С. 60–65.
3. Светодиодные и энергосберегающие лампы «Экономка» // Современная светотехника. 2016. № 5. С. 52.
4. Evdokimov Y.K., Martemianov S. Continuously distributed sensors for steady-state temperature profile measurements: main principles and numerical algorithm // International journal of heat and mass transfer. 2004. Т. 47. № 2. P. 329–340.
5. Ашрятов А.А., Кокинов А.М., Микаева С.А. Исследование линейных светодиодных ламп. Естественные и технические науки. 2012. № 6. С. 338–353.
6. Смирнов В., Кондратьев А., Лебедев И., Абалов А. Комплексный подход к подбору компонентов для изготовления светотехнических изделий // Полупроводниковая светотехника. 2014. № 4. С. 26–29.
7. Корнич А. Обзор конфигураций систем охлаждения мощных светодиодных светильников // Современная светотехника. № 16. № 3. С. 23–28.
8. Мэгги Наджими. Концепции, продлевающие срок службы светодиодных драйверов // Полупроводниковая светотехника. 2017. № 2. С. 44–47.
9. Тукшаитов Р.Х., Исахов А.Р., Айхайти Исыхакэфу, Гарипов Р.Р. О новых возможностях способах повышения срока службы светодиодных ламп // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: сб. науч. тр. XII научно-технической конференции. Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2013. С. 282–284.
10. Пат. 121552 RU, МПК F21S 8/00. Плафон для светодиодной лампы / Тукшаитов Р.Х., Маркин Ю.С.; заявл. 25.05.2012, опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30.
11. Пат. 163832 RU, МПК H01R 33/44. Электрический патрон для светодиодной лампы / Курмаев И.Х., Тукшаитов Р.Х., Гарипов Р.Р., Исахов А.Ф.; заявл. 27.10.2015, опубл. 10.08.2016. Бюл. № 30.
12. Тукшаитов Р.Х., Айхайти Исыхакэфу, Нигматуллин Р.М., Гарипов Р.Р. Как обеспечить заявленный срок службы светодиодных ламп // Полупроводниковая светотехника 2016. № 3. Т. 41. С. 6–9.

Авторы публикации

Айхайти Исыхакэфу – инженер кафедры «Промышленная электроника и светотехника» (ПЭС) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). E-mail: ahat1107@mail.ru

Тукшаитов Рафаил Хасьянович – д-р биол. наук, профессор, кафедры «Промышленная электроника и светотехника» (ПЭС) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation No. 898 of August 28, 2015 "on Amendments to Clause 7 of the Rules for Establishing Energy Efficiency Requirements for Goods, Works and Services in the Conduct of Procurement for Ensuring State and Municipal Needs".
2. Petropavlovsky Yu. Modern LED products of Verbatim. Mutsibishi companies // Semiconductor lighting engineering. 2014. No. 3. P. 60–65.
3. LED and energy-saving lamps "Ekonomika". Modern lighting technology. 2016. No. 5. P. 52.

4. Evdokimov Y.K., Martemianov S. Continuously distributed sensors for steady-state temperature profile measurements: main principles and numerical algorithm // International journal of heat and mass transfer. 2004. T. 47. No. 2. P. 329–340.

5. Ashryatov A.A, Kokinov A.M, Mikaeva S.A. Investigation of linear LED lamps // Natural and technical sciences. 2012. No. 6. P. 338–353.

6. Smirnov V., Kondratiev A., Lebedev I., Abalov A. Complex approach to the selection of components for the manufacture of lighting products // Semiconductor lighting engineering. 2014. No. 4. P. 26–29.

7. Kornich A. Overview of the configurations of cooling systems for high-power LED fixtures // Modern lighting technology. No. 16. No. 3. P. 23–28.

8. Maggie Najee. Concepts that extend the life service of the LED driver // Semiconductor lighting. 2017. No. 2. P. 44–47.

9. Tukshaitov R.H., Iskhakov A.R, Aihaiti Yisihakefu, Garipov R.R. About new possibilities of ways to increase the service life of LED lamps // Problems and prospects for the development of domestic lighting, electrical engineering and energy: Sat. Sci. Tr. XII scientific and technical conference. Saransk: Moscow State University. N.P. Ogareva, 2013. P. 282–284.

10. Pat. 121552 RU, MPK F21S 8/00. Plafon dlya svetodiodnoi lampy / Tukshaitov R.Kh., Markin Yu.S.; zayavl. 25.05.2012, opubl. 27.10.2012. Byul. № 30.

11. Pat. 163832 RU, MPK H01R 33/44. Elektricheskii patron dlya svetodiodnoi lampy / Kurmaev I.Kh., Tukshaitov R.Kh., Garipov R.R., Iskhakov A.F.; zayavl. 27.10.2015, opubl. 10.08.2016. Byul. № 30. Tukshaitov R.H., Aihaiti Yisihakefu, Nigmatullin RM, Garipov R.R. How to ensure the declared service life of LED lamps // Semiconductor lighting equipment 2016. No. 3. V. 41. P. 6–9.

Authors of the publication

Aihaiti Yisihakefu – engineer of the Department “Industrial Electronics and Lighting technology”, Kazan State Power Engineering University.

Rafail H. Tukshaitov – Dr. Sci. (Biology), professor, Department “Industrial Electronics and Lighting”, Kazan State Power Engineering University.

Поступила в редакцию

19 июня 2017 г.