

УДК 621.311

**ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА  
НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА  
INFLUENCE OF LED LIGHT SOURCES ON THE HUMAN BODY**

А.В. Кажуро, Д.П. Бортник

Научный руководитель – Т.М. Ярошевич, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Kazhuro, D. Bortnik

Supervisor – T. Yaroshevich, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** рассматриваются вопросы отрицательного влияния светодиодных источников света на организм человека, а также его причины, обусловленные принципом действия и технологией устройства.

**Annotation:** the issues of the negative impact of LED light sources on the human body, as well as its causes, due to the principle of operation and technology of the device, are considered.

**Ключевые слова:** Светодиодные источники света, негативное влияние, монокристаллы, кристаллизация, пульсация, свет, светильники, поток, человек, аппарат, волна, влияние, зрение.

**Keywords:** LED light sources, negative impact, monocrystals, crystallization, pulsation, light, fixtures, flow, person, apparatus, wave, influence, vision.

### **Введение**

Еще совсем недавно светодиодные источники света были новинкой техники, а сейчас светодиодное освещение широко распространено и используется во всех сферах жизни: светодиодные фонари встречаются не только в крупных городах, большое количество офисных помещений, гостиниц и административных зданий освещаются светодиодными источниками света.

### **Основная часть**

Составными частями большинства светодиодных ламп являются: 1) кристаллы светодиодов, являющиеся источником света и располагающиеся на специальной текстолитовой плате; 2) рассеиватель (полусфера для рассеивания света); 3) драйвер, необходимый для выпрямления напряжения при его перепадах; 4) радиатор, который необходим для эффективного отвода тепла от компонентов лампы; 5) цоколь (обеспечение надежного контакта с патроном и предотвращение коррозии). Напряжение на выходе зависит от числа светодиодов и того, по какой схеме они включены. Для равномерного распределения света по всей площади используется рассеивающая колба, которая также выполняет функцию защиты от различных повреждений.

Кристалл полупроводника физически способен излучать свет лишь одной определенной длины волны (один цвет, но почти любой из видимого диапазона). Люминофор используется в качестве покрытия, которое наносится на кристаллы для получения белого цвета. Также для этих целей используются светодиоды нескольких цветов (комбинированные).

Монокристаллы выращивают из расплава. В тигель из тугоплавкого материала загружают шихту – поликристаллический кремний. Туда же добавляют легирующие присадки: бор, фосфор и другие элементы, которые определяют будущий тип проводимости кремния. Для расплавления шихты используют нагреватели сопротивления. Система экранов обеспечивает заданное распределение температуры в зоне кристаллизации. Над тиглем помещают затравку – небольшой монокристалл кремния с заданной ориентацией. В рабочей камере создают требуемый вакуум. Защитную среду образует инертный газ — аргон. Объем газа контролируют расходомером. Обязательна охлаждающая система. Температура плавления шихты равна 1420 градусов по Цельсию. Тиглю и затравке придают вращательное движение для того, чтобы направить имеющиеся в расплаве примеси от центра к периферии и получить слиток цилиндрической формы. Затравку медленно поднимают, вытягивая из расплава формирующийся монокристалл. Слиток приобретает такую же ориентацию, как и затравка.

Особо чистые монокристаллы кремния получают методом зонной плавки. Слиток нагревают высокочастотным индуктором. Плавку ведут в вакууме или в атмосфере инертного газа. Узкая зона расплава медленно перемещается вдоль оси слитка, оттесняя примеси к верхнему его концу. Загрязненные примесью участки слитка потом отрезают. Современная микроэлектроника допускает наличие примесей не более  $10^{-9}$  степени частиц на единицу объема. Погрешность и формы слитка исправляют калибровкой на круглошлифовальном станке. Слиток при выращивании получает ориентацию с некоторым отклонением от заданного кристаллографического направления. Его уточняют с помощью установки рентгеновского ориентирования. После этого на торце слитка проводят контрольную риску, определяющую положение базовой плоскости. Базовую плоскость слитка получают на плоскошлифовальном станке. Она служит основанием для точной установки слитка для последующей резки.

Светодиодные источники света имеют определенные преимущества по сравнению с другими видами ламп:

- Достаточно высокая отдача света (30%).
- Экономичность.
- Долгий срок службы.
- Возможность включения мгновенно.
- Возможность безопасной эксплуатации и утилизации.

Однако, имеются некоторые недостатки:

- Дороговизна.
- Мерцание, несущее пагубное влияние для здоровья человека.
- Наличие понижающего преобразователя. Это является причиной ещё большего возрастания стоимости изделия.
- Большое количество бракованной продукции.

Свет представляется в качестве волны, которая переносит электромагнитные колебания, либо в качестве фотонов. Скорость света выше в пространстве без препятствий для него (пустом). Если свет проходит сквозь

какое-то прозрачное вещество (например, воду), то электрическое поле потока не успевает раскачать ядра атомов и электроны их внутренних оболочек. Такое движение вызывает реакцию электронов, которые недостаточно сильно удерживаются ядрами (внешних). В то же время электроны повторяют движение волны света, при этом испуская свет. Длина волны и направленность света такие же, как и у падающего излучения. Затем эти волны суммируются. Однако результирующая волна оказывается медленнее первичной. Замедление волны является одной из причин колебаний светового потока.

При переменном напряжении будут присутствовать пульсации излучаемого света, связанные с постоянными перепадами напряжения.

Также пульсации возникают при неисправности лампы.

Пульсация светового потока характеризует искусственное освещение и его источники. Она показывает, насколько качественный источник (определение частоты пульсаций).

Пульсации в лампах – это изменения потока света с такой частотой, которая вдвое больше, чем частота электрической сети (пульсации возможны также с частотами 50, 200, 300 Гц).

Сами колебания по своей сути напоминают гармонические (физическая величина изменяется с течением времени синусоидально или косинусоидально).

Существует специальный показатель, определяющий пульсации – коэффициент пульсации (Кп).

По ГОСТ 33393-2015 коэффициент пульсации вычисляется:

$$K_{\Pi} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 \cdot E_{\text{ср}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $E_{\min}$ ,  $E_{\max}$ ,  $E_{\text{ср}}$  – минимальное, максимальное и среднее значение освещенности.[2]

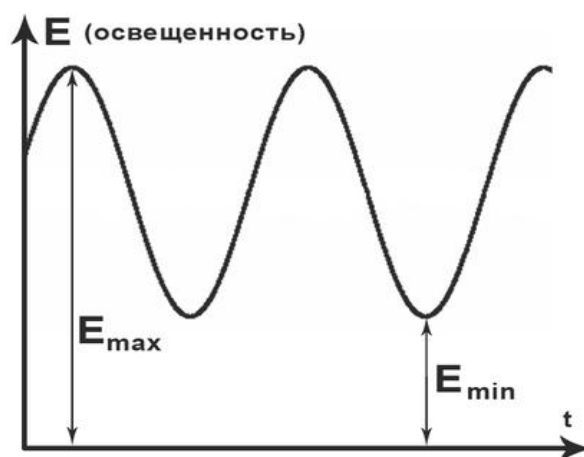


Рисунок 1 – Пульсация освещенности во времени

Пульсации света несут два вида опасностей для человека:

- стробоскопический эффект;
- влияние на аппарат зрения.

При стробоскопическом эффекте представляется, что предметы, которые вращаются, кажутся неподвижными. Данный эффект опасен и приводит к травматизму на производстве с тяжелыми последствиями. Для его устранения на производствах близкие друг к другу светильники подключают к различным фазам сети. Фазы сдвигаются на 120 градусов. Минимумы и максимумы потока не совпадают во времени. За счет этого пульсации значительно уменьшаются. Стробоскопический эффект перегружает аппарат зрения. При величине пульсаций 40% и выше достаточно около 1-2 минут, чтобы человек почувствовал его влияние на организм. Мозг уже перестает справляться с поступающей информацией. Зрительный аппарат переутомляется, так как мозг расходует много ресурсов, чтобы исправить информацию, которая поступает в зрительный аппарат. [3]

Если в этой информации присутствует пульсация, то происходит воздействие на глазную сетчатку. Информация поступает в зрительный тракт, затем в первичной зрительной коре происходит анализ. В итоге легко описать характер информации и то, как она была получена: контраст изображения, цвета, яркость, наличие или отсутствие пульсации. Если параметры изображения не устраивают мозг человека, то происходит невольное приспособление к восприятию.

Доказано, что человеческий мозг и его аппарат зрения также реагирует на изменения зрительной информации до частоты 300 Гц. В этом случае свет, который попал в глаз, проходит к супрахиазматическим клеткам и паравентрикулярным ядрам гипоталамуса, а также к шишковидной железе. Это влияет на наш гормональный фон, циркадные ритмы, работоспособность, энергичность.

Пульсации, превышающие частоту 300 Гц, не производят какого-то заметного влияния на организм человека, так как сетчатка глаза перестает реагировать на слишком интенсивные изменения светового потока.

Если рассматривать светильники с точки зрения создающих ими пульсаций светового потока, то можно выделить:

- светильники с пульсациями менее 5% (высокое качество). Такие светильники не перегружают аппарат зрения (нет стробоскопического эффекта);
- светильники с пульсациями 5% -20% (качество удовлетворительное). Такие светильники немного перегружают аппарат зрения, но это не критично;
- светильники с пульсациями 20%-40% (качество низкое). Такие светильники способны вызывать плохое самочувствие (усталость, головокружение, повышение артериального давления);
- светильники с пульсациями выше 40% (качество недопустимо низкое).

Происходит сильное воздействие на зрительный аппарат человека.[4]

## **Заключение**

Светодиодные источники света являются весьма многофункциональными, и имеют ряд достоинств, среди которых основными можно выделить

экономичность и долговечность. Однако, ввиду их строения, они имеют ряд показателей, негативно влияющих на жизнедеятельность и организм человека. По этой причине такие нормативные акты, как СН 2.04.03-2020 “Естественное и искусственное освещение”[1], СанПиН от 28.06.2013 № 59“Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами”[5], ТКП-45-2.04-153-2009, ограничивают сферы использования данных источников света

### Литература

1. Естественное и искусственное освещение: СН 2.04.03-2020. – Введ. 24.03.21(с отменой на территории РБ ТКП 45-2.04-153-20 (02250)).– Минск :РУП Стройтехнорм, 2021. – 63 с.
2. Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности: ГОСТ 33393-2015. – Введ. 01.01.2017.– 12 с.
3. Пульсации ламп [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://electromontaj-proekt.ru/nashi-stati/proektirovanie/pulsacii-lamp/>. – Дата доступа 20.10.2022.
4. Пульсации освещённости и яркости [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ekosf.ru/stati/pulsacii/>. – Дата доступа 20.10.2022.
5. Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами: СанПиН от 28.06.2013 № 59. – Введ. 22.07.13(с отменой на территории РБ СанПиН 9-131 РБ 2000). – Минск: Республиканский научно-практический центр гигиены, 2013. – 28 с.