

Модернизация осветительной системы операционных галогенных светильников

Кабашный Кирилл Юрьевич

*Липецкий государственный технический университет
студент*

Воронин Сергей Васильевич

*Липецкий государственный технический университет
к.ф.н., доцент, преподаватель кафедры физики и биомедицинской техники*

Аннотация

В статье рассматривается разработка светодиодных модулей и источника питания в виде импульсного преобразователя напряжения для модернизации осветительной системы галогенных операционных светильников. В качестве иллюстрации приведены изображения конструкции сборки объемных моделей и электрическая схема преобразователя напряжения, выполненные в программах графического редактирования.

Ключевые слова: Хирургический светильник, медицинская техника, модернизация, конструирование, электроника.

Modernization of lighting system of operating halogen luminaries

Kabashnyi Kirill Yurievich

*Lipetsk State Technical University
student*

Voronin Sergei Vasilevich

*Lipetsk State Technical University
PhD in Physical-mathematical, associate professor, lecturer of the department of
physics and biomedical technology*

Abstract

The article discusses designing of LED modules and the power supply in the form of a pulsed voltage converter for the modernization of the lighting system of halogen operating lamps. As an illustration are given the images of the construction of the assembly of volumetric models and the electrical circuit of voltage converter, executed in the programs of graphic editing.

Keywords: Surgical lamp, medical equipment, upgrade, designing, electronics.

Неотъемлемой частью хирургической практики является операционный светильник, обеспечивающий яркий и комфортный для зрения обзор оперируемой области. Согласно действующему национальному

стандарту [1], основными и наиболее важными характеристиками операционных светильников являются освещенность светового поля, состав спектра, т. е. отсутствие инфракрасного и ультрафиолетового спектра в излучении, температура освещаемой поверхности и безопасность эксплуатации.

Стоит отметить, что современные производители уделяют большое значение эргономичности конструкции хирургических светильников таким коммерческим ходом, очевидно, пытаясь привлечь внимание покупателей. Однако, эргономичность в медицинской технике так же является крайне важным аспектом, так как внешний вид, форма, вес и управляемость помогают хирургу необременительно пользоваться аппаратурой и концентрировать внимание непосредственно на операционной деятельности.

Главной преимущественной характеристикой светодиодных операционных светильников является то, что используемые в них излучатели имеют экстремально длительный срок службы (не менее 30000 часов), а также малое тепловыделение за счет отсутствия инфракрасного излучения в спектре [2]. При этом потребление электричества от светодиодных осветителей в разы меньше, чем от осветителей, работающих на основе галогеновых ламп [3].

Решение проблемы низкого качества освещения галогенных хирургических светильников, отстающих по своим характеристикам от современных, светодиодных, представляется модернизацией осветительной системы путем замены галогенных источников излучения на светодиодные модули с современным источником питания. Внедрение светодиодных модулей в операционных блоках, кабинетах для диагностики и исследований представляет собой низкочастотную, технически продуманную, обоснованную и эффективную модернизацию осветительной системы галогенных операционных светильников.

Проектирование светодиодного модуля

Для создания надежной, эргономичной и эффективной конструкции светодиодного модуля необходимо объединить воедино плоское основание, линзы, параллельно соединенные светодиоды на плате и охлаждающий радиатор, плотно закрепив сборку крепежными элементами.

Основанием светодиодного модуля будет служить плоская круглая пластина из прочного синтетического полимерного материала акрила (полиметилметакрилата) диаметром в 21 сантиметр. Данному материалу отдано предпочтение ввиду его полезных уникальных свойств: полиметилметакрилат один из наиболее термостойких полимеров, обладает высокой прочностью, является физиологически и биологически безвредным материалом, что обуславливает его широкое применение в медицинской промышленности [4, 5].

В основании модуля имеются 7 отверстий диаметром 29 миллиметров под плоско-выпуклые оптические линзы EIBO-29 (Рис. 1.), которые

выполняют роль вторичной оптики, прилегающей непосредственно к светодиодам. Угол половинной яркости данных линз составляет 10 градусов, за счет чего рассеяние излучаемого света является минимальным, что соответствует узкому углу раскрытия светового пучка [6].

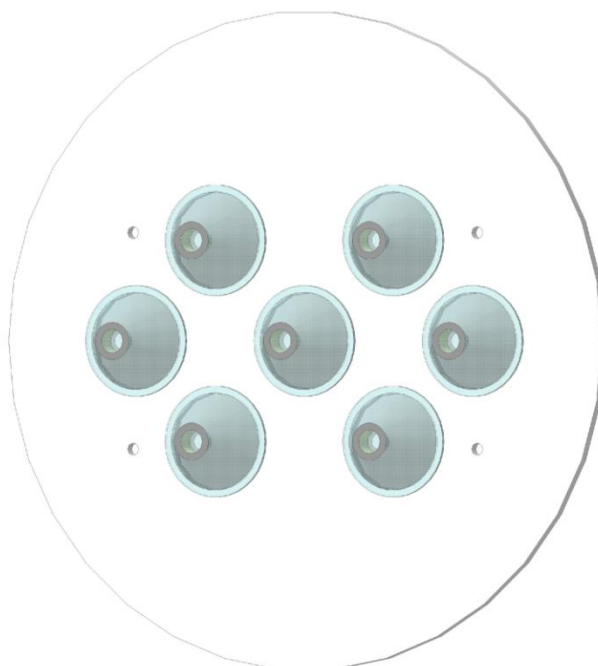


Рис. 1. Объемная модель сборки основания модуля с оптическими линзами

В качестве излучателей отдано предпочтение высокомоощным светодиодам «ARPL-Star-3W-BCB Day White» мощностью 3Вт [7]. Для создания высокой контрастности изображения в операционном поле цветовая температура данных светодиодов лежит в диапазоне «Белый дневной (4000-4500 К)» [8], что соответствует цветовой температуре, обеспечиваемой современными операционными светильниками [9-11].

В качестве охладителя для светодиодов был подобран анодированный радиатор VLA062-150 (Рис. 2.) с габаритными размерами 150x88x35. Данный радиатор был выбран из-за его габаритных размеров, которые не выходят за границы плоского основания модуля и позволяют установить на поверхности 7 светодиодных излучателей, обеспечивая при этом интенсивный отвод тепла за счет своей широкой площади поверхности и ребристой формы.

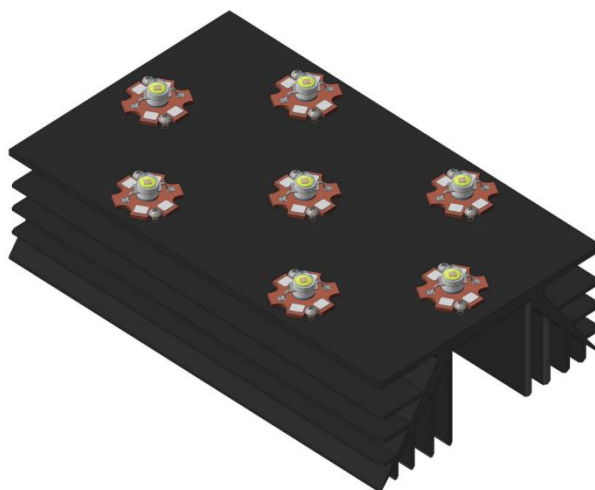


Рис. 2. Объемная модель сборки радиатора со светодиодами

Целью проектирования светодиодных модулей (Рис. 3.) является модернизация операционных светильников советских времен, например [12, 13], а так же различных моделей светильников, работающих на галогенных осветителях и отстающих по своим характеристикам от современных операционных светильников. Такие светильники, несмотря на свою высокую наработку и относительную выработку ресурса по-прежнему широко используются в медицинских и лечебно-профилактических учреждениях.

Устройство данных светильников позволяет произвести в них конструкционные изменения, не требующие серьезных технических вмешательств и манипуляций, но способных кардинально изменить световые параметры, значительно приблизив их к параметрам современных дорогостоящих светодиодных операционных ламп.

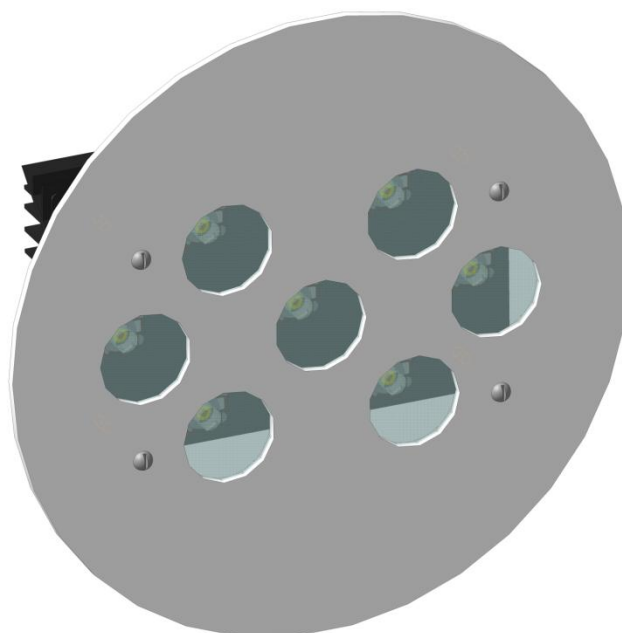


Рис. 3. Объемная модель сборки светодиодного модуля

Проектирование электрической схемы питания светодиодных модулей для операционных светильников

К проектируемой электрической схеме импульсного преобразователя напряжения поставлены следующие задачи: высокий уровень КПД (не менее 80%), защита от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения и перегрева (включение в схему охлаждающего вентилятора) [14, 15].

Устройство большинства технически и морально устаревших светильников, например [12] и [13], позволяет внести конструкционные изменения с целью глобальной модернизации электронных компонентов и системы освещения. Такими изменениями является полная реконструкция осветительной системы путем замены галогенных излучателей на светодиодные модули с современным электронным источником питания с учетом всех действующих требований электрической безопасности [16].

Накальный трансформатор светильников [12] и [13] питается однофазным сетевым напряжением и выдает на выходе напряжение номиналом 24В. Так как для питания высокоомощных светодиодов [7], подключенных параллельно в модуле необходимо постоянное напряжение, то возникает потребность в установке преобразователя напряжения необходимой мощности, который полностью заменил бы накальный трансформатор, вмонтированный к панели на потолке.

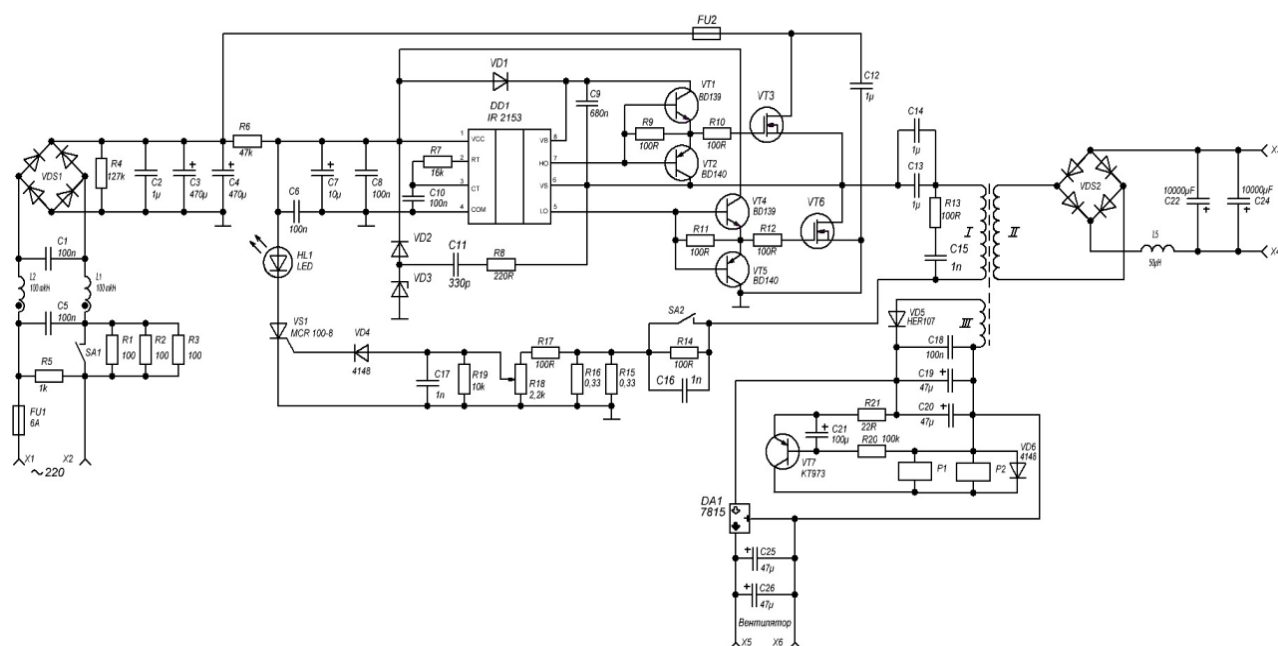


Рис. 4. Электрическая схема импульсного преобразователя напряжения

На основании разработанной электрической схемы в советских операционных девяти- и двенадцатирефлекторных светильниках [12] и [13], а так же в других аналогичных моделях могут быть установлены и подключены светодиодные модули.

Плата преобразователя напряжения устанавливается в защитном корпусе с отверстиями для фиксации. Монтаж преобразователя происходит в месте крепления накаливаемого трансформатора, который исключается из схемы ввиду отсутствия необходимости в его дальнейшем использовании. Светодиодные модули монтируются под защитные стекла светильника. Перед установкой модулей из конструкции предварительно изымаются светофильтры и галогенные источники излучения, таким образом, оставляя достаточно свободного пространства для размещения новых модулей, компенсируя при этом изменения в общем весе конструкции и сводя их к минимуму.

Заключение

Идея создания и применения на практике светодиодных модулей является актуальной и экономически обоснованной. Модернизация осветительной системы необходима, так как число морально устаревших светильников в больницах превалирует над количеством современных дорогих операционных ламп. Таким образом, решение данной проблемы в действительности может лежать в изменении конструкции бестеневых светильников с галогенных излучателей на светодиодные модули со спектральными характеристиками сравнимыми с современным LED-светильниками.

Существенным плюсом светодиодных модулей является простота конструкции и монтажа. Замена галогенных ламп со стеклянными светофильтрами на светодиодные модули не представляет технических трудностей. При этом, после монтажа каждый модуль плотно зафиксирован под защитными стеклами светильника.

Результатом предложенной разработки должно послужить обновление системы освещения в операционных залах, кабинетах для исследований и диагностики. Полноценный переход на светодиодное освещение позволит полностью исключить возможность нежелательного превышения температуры в операционном поле и вблизи лампы, улучшить световые показатели, а так же эффективно экономить электричество.

Уместно отметить, что изменение конструкции медицинской техники без согласования с заводом-изготовителем недопустимо. Учитывая тот факт, что по плану модернизация осветительной системы должна коснуться бестеневых светильников советского производства и их аналогов, потребуется ряд комплексных мероприятий по одобрению плана и воплощению его на практике, а именно: требуется составление технического задания, уведомление федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения, проведение экспертизы и контрольных испытаний [17]. При условии выполнения данных требований проект модернизации операционных светильников может быть технически реализован в медицинских и лечебных учреждениях страны.

Библиографический список

1. Национальный стандарт Российской Федерации. Изделия медицинские электрические. Часть 2-4. М.: Стандартинформ, 2015. 24.
2. iLed Новое поколение хирургических светильников. Зальфельд: TRUMPF Medizin Systeme, 2007. 12 с.
3. Бугров В.Е., Виноградова К.А. Оптоэлектроника светодиодов. Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013. 174 с.
4. Волова, Т. Г. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов. / Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 262 с.
5. Вихров С. П. Биомедицинское материаловедение. Учебное пособие для вузов. / С. П. Вихров, Т. А. Холомина, П. И. Бегун, П. Н. Афонин. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. 383 с.
6. Балашов А. Журнал «Новости электроники + светотехника №(1), 2010». Фокусируя свет: оптика OT Carclo. Россия: ЗАО «Компэл», 2010. 24 с.
7. Мощный светодиод APRL-Star-1W3W-BCB Day White. М.: «Арлайт ГРУПП», 2017. –4 с.
8. Горбунова Е. В., Чертов А. Н. Колориметрия источников излучения. Учебное пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 126 с.
9. Harmony LED Surgical lighting and visualisation system. Mentor, Ohio: 2017. 12 с.
10. Q-FLOW Хирургические светильники нового поколения. Лахти: Merivaara Corporation, 2017. 8 с.
11. Merilux Светильники медицинские для осмотра, универсальные и операционные бестеневые. Лахти: Merivaara Corporation, 2017. 12 с.
12. Светильник девятирефлекторный стационарный СМ-40. Паспорт. Верхняя Пышма: 1975. 12 с.
13. Светильник медицинский двенадцатирефлекторный стационарный СНТ-12. Паспорт. Свердловск: 1986. 25.
14. Савелов А.А. Расчет импульсных источников питания устройств авионики. Учебное пособие. М.: МГТУ ГА, 2015. 96 с.
15. Шмаков С.Б. Импульсные источники питания. Создание, ремонт, работа. СПб.: Наука и Техника, 2015. 288.
16. ГОСТ Р МЭК 60601-1-2010. Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик. М.: Стандартиформ, 2011. 300.
17. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 07.03.2018) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» Статья 38. Медицинские изделия. 2011.