1. **РАСЧЁТ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ**

# 1. Общие сведения

В настоящее время 90 % информации человек получает с помощью органов зрения. Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы, производительность, качество труда и безопасность в производственных условиях в значительной мере зависят от условий освещения. Нерациональное освещение на рабочем месте в цехе, в лаборатории, помещении ВЦ, офисе, дома при чтении приводит к повышенной утомляемости, снижению работоспособности, перенапряжению органов зрения и снижению его остроты.

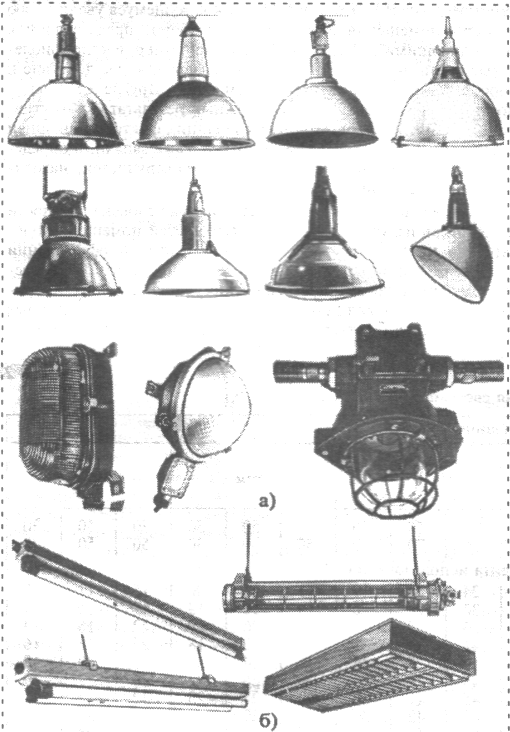
По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем: *общее* – осуществляемое расположением светильников на потолке помещения; *комбинированное* – совокупность общего освещения и местных светильников, расположенных непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

В качестве источников света в настоящее время применяются электрические лампы накаливания и газоразрядные лампы.

*Лампы накаливания* (рис. 2) относятся к источникам света теплового излучения. Они удобны в эксплуатации, легко монтируются, дешевы, работают в широком диапазоне температур окружающей среды, но обладают низкой световой отдачей *10*-*20* *лм*/*Вт* (при идеальных условиях *1Вт* соответствует *683* *лм*), сравнительно небольшим сроком службы до *2500* *ч*; их спектральный состав сильно отличается от естественного света, нарушается правильная светопередача.

*Газоразрядные лампы* (рис. 2) *–* это приборы, в которых излучение света возникает в результате электрического разряда в атмосфере паров металлов (ртуть, натрий), галогенов (йод, фтор) и инертных газов, а также явления люминесценции. Наиболее широкое применение для целей освещения помещений и открытых площадок получили люминесцентные; ксеноновые лампы в форме светящихся трубок, а также лампы ДРЛ (дуговые, ртутные, люминесцентные) и натриевые, по форме напоминающие вытянутые лампы накаливания.

Основные преимущества газоразрядных ламп: высокая светоотдача (ДРЛ – до *65* *лм*/*Вт*, люминесцентные – до *90* *лм*/*Вт*, ксеноновые и натриевые – до *110* - *200* *лм*/*Вт*); большой срок службы *5000* - *20* *000* *ч*, близкий к естественному, солнечному спектру вид излучения. К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести наличие вредных для биосферы и человека паров ртути и натрия при их разгерметизации, радиопомехи; сложную и дорогостоящую пускорегулирующую аппаратуру, включающую в некоторых случаях стартер, дроссели, конденсаторы; длительный период выхода отдельных типов ламп на номинальный режим (для ламп ДРЛ 3 – 5 минут), невозможность быстрого вторичного включения лампы при кратковременном отключении питающего напряжения.

Основным существенным недостатком всех газоразрядных ламп является пульсация светового потока, т.е. непостоянство во времени, излучение света, вызванное переменным током в питающей сети и малой инерционностью процессов, сопровождающих работу этих ламп.

Электропромышленность изготавливает ЛЛ, отличающиеся цветностью излучения светового потока: белого света (ЛБ), холодно-белого света (ЛХБ), тепло-белого света (ЛТБ), дневного света (ЛД). Для высококачественной цветопередачи выпускают лампы с маркировкой Ц: ЛДЦ, ЛТБЦ, ЛХБЦ или ЛЕЦ. Их применяют тогда, когда при искусственном освещении требуется точное различение цветов и оттенков.

Для зажигания ЛЛ и нормальной работы требуется стартер (зажигатель), дроссель, конденсаторы:

* стартер служит для автоматического включения и выключения предварительного накала электродов и представляет собой тепловое реле;
* дроссель облегчает зажигание лампы, ограничивает ток и обеспечивает ее устойчивую работу.
* для повышения коэффициента мощности в схеме ЛЛ предусматривается конденсатор.

*Рис. 2. Некоторые типы светильников: а — лампы накаливания; б — люминесцентные лампы*

Для оценки искусственного освещения в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) предусмотрены светотехнические параметры количественного и качественного характера.

*К количественным параметрам* относится освещенность *Е* в люксах (*лк*) на рабочем месте, которая легко рассчитывается или измеряется с помощью люксметра.

*К качественным параметрам* относится коэффициент пульсации *КП* в %, измеряемый с помощью прибора пульсометра. Эти параметры для действующих осветительных установок должны соответствовать значениям, указанным в нормах.

Принято раздельное нормирование параметров освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Величина параметров устанавливается согласно характеру зрительной работы, который зависит от размеров объектов различения, характеристики фона и контраста объекта с фоном.

*Объект различения* в *мм* – размер наименьшего элемента, который необходимо увидеть в процессе работы (точка на экране ПЭВМ, самая тонкая линия на чертеже или приборной шкале и т.п.).

*Фон* – поверхность, на которой рассматривается объект различения, характеризуется коэффициентом отражения *ρ.* При *ρ* менее *0*,*2* фон считается темным, от *0*,*2* до *0*,*4* – средним и более *0*,*4* – светлым.

*Контраст объекта с фоном* – характеризует соотношение яркости рассматриваемого объекта и фона. При слабом различении объекта на фоне контраст считается малым, объект заметен на фоне – средним; четко различается на фоне – большим.

При выборе нормируемой освещенности размер объекта различения регламентирует выбор зрительного разряда от *1* до *7* в таблице норм (в данной лабораторной работе применяем разряды от *1* до *3*), которая содержит минимально допустимые значения освещенности на рабочих местах при использовании газоразрядных ламп.

При проектировании осветительных установок стремятся обеспечить требования норм при минимальных затратах электроэнергии с сохранением равномерного распределения яркостей в поле зрения, исключающих слепящее действие самих ламп. Для этого применяют светильники с рассеивающими экранами, матовыми стеклами, что приводит к частичной потере световой энергии (на *10* – *15%).*

По конструкции различают светильники прямого света, концентрирующие световой поток в нижнюю полусферу с помощью белого или зеркального отражателя; рассеянного света (при равномерном распределении света в пространстве) и отраженного света (световой поток направлен в верхнюю полусферу).

Светлая окраска потолка, стен, мебели, оборудования способствует увеличению освещенности на рабочих местах за счет лучшего отражения и созданию более равномерного распределения яркостей в поле зрения.

Рациональное освещение должно быть спроектировано в соответствии с нормами, приведенными в СНиП 23-05-95 [26], а также рекомендациями, изложенными в литературе.

Задачей светотехнического расчета является определение светотехнических параметров осветительной остановки, необходимых для обеспечения нормируемых характеристик освещения. Обеспечение нормируемой освещенности осуществляется путем выбора количества источников света (кол-во светильников), необходимых для создания требуемого уровня освещенности.

Существуют три метода расчета освещенности: метод коэффициента использования, метод расчета по удельной мощности и точечный метод.

*Метод коэффициента использования Ки* применяют при равномерном размещении светильников по потолку при большой плотности технологического оборудования и равномерном его расположении по площади цеха;

*Точечный метод* следует использовать при системе освещения при малой плотности технологического оборудования, при наличии высокого технологического оборудования или его концентрации в центре помещения. Этот метод позволяет определить освещенность в выбранных точках помещения.

*Метод расчета по удельной мощности* применим для приблизительной оценки правильности произведенного светотехнического расчета.

2. Методика расчета

Учитывая заданные по варианту характеристики зрительной работы (наименьший размер объекта различения, характеристика фона и контраст объекта различения с фоном), с помощью табл. 6.1. определяют разряд и подразряд зрительной работы, а также нормируемый уровень минимальности освещённости на рабочем месте.

*Таблица 6.1. Нормы проектирования искусственного освещения*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика зрительной работы | Наименьший размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | Подразряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Освещенность | |
| Комбинированное освещение | Общее освещение |
| Наивысшей точности | Менее 0,15 | I | А  Б  В  Г | Малый  «  средний  малый  средний  большой  средний  большой  « | Темный  Средний  Темный  Светлый средний  Темный  Светлый  «  средний | 5000  4000  2500  1500 | 1500  1250  750  400 |
| Очень высокой точности | 0,15 –0,3 | II | А  Б  В  Г | Малый  «  средний  малый  средний  большой  средний  большой  « | Темный  Средний  Темный  Светлый средний  Темный  Светлый  «  средний | 4000  3000  2000  1000 | 1250  750  500  300 |
| Высокой точности | 0,3 –0,5 | III | А  Б  В  Г | Малый  «  средний  малый  средний  большой  средний  большой  « | Темный  Средний  Темный  Светлый средний  Темный  Светлый  «  средний | 2000  1000  750  400 | 500  300  300  200 |

Распределяют светильники и определяют их число.

Равномерное освещение горизонтальной рабочей поверхности достигается при определённых отношениях расстояния между центрами светильников L*,* *м* (*L = 1,75·Н*) к высоте их подвеса над рабочей поверхностью Нр, *м*.

Число светильников с люминесцентными лампами (ЛЛ), которые приняты во всех вариантах в качестве источника света,

|  |  |
| --- | --- |
| *N =* *S / LM,* | (6.1.) |

где *S* – площадь помещения, *м2*; М – расстояние между параллельными рядами, *м*.

В соответствии с рекомендациями

|  |  |
| --- | --- |
| *М ≥ 0,6 Нр* | (6.2.) |

Оптимальное значение М = 2…3 *м.*

Для достижения равномерной горизонтальной освещённости светильники с ЛЛ рекомендуется располагать сплошными рядами, параллельными стенам с окнами или длинным сторонам помещения.

Для расчёта общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности используют метод светового потока, учитывающий световой поток, отражённый от потолка и стен.

Расчётный световой поток, лм, группы светильников с ЛЛ.

|  |  |
| --- | --- |
| *Ф л. расч. = Ен ·S·Z·K / N·η*, | (6.3.) |

где *Ен* – нормированная минимальная освещённость, *лк; Z* – коэффициент минимальной освещённости; *Z = Eср / Eмин,* для ЛЛ *Z = 1,1*; *К* – коэффициент запаса; *η* - коэффициент использования светового потока ламп.

Показатель помещения

|  |  |
| --- | --- |
| *i = A·B/ Hp· (A+B),* | (6.4.) |

где *А* и *В* – длина и ширина помещения, *м*.

Значения коэффициента запаса зависят от характеристики помещения: для помещений с большим выделением тепла *К* = *2*, со средним *К* = *1*.*8*, с малым *К* = *1*,*5*.

Значения коэффициента использования светового потока приведены в табл. 6.2.

*Таблица 6.2. Значения коэффициента использования светового потока*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель помещения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Коэффициент использования светового потока *η* | 0,28…0,46 | 0,34…0,57 | 0,37…0,62 | 0,39…0,65 | 0,40…0,66 |

По полученному значению светового потока с помощью табл. 6.3. подбирают лампы, учитывая, что в светильнике с ЛЛ может быть больше одной лампы, т. е. *n* может быть равно *2* или *4*. В этом случае световой поток группы ЛЛ необходимо уменьшить в *2* или *4* раза.

*Таблица 6.3. Характеристика люминесцентных ламп*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип лампы | Мощность, ВТ | Номинальный световой поток, лм |
| ЛБ 20 | 20 | 1200 |
| ЛХБ 20 | 20 | 935 |
| ЛТБ 20 | 20 | 975 |
| ЛД 20 | 20 | 920 |
| ЛДЦ 20 | 20 | 820 |
| ЛЕЦ 20 | 20 | 865 |
| ЛБ 30 | 30 | 2100 |
| ЛХБ 30 | 30 | 1720 |
| ЛТБ 30 | 30 | 1720 |
| ЛД 30 | 30 | 1640 |
| ЛДЦ 30 | 30 | 1450 |
| ЛЕЦ 30 | 30 | 1400 |
| *Продолжение табл. 6.3.* | | |
| ЛБ 40 | 40 | 3200 |
| ЛБ 36 | 36 | 3050 |
| ЛХБ 40 | 40 | 2600 |
| ЛТБ 40 | 40 | 2580 |
| ЛД 40 | 40 | 2340 |
| ЛДЦ 40 | 40 | 2200 |
| ЛДЦ 36 | 36 | 2200 |
| ЛЕЦ 40 | 40 | 2190 |
| ЛЕЦ 36 | 36 | 2150 |
| ЛБ 65 | 65 | 4800 |
| ЛХБ 65 | 65 | 3820 |
| ЛТБ 65 | 65 | 3980 |
| ЛД 65 | 65 | 3570 |
| ЛДЦ 65 | 65 | 3050 |
| ЛЕЦ 65 | 65 | 3400 |
| ЛБ 80 | 80 | 5220 |
| ЛХБ 80 | 80 | 440 |
| ЛТБ 80 | 80 | 4440 |
| ЛД 80 | 80 | 4070 |
| ЛДЦ 80 | 80 | 3560 |

Световой поток выбранной лампы должен соответствовать соотношению

|  |  |
| --- | --- |
| *Ф л.расч. = (0,9…1,2)· Ф л..табл,,* | (6.5.) |

где *Ф л.расч*. – расчётный световой поток, *лм.; Ф л.табл.* – световой поток, определённый по табл. 6.3., *лм*.

Потребляемая мощность, *Вт*, осветительной установки

|  |  |
| --- | --- |
| *P = p·N·n,* | (6.6.) |

где *р* – мощность лампы, *Вт*; *N* – число светильников, *шт*; *n* – число ламп в светильнике, для ЛЛ *n* *= 2, 4.*

## 

3. Порядок выполнения задания.

3.1. Ознакомиться с методикой расчёта.

3.2. Определить разряд и подразряд зрительной работы, нормы освещённости на рабочем месте, используя данные варианта (табл. 6.4.) и нормы освещённости.

3.3. Рассчитать число светильников.

3.4. Распределить светильники общего освещения с ЛЛ по площади производственного помещения.

3.5. Определить световой поток группы ламп в системе общего освещения, используя данные варианта и формулу (6.3.).

3.6. Подобрать лампу по данным табл. 6.3. и проверить выполнение условия соответствия

Ф л.расч. и Ф л. табл.

3.7. Определить мощность, потребляемую осветительной установкой.

3.8. Подписать отчёт и сдать преподавателю.

Варианты заданий к лабораторной работе по теме “Расчёт общего освещения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Производственное помещение | Габаритные размеры помещения, м:  Длина А (3)  ШиринаВ (4)  Высота Н (5) | Наименьший объект различения | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Характеристика помещения по условиям среды |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | Участок шлифовальных станков | 40 | 18 | 6 | 0,4 | большой | светлый | Небольшая запылённость, высокая влажность |

5. Пример выполнения лабораторной работы «расчёт общего освещения»

1. Исходные данные:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Производственное помещение | Габаритные размеры помещения, м:  Длина А (3)  Ширина В (4)  Высота Н (5) | | | Наименьший объект различения, мм | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Характеристика помещения по условиям среды |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| № - | Вычислительный центр, машинный зал | 40 | 20 | 4 | 0,28 | средний | светлый | Небольшая запылённость |

2. Цель работы: рассчитать количество светильников и ламп в светильниках в заданном помещении, необходимых для создания определенной освещенности на рабочих местах, определить потребляемую мощность осветительной установки.

3. Ход работы:

1.Определяем разряд и подразряд зрительной работы, нормы освещённости на рабочем месте по табл. 6.1.:

Характеристика зрительной работы – очень высокой точности

Разряд - *2*

Подразряд – *г*

Комбинированное освещение – *1000* *лк*

Общее освещение – *En*= *300* *лк*

2. Рассчитываем число светильников N по формуле (6.1.):

N = S/ (L⋅M),

где *S* – площадь помещения, *а* = *90м*; *в* = *24м.*

S = а⋅в = 40 · 20 = 800 (*м2).*

Рассчитаем *L* – расстояние между центрами светильников:

L = 1,75· Н,

L = 4 ·1,75 = 7 (*м)*.

Рассчитаем расстояние между параллельными рядами - *М* по формуле (6.2.):

М ≥ 0,6· Нр, где Нр = Н

М ≥ 0,6⋅ 4 = 2,4 *м*. Принимаем М=3 *м*

В данном случае:

Ν = 800/ (7⋅3) = 38,09 *,* т.е. *п*ринимаем Ν = 40 (*шт)*.

3. Расчётный световой поток определим по формуле (6.3.):



где *Z = 1,1*; *K = 1,5; En = 300*

Показатель помещения определим по формуле (6.4.):

i = (40· 20) / [4(40 + 20)]

i = 3,3

По таблице 6.2. принимаем коэффициент использования светового потока ламп *η = 0,4*.

Формула (6.3.) принимает вид:

Фл.расч. = (300 · 800 · 1,1· 1,5) / (40 · 0.4) = 24750 (*лм)*

Для создания освещенности в300 *лк* необходимо, чтобы световой поток одного светильника был равен 24750 *лм*. По табл. 6.3. выбираем лампу ЛБ-80 со световым потоком 5220 *лм*.

Для создания потока в *24* 750 *лм* в одном светильнике должны быть *4* лампы ЛБ-80 (5220 *лм*).

Проверим правильность решения по соотношению (6.5.):

Ф л. расч. = (0,9 …1,2)·Фл.табл.,

где *Ф л.расч*. – расчётный световой поток, *лм*.; *Ф л.табл*. – световой поток, определённый по табл. 6.3., *лм.*

Преобразуем формулу (6.5.):

Ф л. расч / Фл.табл =(0,9 …1,2)

В данном случае:

Ф л. расч / Фл.табл = 24751 / (5220 · 4) = 1.18, что удовлетворяет условию.

4. Потребляемая мощность, Вт, осветительной установки определим по формуле (6.6.):

P = p·N·n,

где *р* – мощность лампы, *Вт*; *N* – число светильников, *шт*; *n* – число ламп в светильнике.,

В данном случае:

P = 80 · 40 · 4 = 12800 *Вт*

Вывод: для данного помещения вычислительного центра требуется *40* светильников, в каждом по *4* лампы. Тип и мощность лампы: ЛБ-80. Общая потребляемая мощность *P* = *12* *800* *Вт* (*12,8 кВт*).

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности/С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Высшая школа,1999. – 448 с.
2. Гетия И.Г, Леонтьева И.Н., Кулемина Е.Н. Проектирование вентиляции, кондиционирования воздуха, искусственного и естественного освещения в помещении ВЦ. – М.: МГАПИ, 1996.-32с.
3. СНиП 23-05-95. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. – М.: Стройиздат, 1996.