

Абжалбек уулу Жылдызбек - магистрант,
Эшназар уулу Темирлан - магистрант,
Ошский технологический университет
zhyldyz@ mail. ru

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОСВЕЩЕНИИ

В статье даны краткие сведения о электрическом освещении, ресурсосбережении, переходе на высокоэкономичные устройства, светодиодной технике и новых технологиях в электрическом освещении. Рассмотрены основные качественные, светотехнические, электрические характеристики осветительных устройств и их устойчивость к внешним воздействиям, а также достоинства и недостатки различных осветительных приборов.

Ключевые слова: источники света, освещение и осветительные приборы, коэффициент мощности, качества электроэнергии, микроимпульсные помехи, пиковые напряжения, динамические искажения, световая эффективность.

Абжалбек уулу Жылдызбек - магистрант,
Эшназар уулу Темирлан – магистрант,
Ош технологиялык университети

ЭЛЕКТР МЕНЕН ЖАРЫКТАНДЫРУУДА ЭНЕРГИЯНЫ ҮНӨМДӨӨ

Макалада электр менен жарыктандыруу, энергия ресурстарын сактоо, жогорку үнөмдүү түзүлүштөргө өтүү, ошондой эле электр менен жарыктандырууда жарык диоддуу техника жана технологиялар тууралуу кыскача маалымат берилген.

Жарыктандыруучу түзүлүштөрдүн негизги электрдик, жарыктык-техникалык, сапаттык мүнөздөмөлөрү жана алардын сырткы чөйрөгө туруктуулугу каралган, ошондой эле ар кандай жарык берүүчү түзүлүштөрдүн артыкчылыктары жана кемчиликтери талкууланган.

Ачкыч сөздөр: жарык булактары, жарыктандыруу, жарыктандыруучу түзүлүштөр, кубаттуулук коэффициенти, электр энергиянын сапаты, микроимпульстук тоскоолдуктар, жогорку чыңалуу, динамикалык бурмалоо, жарыктын натыйжалуулугу.

Abzhalbek uulu Zhyldyzbek - graduate student,
Eshnazar Uulu Temirlan - graduate student,
Osh technological university

POWER SAVING BY ELECTRIC LIGHTING

The article provides brief information about electric lighting, resource saving, switching to highly economical devices, LED technology and new technologies in electric lighting. The main qualitative, lighting, electrical characteristics of lighting devices and their resistance to external influences, as well as the advantages and disadvantages of various lighting devices are considered.

Key words: light sources, lighting, and lighting, coefficient power, power quality, micro pulse interference, peak voltage, dynamic distortion, luminous efficiency.

Энергопотребление во всем мире постоянно растет, причем быстрыми темпами. Для примера, потребление электроэнергии в нашей стране с 2006 года выросло в 2,5 и ожидается его дальнейшее увеличение. Главный вопрос, который возникает, состоит в том, что выгоднее: увеличение генерирующих мощностей или снижение потребления электроэнергии. И однозначно все приходят к выводу, что экономически выгодно и целесообразно не создание новых мощностей (строительство электростанций, ЛЭП – что тоже будет необходимо в будущем), а ведение политики на создание мероприятий по экономии электроэнергии [2].

Немалая часть, а именно на нужды освещения, в Кыргызстане ежегодно расходуется около 25% от общего объема электропотребления в стране. Если брать офисные помещения, то эта величина увеличивается 40 – 60 %. Поэтому одним из путей решения является применение энергосберегающих технологий в освещении. Существует несколько вариантов исполнения энергосберегающих приборов освещения:

1. Самыми распространенными на сегодняшний день являются компактные люминесцентные энергосберегающие лампы. У такой лампы имеется ряд плюсов и минусов. Наиболее большим минусом, конечно же, является наличие опасных веществ – ртути.
2. Менее знакомы индукционные лампы. Свечение происходит благодаря электромагнитной индукции в газе, заполняющем лампу. Для получения светового излучения используется комбинация трех физических процессов - электромагнитной индукции, электрического разряда в газе, свечения люминофора при взаимодействии с газом. Индукционная лампа содержит твердотельную ртуть, что затрудняет способ утилизации. Индукционные лампы излучают вредное электромагнитное излучение, в связи с чем рекомендуется размещать их на высоте от 6 метров и выше [1].
3. Набирающие все большую популярность светодиодные светильники.

Возможность регулировать уровень освещенности светодиодных светильников за счет установки источника питания с возможностью диммирования. Диммирование – это регулирование потребляемой прибором нагрузки. В контексте энергосбережения в уличном освещении диммирование – это процесс управления уровнем потребляемой мощности светильника.

Функция диммирования наружных осветительных систем предоставляет возможность существенной экономии затрат и электроэнергии в городах при соблюдении требований к безопасному и эффективному освещению. Предлагая различные функции диммирования, освещение приводится в соответствие с потребностями уличного освещения, сводя к минимуму потребление электроэнергии [3].

Средства искусственного освещения – источники света и осветительные приборы являются строительными и архитектурными элементами интерьера и города. Во многих случаях свет этих источников заменяет либо дополняет естественный свет и обеспечивает световой комфорт. Осветительные приборы ближнего действия называют светильниками, а дальнего действия – прожекторами.

Осветительный прибор (в состав которого входит лампа, светильник с отражателем, рассеиватель и арматура) решает важнейшую светотехническую задачу – светораспределение лучистых потоков, с которым связано тенеобразование, контрастность, интенсивность и направления зеркального отражения. При этом он выполняет эстетическую роль.

В настоящее время существуют две системы искусственного освещения: общее (равномерное или локализованное) и комбинированное, когда общее освещение дополняется местным на рабочих местах. Современные нормы освещения учитывают особенности зрительной работы, контраст объекта с фоном, светлость объекта и др. Многие вопросы, такие как выбор экономичной системы освещения, учет эксплуатационных характеристик осветительных приборов, соответствие нормативным

требованиям и светотехнические расчеты решаются совместно строителями, архитекторами и светотехниками.

Различные программы и стратегии энергосбережения «Об энергетической эффективности» приводят к необходимости внедрения и замены существующих типов освещения (лампы накаливания, ртутные, металл - галогеновые, натриевые), на современные светодиодные светильники.

В чем же заключается сложность применения светодиодных источников света, из-за чего потребители устанавливают к ним достаточно жёсткие требования?

1. Это характеристики качества изготовления (требования к надежности и конструктивному исполнению) - элементарные требования к прибору освещения. До выпуска в серию прибор проходит ряд проектных этапов: составление технических условий, разработка конструкторской документации, изготовление опытного образца, испытания и измерение характеристик, получение разрешительных сертификатов и деклараций. После этого можно говорить о качестве представленного товара.

2. Это требования к светотехническим и электрическим параметрам, которые являются наиболее важными. Большинство крупных производств сегодня устанавливают срок службы светодиодных светильников не менее 12 лет, указывая при этом снижение светового потока не более чем на 30% [4].

Из других электрических характеристик необходимо также учитывать коэффициент пульсации светового потока (в зависимости от места установки разные нормы пульсации), снижение светового потока за время его стабилизации, класс электробезопасности, и, как наиболее важный, коэффициент мощности.

Коэффициент мощности - показатель эффективности потребления электрической мощности, точнее - величина, характеризующая потребителя переменного тока с точки зрения реактивной составляющей или сдвиг фаз тока по отношению приложенного к нему напряжения. Согласно ГОСТ 55705-2013 коэффициент мощности для приборов освещения более 20 Вт должен составлять не менее 0,9.

Для борьбы с яркостью применяют осветительную арматуру, защищающую от слепящего действия прямых лучей света. Различают осветительную арматуру прямого света, когда для обеспечения высокой освещенности 90% светового потока направлено вниз на горизонтальную поверхность. Эта арматура применяется для освещения прихожих, кухонь, санитарных узлов.

Арматура отраженного света характеризуется тем, что 90% светового потока направлено на потолок и верхнюю часть стен, от которых он отражается и равномерно распределяется, освещая помещение рассеянным светом. Этот вид арматуры создает рациональное освещение, но оно экономически не выгодно, так как при этом теряется свыше 50% света (и конечно энергия).

Для освещения жилых помещений применяют более экономную арматуру равномерно рассеянного света, когда световой поток, пройдя через матовое стекло в виде молочного шара, равномерно распределяется по помещению. Часть светового потока отражается от потолка и стен. Действующие нормы минимального общего искусственного освещения регламентируют освещенность при лампах накаливания для жилых помещений в 50 люкс, оптимальную освещенность в 200 люкс. Освещенность, создаваемая люминесцентными лампами в жилых помещениях, в 2 раза выше.

Основными светотехническими характеристиками осветительных установок являются: индикатриса силы света; защитный угол γ ; коэффициент светопропускания арматуры и коэффициент полезного действия установки.

Индикатриса силы света – это распределение силы света в зависимости от направления распространения лучистого потока в виде графика в полярных координатах.

Для построения индикатрис силы света обычно применяется фотометрический метод. Искомая сила света в данном направлении вычисляется по формуле:

$$I=E \cdot r^2,$$

где r – расстояние от центра лампы до фотоприемника.

Для представления о распределении светового потока в пространстве пользуются понятием фотометрической поверхности.

Фотометрическая поверхность строится в полярных координатах следующим образом. Сила света в разных направлениях откладывается в принятом масштабе на радиус-векторах, проведенных из центра источника света. Концы векторов, соответствующих значениям силы света в разных направлениях, соединяют и таким образом получают замкнутую поверхность, которая и называется *фотометрической поверхностью*. Часть пространства, ограниченная этой поверхностью, называется *фотометрическим телом*.

Для большинства источников света и осветительных приборов фотометрическое тело симметрично относительно некоторой оси. Такие источники света и осветительные приборы называются *симметричными*.

Для суждения о фотометрической поверхности достаточно иметь одно ее сечение вертикальной плоскостью, проходящей через ось симметрии.

Продольной индикатрисой силы света (сечение фотометрической поверхности вертикальной плоскостью) называется кривая в любой плоскости, проходящей через ось симметрии лампы осветительного прибора. Для симметричных источников света и осветительных приборов обычно строят половину продольной индикатрисы силы света.

Поперечной индикатрисой силы света называется сечение фотометрической поверхности горизонтальной плоскостью, перпендикулярной оси лампы.

Осветительные установки классифицируют по ряду признаков: характеру светораспределения, способу установки, защите от воды или внешней среды и др.

По характеру светораспределения светильники разделяют в соответствии с таблицей 1 в зависимости от доли светового потока в нижнюю полусферу и в соответствии с таблицей 2 – по типу кривой силы света.

По способу установки светильники могут быть: потолочными и встраиваемыми в потолок, подвесными, настенными и напольными (торшеры).

По степени защиты от воздействия внешней среды светильники классифицируют на открытые пыленезащищенные (токоведущие части и лампа не защищены от попадания пыли); перекрытые пыленезащищенные (попадание пыли ограничивается неуплотненными светопропускающими оболочками); полностью пылезащищенные (токоведущие части и лампа защищены от попадания пыли в количествах, которые могли бы повлиять на работу светильника); частично пылезащищенные (токоведущие части защищены от попадания пыли); полностью пыленепроницаемые (токоведущие части и колба лампы полностью защищены от попадания пыли); частично пыленепроницаемые (токоведущие части полностью защищены от попадания пыли).

Таблица 1
Зависимость от доли светового потока в нижнюю полусферу

Класс светораспределения		Доля светового потока в нижнюю полусферу, %
Наименование	Обозначение	
Прямого света	П	свыше 80
Преимущественно прямого света	Н	свыше 60 до 80 включ
Рассеянного света	Р	свыше 40 до 60 включ

Преимущественно отраженного света	В	свыше 20 до 40 включ
Отраженного света	О	до 20 включ

Таблица 2

По типу кривой силы света

Тип кривой силы света		Зона направлений максимальной силы света
Наименование	Обозначение	
Концентрированная	К	0° – 15°
Глубокая	Г	0° – 30°
Косинусная	Д	0° – 35°
Полуширокая	Л	35° – 55°
Широкая	Ш	55° – 85°
Равномерная	М	0° – 180°
Синусная	С	70° – 90°

В зависимости от степени защиты от проникновения воды светильники подразделяют на водонезащищенные, брызгозащищенные, струезащищенные, водонепроницаемые, герметичные.

Защитный угол α светильника образуется горизонтальной линией, проходящей через центр светящегося тела (лампы), и прямой, проходящей через касательную к светящемуся телу лампы и край отражателя или непрозрачного экрана светильника. Величина защитного угла характеризует зону, в пределах которой глаз наблюдателя защищен от прямого действия лампы. Чем больше значение угла, тем меньше раздражающее воздействие прямого света светильника на глаза человека, находящегося в помещении, а значит и ниже утомляемость при работе с документами или мелкими объектами. Защитный угол – это светотехническая характеристика отражателя, зависящая как от геометрии, так и типа используемой лампы (таблица 3). На одном и том же отражателе можно получить разный защитный угол в зависимости от положения светящейся нити лампы накаливания либо формы люминесцентной лампы.

Таблица 3

Светотехническая характеристика используемой лампы

Тип светильника	Рассеиватель	Колба лампы	Защитный угол
Светильники с эмалированными зеркальным отражателями глубокого излучения	Отсутствует	Прозрачная	от 10° до 30°
	Матированное стекло в зоне 0° - 90°	Прозрачная	до 20°
Светильники с непрозрачными рассеивающими или полурассеивающими отражателями	Отсутствует	Прозрачная	от 10° до 30°
	Отсутствует	Матированная	от 10° до 90°
	Матированное стекло в зоне 0° - 90°	Прозрачная	более 20°
Светильники с зеркальным отражателем	Отсутствует	Прозрачная	Любой

Лампы (голые)	накаливания	Отсутствует	Матированная	Нет
------------------	-------------	-------------	--------------	-----

Часть светового потока, излучаемого лампами, поглощается внутри светильника и излучается вне угла излучения.

Коэффициент полезного действия светильника – это отношение светового потока, излучаемого источником света, к тому световому потоку, который излучает светильник во всех направлениях.

Высокое значение КПД дает возможность устанавливать меньшее количество светильников на единицу площади без ущерба в уровне освещенности. В процессе эксплуатации КПД светильников снижается в зависимости от загрязнённости окружающей среды.

Типичные значения КПД для светильников:

- для светильников с углом излучения более 100 градусов – 0,6-0,9;
- для светильников с углом излучения 50-100 градусов - 0,5;
- для светильников с углом излучения 20-50 градусов - 0,4;
- для светильников с меньшим углом излучения КПД может доходить до 0,2.

Общие технические характеристики ламп освещения. На сегодняшний день рынок предлагает лампы освещения с огромной массой характеристик, абсолютно для любых целей в различных ценовых диапазонах.

Для расчёта освещенности помещения можно воспользоваться калькулятор расчета освещенности помещения.

Различают следующие виды ламп освещения: лампы накаливания; люминесцентные лампы; галогенные лампы; светодиодные лампы; энергосберегающие лампы; металлогалогенные лампы; дуговые ртутные лампы; инфракрасные лампы; неоновые лампы; натриевые лампы; ксеноновые лампы; керосиновые лампы; кварцевые лампы; газоразрядные лампы; ультрафиолетовые лампы;

Лампа накаливания. Лампа накаливания - это электрический источник света, который излучает световой поток в результате накала проводника из тугоплавкого металла (вольфрама).

Достоинства: невысокая стоимость; мгновенное зажигание при включении; небольшие габаритные размеры; широкий диапазон мощностей.

Недостатки: большая яркость (негативно воздействует на зрение); небольшой срок службы - до 1000 часов; низкий КПД. (только десятая часть потребляемой лампой электрической энергии преобразуется в видимый световой поток) остальная энергия преобразуется в тепловую.

Таблица 4

Технические характеристики лампы накаливания

Технические характеристики	Лампы накаливания
Срок службы источника света	1 000 часов
Световая эффективность	10 Лм/Вт
Выделение тепла при горении	Высокое
Виброустойчивость	Низкая
Устойчивость к перепадам напряжения	Низкая
Чувствительность к частым включениям	Есть
Допустимая температура окружающей среды	- 60 С +100 С
Перезажигание лампы	Мгновенное
Пульсации излучения	Малозаметные
Цветовая температура, К	2700
Индекс цветопередачи	100

Специальная утилизация	не требуется
КПД светильника	50-80 %
Средняя стоимость	Низкая

Люминесцентная лампа. Люминесцентные лампы, называемые еще, лампами дневного света, представляют собой запаянную с обоих концов стеклянную трубку, изнутри покрытую тонким слоем люминофора.

Достоинства: хорошая светоотдача и более высокий КПД (в сравнении с лампами накаливания); разнообразие оттенков света; рассеянный свет; длительный срок службы (2000 -20000 часов в отличие от 1000 часов у ламп накаливания), при соблюдении определенных условий.

Таблица 5

Технические характеристики люминесцентные лампы

Технические характеристики	Люминесцентные лампы
Срок службы источника света	8-12 000 часов
Световая эффективность	80 Лм/Вт
Выделение тепла при горении	Низкое
Виброустойчивость	Средняя
Положение горения	Горизонтальное
Электромагнитный шум	Есть
Допустимая температура окружающей среды	+5 С +55 С
Перезажигание лампы	Мгновенное
Пульсации излучения	Нет
Цветовая температура, К	2000-6500
Индекс цветопередачи	80
Специальная утилизация	Требуется
КПД светильника	45-75 %
Средняя стоимость	Средняя

Недостатки: химическая опасность (содержат ртуть в количестве от 10 мг до 1 г); неравномерный, неприятный для глаз, иногда вызывающий искажения цвета, освещённых предметов (существуют лампы с люминофором спектра, близкого к сплошному, но имеющие меньшую светоотдачу); со временем люминофор срабатывается, что приводит к изменению спектра, уменьшению светоотдачи и как следствие понижению КПД ЛЛ; мерцание лампы с удвоенной частотой питающей сети; наличие дополнительного приспособления для пуска лампы — пускорегулирующего аппарата (громоздкий дроссель с ненадёжным стартером); очень низкий коэффициент мощности ламп — такие лампы являются неудачной для электросети нагрузкой (проблема решается с применением вспомогательных устройств)

Сегодня те, кто сталкивался со светодиодными светильниками, не сомневаются, что это - технологии будущего.

Высокая светоотдача, высокая экономичность энергопотребления светодиодных светильников достигаются общим уровнем снижения энергорасходов порядка 70 %

Светодиодные светильники обладают механической прочностью, и виброустойчивостью.

Экологическая безопасность позволяет сохранять окружающую среду, не требуя специальных условия по утилизации (то есть не содержит ртути, ее производных и других ядовитых, вредных или опасных составляющих материалов и веществ).

Использование светодиодных светильников подключенных от солнечных батарей в качестве полноценного освещения (без внешнего источника питания) находит все большее применение в местах не возможности электроснабжения.

Литература:

1. **Белинский, С.Я.** Энергетические установки электростанций. [Текст] / Ю.М. Липов // М. “Энергия”2014. Стр.356.
 2. **Быстрицкий, Г.Ф.** Энергосиловое оборудование промышленных предприятий. [Текст] // М. “Академия”2003. Стр.320
 3. Журнал «Наука, техника и образование». № 5 (23), 2016. Статья «Достоинства и недостатки светодиодного освещения».
 4. **Кнорринг** Основы электрического освещения. [Текст] // 3 изд. М. “КноРус”2012. С.350.
-