

Лабораторная работа № 9,10

Светотехнический расчет методом коэффициента использования светового потока люминесцентных ламп

Цель работы:

1. .Общеобразовательная – Умение выполнять работу по теме « Основы светотехники»
2. Развивающая – Углубление знаний учащихся.
3. Воспитательная – Способность к самоанализу

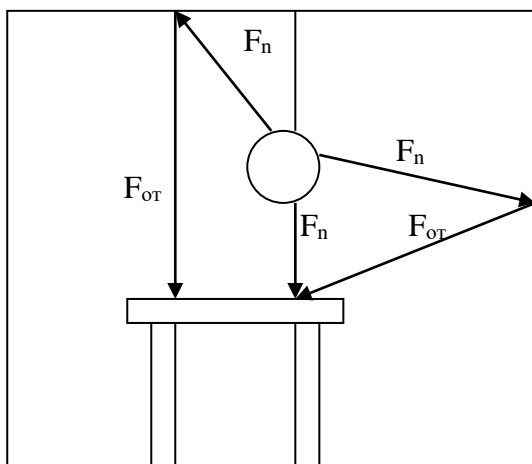
Теоретический материал для расчета

Данный метод предназначен для более точного расчёта осветительной установки с учётом прямого и отражённого света общего равномерного освещения производственных, административных общественных, вспомогательно–бытовых помещений других помещений с различной длиной, шириной и высотой помещения.

Световой поток, падающий на рабочую поверхность S представляет собой сумму потоков $F = F_n + F_{от}$

где F_n – световой поток, непосредственно падающий на поверхность от светильника

$F_{от}$ – световой поток, падающий на поверхность в результате отражения от стен и потолка.



Обозначим световой поток одной лампы $F_{л}$, а число светильников через n .

Коэффициент использования светового потока падающего на рабочую поверхность к суммарному световому потоку источников света, т.е. показывает степень использования светового использования ламп.

$$K_u = \frac{F}{nF_l} = \frac{F_n + F_{om}}{nF_l}$$

откуда $F = nF_l * K_u$

Средняя освещённость $E_{cp} = \frac{F}{S} = \frac{n * F_l * K_u}{S}$

Наименьшая освещённость по нормам можно определить

$$E_{мин} = \frac{E_{cp}}{Z} \quad \text{или} \quad E_{мин} = \frac{n * F_l * K_u}{S * Z}$$

где Z – коэффициент минимальной освещённости.

Так как фактическая освещённость обычно меньше наименьшей из-за загрязнённости ламп и светильников, поэтому для учёта данного фактора в формулу вводится коэффициент запаса (K_3), который обратно пропорционален минимальной освещённости.

$$E_{мин} = \frac{n * F_l * K_u}{S * Z * K_3}$$

Исходя из этой формулы, мы можем определить световой поток одной лампы

$$F_l = \frac{E_{мин} * S * Z * K_3}{n * K_u}$$

Определим величины входящие в данную формулу.

$E_{мин}$ – минимальная освещённость, определяется по нормам освещённости;

$S = a * b$ – площадь помещения; a – длина помещения; b – ширина помещения;

n – количество светильников с лампами накаливания и ДРЛ или количество рядов с люминесцентными лампами;

Z – коэффициент минимальной освещённости характеризующий неравномерность освещения, который в наибольшей степени зависит от наивыгоднейшего относительного расстояния между светильниками.

При выборе рекомендуемых расстояний можно принимать равным 1.15 для ламп накаливания и ДРЛ и 1.1 для люминесцентных ламп при расположении светильников в виде светящих линий.

K_3 – коэффициент запаса, который зависит от типа ламп и окружающей среды в помещении принимается по нормам освещённости или таблицам значений коэффициента запаса.

$K_{и}$ – коэффициент использования светового потока, который зависит от типа светильника, т.к. он учитывает к.п.д. светильника, от коэффициентов отражения потолка p , стен s , пола или рабочей поверхности p и индекса помещения.

i – индекс помещения – это коэффициент, который зависит от величины площади, формы помещения и высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью.

1) Для прямоугольных помещений он определяется по формуле

$$i = \frac{a * b}{h(a + b)} = \frac{S}{h(a + b)} = \frac{S}{h * \frac{P}{2}}$$

где a – длина помещения

b – ширина помещения

h – расчётная высота светильника над рабочей поверхностью

S – площадь помещения

P – периметр помещения

2) Для помещений практически неограниченной длины

$$i = \frac{b}{h}$$

3) Для помещений непрямоугольной формы, например с выступами

$$i = \frac{S}{h * \frac{P}{2}} \quad \text{где } P \text{ – периметр помещения}$$

4) Для круглых помещений радиусом

$$i = \frac{S}{h * \frac{L}{2}} = \frac{\pi R^2}{h * \frac{2\pi R}{2}} = \frac{R}{h}$$

Последовательность расчёта методом коэффициента использования светового потока:

1. В зависимости от наименования помещения и выполняемых в них работ, и среды выбираем источник света;

2. В зависимости от наименования помещения и среды выбираем тип светильника;
3. Определяем расчётную высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью;
4. В зависимости от типа светильника и расчётной высоты определяем наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками с ЛН и ДРЛ или рядами люминесцентных ламп и размещаем светильники на плане;
5. Определяем количество светильников с лампами накаливания и ДРЛ или рядов с люминесцентными лампами n ;
6. В зависимости от наименования помещения и разряда зрительной работы определяем по нормам освещённости минимальную освещённость $E_{\text{мин}}$ и коэффициент запаса K_3 ;
7. В зависимости от формы помещения и расчётной высоты определяем индекс помещения I ;
8. В зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения потолка, стен, пола, а также индекса помещения определяем по таблицам коэффициент использования светового потока K_u ;
9. Определить площадь помещения S ;
10. Определить световой поток одной лампы накаливания или ДРЛ, или ряда люминесцентных ламп

$$F_{\text{ряда}} = F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{мин}} * S * Z * K_3}{n * K_u}$$

11. По таблицам выбираем ближайшую стандартную лампу, поток которой не должен отличаться от рассчитанного потока лампы больше чем на 10% в сторону меньшего потока и 20% в сторону большего потока. При невозможности выбора с таким приближением корректируется количество светильников, и их расположение на плане.
12. При расчёте люминесцентного освещения необходимо определить количество светильников в одном ряду. Для этого необходимо выбрать тип

и мощность лампы и определить по таблицам их поток, после чего необходимо определить количество светильников

$$N = \frac{F_{\text{ряда}}}{F_{\text{ном}}}$$

где $F_{\text{ном}}$ – световой поток лампы в одном светильника .

Если невозможно выбрать лампы, тогда определяется количество светильников по формуле:

$$N = \frac{E_{\text{мин}} * S * Z * K_3}{K_u * n * m * F_{\text{л}}}$$

где n – количество рядов люминесцентных ламп

m - количество рядов люминесцентных ламп в одном светильнике

$F_{\text{л}}$ – световой поток одной люминесцентной лампы.

13. Определяем суммарную длину N светильников в ряду, для чего по таблицам определяем длину одного светильника и умножаем на количество светильников.

$$A_n = A * N \quad \text{где } A \text{ – длина одного светильника}$$

14. Сопоставляем длину помещения a с суммарной длиной N светильников.

- Если $A_n = a$, то необходимо устройство непрерывного ряда светильников.
- Если $A_n > a$, то необходимо или применить более мощные лампы (у которых поток на единицу длины больше), или увеличить число рядов или компоновать ряды из сдвоенных, строенных светильников.
- Если $A_n < a$, то принимается ряд с равномерно распределенными вдоль него разрывами между светильниками. Рекомендуется чтобы разрывы между светильниками не превышали половины расчётной высоты.

15. Определяется фактическая освещённость для ламп накаливания и ДРЛ.

$$E_{\text{факт}} = \frac{n * F_{\text{ном}} * K_u}{S * Z * K_3}$$

для люминесцентных ламп

$$E_{\text{факт}} = \frac{n * F_{\text{ном}} * K_u}{S * Z * K_3}$$

16. Определяем отклонение освещённости

$$E = \frac{(E_{\text{факт}} - E_{\text{мин}})}{E_{\text{мин}}} * 100\%$$

Отклонение не должно быть более чем 10% в сторону уменьшения и 20% в сторону увеличения.

Пример вычисления расчёта

Допустим необходимо выполнить светотехнический расчёт для конференц-зала с разрядом зрительной работы XII с нормальными условиями среды имеющего размеры: длина 20м, ширина 15м, высота 4м, высота рабочей поверхности $h_p=0.0$ с побелённым потолком $p_{\text{п}}=70\%$, нижняя часть кабелей имеет более тёмный цвет $p_c=50\%$, пол имеет тёмный цвет $p_p=10\%$.

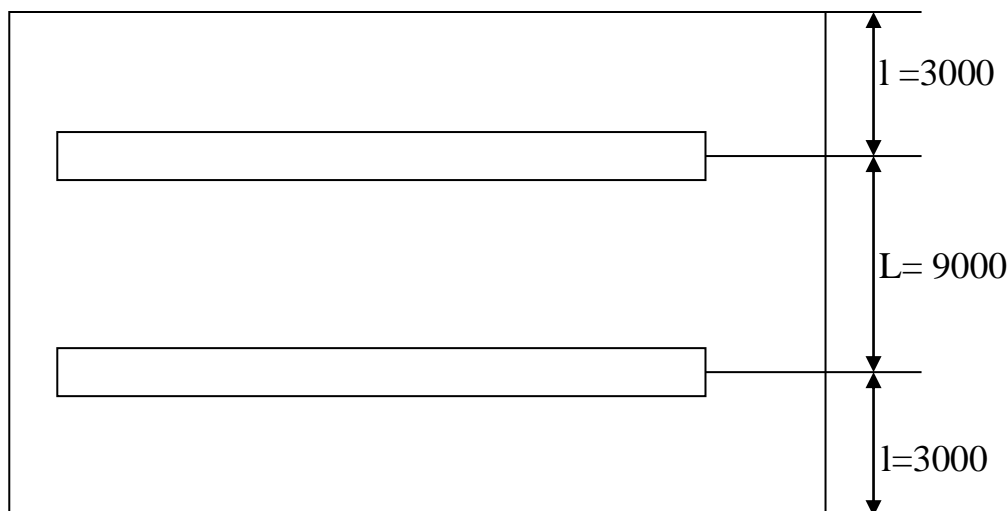
1. Так как мы производим расчёт общественного отапливаемого помещения. То мы отдаём предпочтение люминесцентным лампам низкого давления.
2. Для нормальных условий среды и общественных помещений выбираем светильники типа ШОД со стартерной схемой зажигания имеющие кривую силу света типа М преимущественно рассеянного света и коэффициентом запаса $K_3=1.5$.
3. Принимаем высоту свеса $h_c=0.5$ м, тогда расчётная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью $H_p=H-h_c=4-0.5=3.5$ метра.
4. Для светильника типа ШОД с равномерной кривой силы света М наивыгоднейшее относительное расстояние между рядами светильников с люминесцентными лампами принимаем $\lambda_3=2.6$.

Тогда расстояние между рядами люминесцентных ламп равно

$$L = \lambda * h_p = 2.6 * 3.5 = 9.1 \text{ метра}$$

Принимаем =9 метров и рисуем план размещения светильников

$$l = 0.3 + 0.5 = 2.7 + 4.5 \text{ принимаем } l = 3 \text{ м}$$



5. Количество рядов с люминесцентными лампами равно $n=2$
6. По таблицам определяем наименьшую освещённость $E_{\text{мин}}=200\text{Лк}$ с газоразрядными лампами.
7. Определяем индекс помещения

$$i = \frac{a * b}{p(a + b)} = \frac{20 * 15}{3.5(20 + 15)} = 2.45 \cong 2.5$$

8. При коэффициентах отражения $p_{\text{п}}=70\%$, $p_{\text{с}}=10\%$ при индексе помещения $i=2.5$ для светильника типа ШОД определяем $K_{\text{и}}$

$$K_{\text{и}}=59\% \quad K_{\text{и}}=0.59 \quad [1] \text{ таблица 5.17}$$

9. Определяем площадь помещения

$$S=a*b=20*15=300\text{м}^2$$

10. Определяем световой поток одного ряда с люминесцентными лампами, принимая коэффициент $Z=1.1$

$$F_{\text{ряда}} = \frac{E_{\text{мин}} * S * Z * K_3}{n * K_{\text{и}}} = \frac{200 * 600 * 1.1 * 1.5}{2 * 0.59} = 167796.61\text{лм}$$

11. Определяем количество светильников учитывая, что в одном светильнике по две люминесцентных лампы по 40Вт со световым потоком одной лампы $F_{\text{ном}}=1520\text{ лм}$, тогда

$$F_{\text{свет}} = F_{\text{ном}} * m = 1520 * 2 = 3040 \text{ лм}$$

Количество светильников в ряду

$$N = \frac{F_{\text{ряда}}}{F_{\text{свет}}} = 55 \text{ шт}$$

Так как такое количество мы не можем разместить (такое число светильников), т.к. они не поместятся на площади, выбираем лампы с мощностью 80В типа ЛБ-80 световым потоком 4320 лм [1] таблица 2.12

$$F_{\text{свет}} = F_{\text{ном}} * m = 4320 * 2 = 8640 \text{ лм}$$

количество светильников

$$N = \frac{F_{\text{ряда}}}{F_{\text{свет}}} = \frac{167796.61}{8640} = 19.42 \text{ шт}$$

Определяем количество светильников по формуле

$$N = \frac{E_{\text{мин}} * S * Z * K_3}{K_u * n * m * F_{\text{ном}}} = \frac{200 * 600 * 1.1 * 1.5}{0.59 * 2 * 2 * 4320} = 19.42$$

принимаем N=20 шт

12. Суммарная длина светильников равна

$$a = 1570 \text{ мм} = 1.57 \text{ м} \quad \text{по таблице} \quad [1] \text{ таблица 2.12}$$

$$A = a * N = 1.57 * 20 = 31.4 \text{ м}$$

13. Так как $A_N > a$, то предпринимает двойные ряды с количеством светильников в ряду равно $N=20$

14. Определяем фактическую освещённость

$$E_{\text{факт}} = \frac{n * N * m * F_{\text{ном}} * K_u}{S * Z * K_3} = \frac{2 * 20 * 2 * 4320 * 0.59}{600 * 1.1 * 1.5} = 205.96 \text{ Лк}$$

15. Определяем отклонение освещённости

$$E = \frac{E_{\text{факт}} - E_{\text{мин}}}{E_{\text{мин}}} * 100 = \frac{205.96 - 200}{200} * 100 = 2.98\% \quad \text{что допустимо.}$$

Т.к. данные расчета не превышают допустимые нормы, расчет выполнен верно