

лов [7]. Также можно наблюдать, что резкое увеличение значения $I_{\text{ут}}$ происходит с 10000 часов, и, соответственно, отказ конденсаторов по данному параметру (штриховая линия на рисунке – уровень допустимого значения тока утечки конденсаторов во время эксплуатации).

Из полученных результатов проведенного исследования можно сделать заключение, что для предотвращения непрогнозируемого ухода параметров танталовых чип-конденсаторов и увеличения их стабильности необходимо дополнительное исследование влияния качества материалов, используемых при производстве, на длительную безотказность.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ В 20.39.403–81 КСОТТ. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Требования по надежности.
2. Кузнецов П. Л. Проблемы контроля качества оксидно-полупроводниковых конденсаторов при использовании «Inrush-test» // Приборостроение в XXI веке – 2011. Интеграция науки, образования производства : сб. материалов VII Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием, посвященной 50-летию приборостроительного факультета (Ижевск, 15–17 ноября 2011 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – 504 с.

3. Кузнецов П. Л., Кузнецова В. А. Комплексный подход к обеспечению качества при производстве электролитических конденсаторов и ионисторов // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : электронное науч. изд. : сб. тр. II Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с междунар. участием (Ижевск, 23–25 апреля 2013 г.). – Ижевск, 2013. – 1415 с. – 1 CD-ROM. – ISBN 978-5-7526-0603-8.

4. Муравьев В. В., Степанова Л. Н., Кареев А. Е. Оценка степени опасности усталостных трещин при акустико-эмиссионном контроле литых деталей тележки грузового вагона // Дефектоскопия. – 2003. – № 1. – С. 63–68.

5. Акустический контроль долговечности стальных образцов и восстановление их ресурса / Л. Б. Зуев, О. В. Сошин, В. В. Муравьев [и др.] // Прикладная механика и техническая физика. – 1998. – Т. 39. – № 4. – С. 180–183.

6. Серегин Г. В., Муравьев В. В. Структурные состояния и механические свойства дисперсионно-твердеющего коррозионно-стойкого сплава 36НХТЮ // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 1987. – № 12. – С. 77–80.

7. Факторы, определяющие емкость танталового оксидного конденсатора на стадии изготовления анода / В. А. Кузнецова, П. Л. Кузнецов, А. А. Масалев, В. В. Муравьев / под ред. В. Е. Громова // Тр. II Междунар. конф. «Влияние высокоэнергетических воздействий на структуру и свойства конструкционных материалов» (23–30 сентября 2013 г.). Серия «Фундаментальные проблемы современного материаловедения» : в 2 т. – Т. 1. – 2013. – С. 233–239.

V. A. Kuznetsova, Open Joint-Stock Company “Elecond”, Sarapul

P. L. Kuznetsov, Open Joint-Stock Company “Elecond”, Sarapul

V. V. Muravyov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Research of Reliability of Tantalum Solid-Electrolyte Capacitors on the Basis of Experimental Data

Researches of tantalum solid-electrolyte chip-capacitors reliability are conducted by experimental methods. Mathematical models of variation of tantalum chip-capacitors characteristics with test time are received at the test temperature +85 °C and the test tension equal to the nominal one.

Key words: tantalum solid-electrolyte chip-capacitors, product reliability, mathematical models.

УДК 621.321

И. Н. Ефимов, доктор технических наук, профессор, Чайковский технологический институт (филиал)

Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

И. В. Чудинов, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ИСТОЧНИКОВ ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Описаны особенности ламп, наиболее часто применяемых в быту, приведен метод расчета освещенности в жилых помещениях.

Ключевые слова: светоотдача, освещенность, световой поток.

Современное общество немислимо без повсеместного применения искусственного освещения. Лампы и светильники прочно вошли в обиход и уже давно воспринимаются как должное. Школы, офисы, магазины, дома, квартиры – везде есть искусственный свет. Однако если на промышленных предприятиях и в других организациях освещение

нормируется и контролируется специальными органами, следящими за безопасностью труда, то в квартирах и частных домах человек сам должен выбрать тип и вид освещения. Большинство людей не придает особого значения, какие лампы стоят в квартире, какую освещенность они дают и сколько потребляют электроэнергии, какова их безопасность в эксплуатации.

По принципу преобразования электрической энергии в энергию видимых излучений современные источники света можно разделить на 4 основные группы (рис. 1) [1, 2, 3], но в современном быту чаще всего используются три вида ламп: лампы накаливания, люминесцентные лампы и светодиодные лампы.

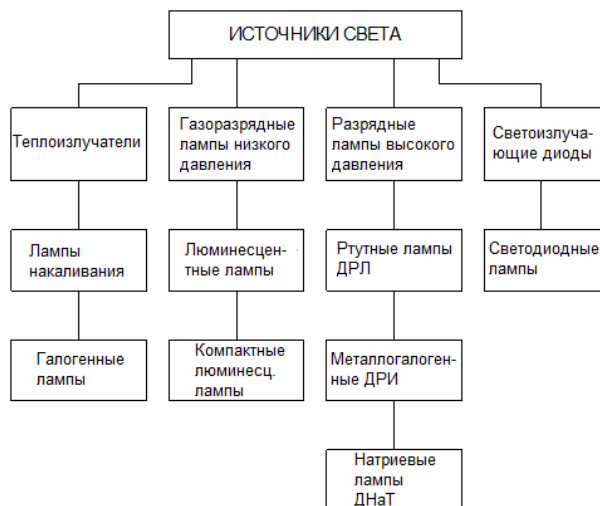


Рис. 1. Классификация источников света

Принцип действия ламп накаливания основан на испускании светового излучения за счет горения вольфрамовой нити внутри лампы. Вольфрамовая нить мгновенно загорается при включении и горит постоянно, что создает хорошую цветопередачу и не вредно для глаз. Для процесса горения затрачивается много энергии и вольфрамовая нить быстро испаряется, что существенно влияет на срок службы лампы [4]. Средний срок службы – около 1000 часов. Большое количество выделяемого тепла делает лампу пожароопасной. У ламп накаливания самая низкая светоотдача¹, в среднем 12 Лм/Вт.

К достоинствам можно отнести невысокую начальную стоимость лампы, однако это не компенсирует большие затраты на электроэнергию.

Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), получившие в народе название «энергосберегающие», это те же самые люминесцентные лампы дневного света, только длинная трубка скручена в спираль и стартер для зажигания такой лампы спрятан в корпус. Корпус лампы приспособлен для стандартного цоколя лампы накаливания.

Принцип работы люминесцентной лампы основан на свечении люминофора – вещества, нанесенного на поверхность трубки. Люминофор светится за счет ультрафиолетового излучения, которое, в свою очередь, появляется от электрического разряда, протекающего в парах ртути, которая содержится во всех люминесцентных лампах. Для превращения ртути в газообразное состояние требуется время, поэтому лампы включаются не сразу. Люми-

несцентная лампа из-за содержания ртути представляет собой опасность для человека и окружающей среды, поэтому требует специальной утилизации. Кроме того, она выделяет ультрафиолет, который также вреден для человека при длительном воздействии. Также следует отметить, что люминесцентная лампа не дает постоянного свечения, а мерцает, что приводит к быстрой утомляемости глаза. Достоинства КЛЛ в том, что срок ее службы гораздо больше, чем у ламп накаливания – в среднем 10000 часов. Люминесцентная лампа имеет хорошую светоотдачу, в среднем 65 Лм/Вт, что свидетельствует о том, что она будет потреблять электроэнергию в среднем в пять раз меньше, чем лампа накаливания. Стоимость лампы колеблется в пределах от 100 до 300 руб. и выше.

Светодиодная лампа собирает в своей конструкции некоторое количество светодиодов, зависящее от мощности лампы, которые излучают привычный для глаза белый свет. Существуют лампы, белый свет в которых получается за счет скрещивания синего, зеленого и красного светодиодов, но такие лампы не дают качественной цветопередачи. На практике чаще всего применяются лампы с синими светодиодами, покрытыми люминофором, как и на трубке люминесцентных ламп. Цветопередача таких ламп достигает цветопередачи люминесцентных ламп и выше [3]. Светодиодная лампа имеет массу преимуществ по сравнению с люминесцентными и лампами накаливания. В своей конструкции они не содержат легко бьющихся материалов, вредных и ядовитых веществ, поэтому не требуют особой утилизации. Срок службы таких ламп более 50000 часов. Светоотдача светодиодных ламп, применяемых в быту примерно 110 Лм/Вт, что делает их еще более экономичными по сравнению даже с «энергосберегающими» лампами. Излучаемый свет ровный, без мерцания. Недостаток светодиодных ламп – большая стоимость, которая для обычных бытовых ламп колеблется от 300 руб. до нескольких тысяч, но тенденция развития этой продукции предполагает скорый спад цен. В процессе работы светодиод выделяет тепло, что может пагубно сказаться на его сроке службы. В бытовых лампах малой мощности эта проблема решена за счет системы теплоотводов, в более мощных же лампах нужна специальная охлаждающая система, что существенно нагромождает конструкцию.

Основные показатели описанных видов ламп приведены в табл. 1.

Затраты на описанные виды ламп представлены на рис. 2. Для примера взяты: лампа накаливания 60 W, люминесцентная энергосберегающая лампа в 11 W и светодиодная лампа в 6,5 W, которые являются эквивалентными по световому потоку. На рисунке приведены начальная стоимость ламп и затраты на их использование при тарифе 2,6 руб. за 1 кВт.

¹ Светоотдача – светотехническая величина, показывающая, какой световой поток (измеряемый в Лм) излучает источник света, потребляя при этом 1 ватт энергии. Чем больше светоотдача, тем экономичнее лампа.

Таблица 1. Сравнительная характеристика источников освещения

Параметры	Лампа накаливания	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа
Срок службы, час	1000	10000	50000
Средняя светоотдача, Лм/Вт	12	65	110
Экологичность	Обычная утилизация	Специальная утилизация	Обычная утилизация
Побочные продукты работы	Выделение тепла	Ультрафиолетовое излучение	Незначительное выделение тепла
Стоимость, руб.	от 5	от 100	от 300

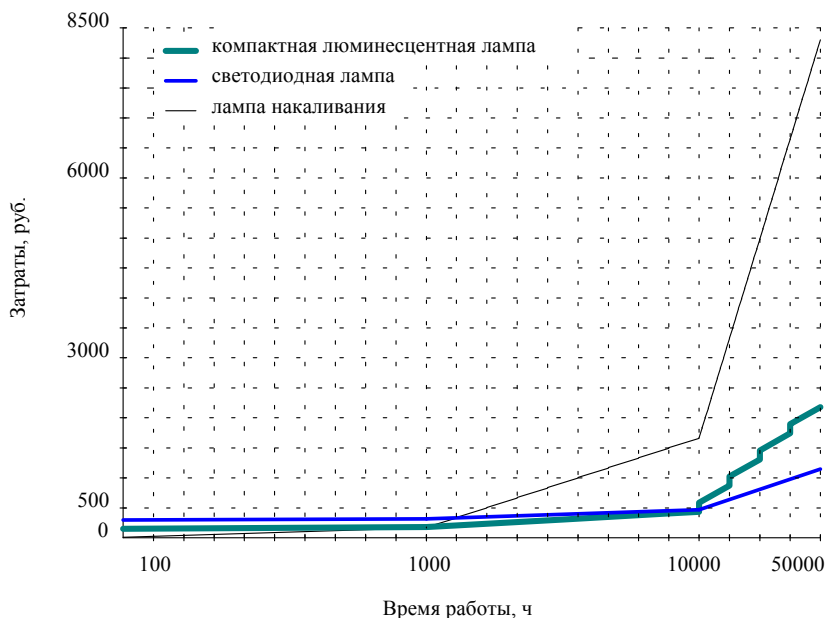


Рис. 2. Затраты на различные виды ламп

Освещение в квартире делится на естественное и искусственное. Естественное освещение – это дневной свет, который мы получаем из окон. Для экономии электроэнергии в дневное время рекомендуется максимально использовать естественное освещение (если такое имеется), для этого необходимо держать в чистоте окна и предпочтительнее использовать светлые тона в интерьере [5].

Искусственное освещение – это свет, исходящий от осветительных приборов, используется в более темное время суток или при отсутствии естественного освещения.

Искусственное освещение делится на общее и местное. Местное освещение применяется для скрупу-

лезной, мелкой работы либо чтения, такое освещение создают настольные светильники, бра и прочие. Общее освещение – это равномерное освещение всего помещения, получаемое обычно от светильников, расположенных на потолке. Осветительный прибор, излучает световой поток, измеряемый в люменах (Лм), световой поток, падая на определенную поверхность, создает освещенность, измеряемую в люксах. $L_k = \text{Лм}/\text{м}^2$. О расчете общего освещения и пойдет речь, ведь недостаточное общее освещение в помещении вызывает дискомфорт и пагубно влияет на здоровье глаз.

Минимальные нормы освещенности для жилых зданий [6, 7] приведены в табл. 2.

Таблица 2. Нормы освещенности для помещений жилых зданий

Наименование помещения	Минимальное освещение, Лк
Кабинеты, библиотеки, кладовые, подсобные, билиардные	300
Детские комнаты	200
Жилые комнаты, гостиные, спальни, жилые комнаты общежитий, кухни, кухни-столовые, кухни-ниши, тренажерные залы, помещения консьержа	150
Сауны, раздевалки, бассейны	100
Гардеробные	75
Внутриквартирные коридоры, холлы, ванные комнаты, уборные, санузлы, душевые, шахты лифтов	50
Позажанные внеквартирные коридоры, вестибюли, лифтовые холлы, колясочные, велосипедные	30
Лестницы, тепловые пункты, насосные, электрощитовые, машинные помещения лифтов, венткамеры, основные проходы технических этажей, подполий, подвалов, чердаков	20

При выборе ламп не надо бояться слишком яркой освещенности для своей квартиры или дома. Чем

больше освещено помещение, тем приятней оно выглядит. Света много не бывает, даже самые яркие

прожектора, применяемые на съемочной площадке, не могут приблизиться к освещенности в яркий солнечный день, которая доходит до нескольких десятков тысяч люксов.

Существует несколько методов определения освещенности в промышленных и общественных помещениях [4, 8]. Основой этих методов является выбор светильников из специальных каталогов, что неприемлемо в быту, так как угловатые промышленные светильники для домашних условий подойдут далеко не всем. Для бытовых условий требуется подобрать лампы определенной мощности для уже существующих светильников.

Выберем требуемую освещенность (E , Лк) из табл. 2. Освещенностью является отношение светового потока (Φ , Лм) к освещаемой площади (S , м²) [2, 4]:

$$E = \frac{\Phi}{S}.$$

Обозначим ширину, длину, высоту комнаты a , b , h соответственно.

Найдем общий световой поток светильников, показанных на рис. 3:

$$\Phi_a = E \cdot (2ab + 2ah + 2bh);$$

$$\Phi_b = E \cdot (ab + 2ah + 2bh);$$

$$\Phi_v = E \cdot (2ab + 2ah + bh).$$

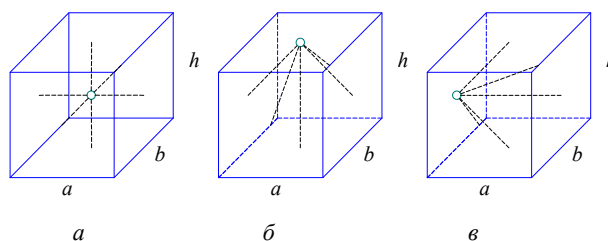


Рис. 3. Расположение осветительного прибора в помещении: a – в центре; b – на потолке; v – на стене

Если в светильнике несколько ламп (n), то световой поток одной лампы (Φ_n , Лм) будет равен отношению

$$\Phi_n = \frac{\Phi}{n}.$$

Требуемая мощность лампы (W , Вт) определяется из отношения светового потока лампы (Φ_n , Лм), к показателю светотдачи лампы (η_n , Лм/Вт):

$$W = \frac{\Phi_n}{\eta_n}.$$

Если показатель светотдачи не указан на упаковке лампы, то можно воспользоваться усредненными показателями [3, 5], приведенными в табл. 1.

Приблизительное количество ламп, требуемых для нормативного (150 Лк) освещения жилых комнат разной площади, приведено в табл. 3.

Таблица 3. Приблизительное количество ламп для освещения жилого помещения

S помещения, м ²	Лампа накаливания, шт.			КЛЛ, шт.			Светодиодная лампа, шт.		
	40W	60W	100W	7W	11W	18W	4W	6,5W	11W
5	9	6	4	9	6	4	9	6	4
6	10	7	4	10	7	4	11	7	4
7	11	7	4	11	7	5	12	7	4
8	12	8	5	13	8	5	13	8	5
9	13	8	5	13	9	5	14	9	5
10	13	9	5	14	9	6	15	9	5

Обладая информацией о свойствах ламп можно выбрать лампу, которая снизит расходы на электроэнергию, прослужит длительный срок и будет безопасна для здоровья человека. Правильно выбранное домашнее освещение снижает утомляемость глаз, хорошо освещенная комната вызывает положительные эмоции.

Библиографические ссылки

1. Пляскин П. В., Федоров В. В., Буханов Ю. А. Основы конструирования электрических источников света : учебник для техникумов. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 360 с. : ил.
2. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.

3. Джонатан Вейнерт. Светодиодное освещение : справочник. – Koninklijke Philips Electronics N.V., 2010. – 156 с.
4. Кнорринг Г. М., Федин И. М., Сидоров В. Н. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – СПб. : Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
5. Кораблев В. П. Экономия электроэнергии в быту. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 96 с.
6. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
7. МГСН 2.06–99. Московские городские строительные нормы. Естественное, искусственное и совмещенное освещение.
8. Кнорринг Г. М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения. – Л. : Энергия, 1973. – 200 с.

I. N. Efimov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

I. V. Chudinov, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Features of Choosing the Light Sources in Residential Areas

Features of lamps the most frequently used in everyday life are described, the method of calculating the illumination of residential premises is given.

Key words: light output, illumination, luminous flux.