

Министерство образования и науки Российской Федерации
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

Кафедра «Производственная безопасность и экология химия»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОСВЕЩЕНИЯ

Методические указания
к лабораторной работе № 11 по курсу «Безопасность
жизнедеятельности»

Нижний Новгород
2014

Составители: Н.С.Конюхова, Т.И.Курагина

УДК 628.95;658.2 (075.5)

Эффективность и качество освещения: Метод. указания к лабораторной работе № 11 по дисциплине БЖД /НГТУ; Сост.: Н.С.Конюхова и др. Н.Новгород, 2014. 9 с.

Изложены краткие сведения из теории, задание к работе и порядок ее выполнения, указания к составлению отчета, вопросы для самопроверки.

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е.Алексеева, 2014

1. Цель работы

1. Изучение количественных и качественных характеристик производственного освещения.
2. Оценка влияния типа светильника и цветовой отделки интерьера производственного помещения на освещенность и коэффициент использования светового потока.
3. Наблюдение условий стробоскопического эффекта.

2. Краткие сведения из теории

Свет – это видимая часть спектра электромагнитного излучения оптического диапазона (от 380 до 780 нм).

Рациональное освещение производственных помещений и рабочих мест - одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда.

Из общего объема информации человек получает через зрительный аппарат около 80%. Качество получаемой информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом.

2.1. Светотехнические характеристики освещения

Для гигиенической оценки освещения используются светотехнические характеристики. К ним, в частности, относятся:

- **Световой поток F** - мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению, воспринимаемому человеческим глазом. Единица измерения - люмен (лм);
- **Сила света I** - пространственная плотность светового потока. Единица измерения - кандела (кд).

$$I = F / \Psi, \quad (1)$$

где Ψ - телесный угол, в пределах которого распределяется световой поток;

- **Освещенность E** - поверхностная плотность светового потока. Единица измерения - люкс (лк):

$$E = F / S, \quad (2)$$

где S - площадь поверхности, м², на которую падает световой поток F ;

- **Яркость L** - поверхностная плотность силы света в данном направлении. Это отношение силы света, излучаемого освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, к площади проекции поверхности на плоскость, перпендикулярную к данному направлению. Единица измерения - кд/м². Зрительное восприятие, в основном, определяется именно яркостью равномерно светящейся поверхности. Она

зависит от световых свойств поверхностей, от степени освещенности и от угла α , под которым поверхность рассматривается:

$$L = I / (S \cos \alpha), \quad (3)$$

- **Коэффициент отражения поверхности ρ** - отношение отраженного от поверхности светового потока к падающему на поверхность. Единица измерения - % (отн. ед.):

$$\rho = F_{\text{отр}} / F_{\text{пад}} \cdot 100. \quad (4)$$

- **Коэффициент пульсации $K_{\text{п}}$** - показывает относительное изменение глубины освещенности во времени

$$K_{\text{п}} = (E_{\text{max}} - E_{\text{min}}) / 2 E_{\text{ср}} \cdot 100, \quad \%, \quad (5)$$

где E_{max} , E_{min} , $E_{\text{ср}}$ - соответственно: максимальная, минимальная и средняя освещенности поверхности.

2.2. Источники искусственного освещения

В качестве источников искусственного освещения применяются *лампы накаливания* и *разрядные лампы*.

В *лампах накаливания* источником света является раскаленная вольфрамовая проволока. Эти лампы дают непрерывный спектр излучения с преобладанием желто-красных лучей по сравнению с естественным светом

Общим недостатком ламп накаливания является небольшой срок службы (около 1000 ч), низкая светоотдача (7-20 лм/Вт) и малый коэффициент полезного действия. Чаще всего на производстве применяются для местного освещения.

Главными преимуществами ламп накаливания являются простота конструкции, удобство в эксплуатации, так как не требуют дополнительных устройств для включения в сеть, инерционность (отсутствие пульсации светового потока).

Разрядные лампы бывают *низкого и высокого давления*. Разрядные лампы низкого давления (*люминесцентные лампы* - ЛЛ) представляют собой стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором, наполненную дозированным количеством ртути (30...80 мг) и инертным газом при давлении около 400 Па (обычно аргоном). На концах трубки установлены электроды. При включении лампы электрический ток, протекающий между электродами, вызывает в парах ртути электрический разряд, сопровождающийся излучением, которое преобразуется в световое излучение. В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью.

К разрядным лампам высокого давления (0,03...0,07 МПа) относят дуговые ртутные лампы (ДРЛ). В спектре этих ламп преобладают зеленые и голубые тона. Принцип действия и устройство основаны на преобразовании при помощи люминофора ультрафиолетового излучения ртутного разряда лампы, составляющего около 40% всего потока излучения, в недостающее излучение в красной части спектра.

Основным преимуществом разрядных ламп является их экономичность. Светоотдача этих ламп колеблется в пределах 30..80лм/Вт, что в 3-4 раза превышает световую отдачу ламп накаливания. Срок службы доходит до 10000 ч.

К основным недостаткам разрядных ламп можно отнести следующее: период разгорания может достигать до 15 мин, высокий уровень пульсации светового потока, создание радиопомех. Наличие пульсации светового потока способствует образованию *стробоскопического эффекта*, сущность которого заключается в искажении зрительного восприятия движения вращающихся и перемещающихся тел при совпадении частот пульсации с частотой движения (если частота вращения объекта совпадает с частотой пульсаций освещенности, то объект кажется неподвижным).

2.3. Методы снижения коэффициента пульсации

Пульсации светового потока, возникающие при освещении разрядными источниками света, вызывают зрительное утомление и снижают производительность труда. Разрядные источники света пульсируют с удвоенной частотой переменного тока, питающего осветительную установку.

Для уменьшения коэффициента пульсации используют следующие методы: включение смежных ламп в различные фазы электрической сети; питание установок током повышенной частоты; применение двухламповых светильников с емкостным и индуктивным балластами; применение светильников с высокочастотной пускорегулирующей аппаратурой.

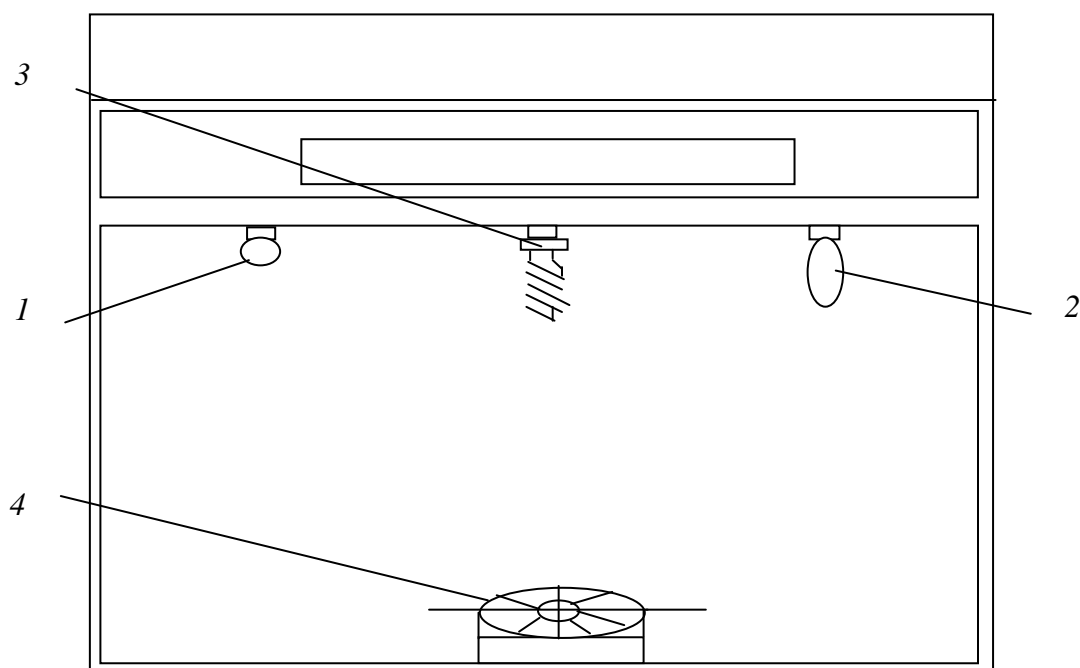
3. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, измерительного прибора - люксметра Ю-116 (для измерения значений освещенности и коэффициента пульсации освещенности).

Макет производственного помещения приведен на рисунке. Все стенки макета выполнены в съемном варианте и снабжены двухсторонними ручками. Одна сторона стенок окрашена в темные тона (верх - серый, низ - синий), другая - в светлые тона (верх - белый, низ - салатный). Стенки могут быть установлены как одной, так и другой стороной внутрь помещения.

Внутри модели производственного помещения на полу размещены: вентилятор 4 для охлаждения ламп и наблюдения стробоскопического эффекта. В верхней части макета производственного помещения на потолке размещены шесть стандартных патронов, в которые установлены: две лампы накаливания 1, три дуговые ртутные лампы (ДРЛ) 2 и люминесцентная лампа 3.

На передней стенке расположено застекленное окно для проведения наблюдений и два прямоугольных отверстия, в которые вводятся чувствительные элементы люксметра и прибора для измерения коэффициента пульсации освещенности и освещенности. На панели управления лабораторной установкой расположены: тумблер включения питания «Сеть» с сигнальной лампой; тумблер включения вентилятора «Вентилятор», частота вращения которого регулируется ручкой «Частота»; тумблеры ЛН1 и ЛН2 для включения ламп накаливания; тумблеры ДРЛ1, ДРЛ2, ДРЛ3 для включения дуговых ртутных ламп и тумблер ЛЛ для включения люминесцентной лампы.



Макет производственного помещения:

1 - лампы накаливания; 2 – ДРЛ; 3 – ЛЛ; 4 - вентилятор

4. Требования безопасности при выполнении работы

1. К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторного стенда, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.

2. Для предотвращения перегрева стенда в процессе работы ламп накаливания и ламп ДРЛ необходимо предварительно включить

вентилятор. Выключение вентилятора производится после выключения ламп.

3. После проведения лабораторной работы отключить электропитание стенда.

5. Порядок выполнения работы

5.1. Исследование освещенности и коэффициента использования осветительной установки

В данной части работы исследуется влияние окраски стен производственного помещения на коэффициент использования осветительной установки с различными типами ламп.

1. Установить стенки макета производственного помещения таким образом, чтобы стороны, окрашенные в темные тона, были обращены внутрь помещения.

2. Включить установку тумблером "Сеть".

3. Включить лампу (выбор типа ламп задается преподавателем).

4. Произвести измерения освещенности с помощью люксметра Ю-116 в пяти точках производственного помещения (в центре и крайних точках). Для этого установить корпус фотоприемника на поверхность, где измеряется освещенность, и произвести замеры, выбрав соответствующий режим работы при помощи переключателя и диапазон измерения. Значения освещенности при этом равны показаниям измерительной головки, умноженным на соответствующий коэффициент ослабления насадки (10; 100; 1000). Определить среднее значение освещенности $E_{\text{ср}}$.

5. Установить стенки таким образом, чтобы стороны, окрашенные в светлые тона, были обращены внутрь помещения, и повторить измерения согласно п. 4, определить $E_{\text{ср}}$.

6. По результатам измерений освещенности для варианта с темной и светлой окраской стен вычислить значение фактического светового потока $F_{\text{факт}}$ по формуле:

$$F_{\text{факт.}} = E_{\text{ср}} \cdot S, \quad (6)$$

где $E_{\text{ср}}$ - среднее значение освещенности по 5-ти точкам; S - площадь помещения, м^2 , $S = 0,5 \text{ м}^2$.

5.1.7. Вычислить коэффициент использования осветительной установки η для варианта с темной и светлой окраской стен по формуле

$$\eta = F_{\text{факт}} / \Sigma F_{\text{ламп}}, \quad (7)$$

Суммарный световой поток ламп $\Sigma F_{\text{ламп}}$ выбрать по номинальной мощности для каждого типа ламп по табл. 5.1, $\Sigma F_{\text{ламп}} = F_{\text{л}} n$, где n – число ламп.

Таблица 1 - Характеристики ламп

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм
Лампа накаливания Б 215-225-40	40	415
Лампа ДРЛ-80	80	3400
Лампа люминесцентная ESSI YSUCEL 11W	11	900

6. Полученные результаты занести в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты измерений и расчетов

Параметры	Величина					
	ДРЛ		ЛЛ		ЛН	
Тип ламп	светлая	темная	светлая	темная	светлая	темная
Окраска стен помещения						
Количество ламп						
Суммарный световой поток ламп $F_{\text{лампы}}$, лм						
Освещенность помещения в 5-ти точках, E , лк						
1						
2						
3						
4						
5						
Среднее значение освещенности, $E_{\text{ср}}$, лк						
Фактический световой поток, $F_{\text{факт}}$, лм						
Коэффициент использования, η						

Сделать вывод о влиянии окраски стен на:

- освещенность помещения;
- коэффициент использования осветительной установки.

5.2. Исследование коэффициента пульсации освещенности

1. Установить стенки светлой стороной вовнутрь макета.
2. Включить одну из ламп ДРЛ и произвести измерение коэффициента пульсации, выбрав режим работы прибора соответствующим переключателем, непосредственно по показаниям измерительной головки. Измерение производить в центре макета.
3. Включить две лампы ДРЛ. Лампы при этом работают со сдвигом фаз на 120^0 , что обусловлено схемой их включения. Произвести замер коэффициента пульсации.

4. Включить все три лампы ДРЛ, при этом они работают со сдвигом фаз на 120° каждая относительно двух других. Произвести замеры аналогично предыдущим пунктам. Полученные результаты занести в табл. 3.

Таблица 3 - Результаты исследования освещенности и измерения коэффициента пульсации

№ п/п	Кол-во ламп ДРЛ	Измеренный коэффициент пульсации КП, %	Снижение коэффициента пульсации, %
1		КП ₁	
2		КП ₂	$(КП_1 - КП_2) \cdot 100 / КП_1$
3		КП ₃	$(КП_1 - КП_3) \cdot 100 / КП_1$

5.3. Наблюдение стробоскопического эффекта

1. Включить одну лампу ДРЛ.
2. Включить вентилятор, переведя переключатель «вентилятор» в положение «вкл.»
3. Вращая регулятор «частота», изменять частоту вращения лопастей вентилятора. Подобрать частоту, при которой возникает стробоскопический эффект.

6. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Расчеты.
3. Таблицы результатов измерений с соответствующими расчетами.
4. Выводы по результатам исследований.

7. Вопросы для самопроверки

1. Назовите светотехнические величины.
2. Назовите источники искусственного освещения.
3. Какие недостатки и преимущества имеют лампы накаливания и газоразрядные лампы.
4. Каков принцип действия и устройство ламп накаливания?
5. Как устроены и работают разрядные лампы низкого и высокого давления?
6. Методы уменьшения коэффициента пульсаций освещенности.

Литература

1. Денисенко Г.Ф. Охрана труда. – М.: Высш. шк., 1985. – 319 с.
2. Фильев В.И. Регулирование условий труда на предприятиях РФ. – М.: Интел-Синтез, 1996. – 131 с.
3. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Стройиздат, 1996.