Производственное освещение

В производственных помещениях предусматривается естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Наличие естественного освещения характерно для светлого времени суток в помещениях с постоянным пребыванием персонала. Обеспечение помещений естественным освещением реализуется с помощью световых проемов в стенах и крыше здания.

В темное время суток в производственных помещениях используют искусственное освещение.

При выполнении работ наивысшей точности, а также недостаточности естественного освещения применяется освещение совмещенное, которое предусматривает использование естественного и искусственного света при главенствующей роли естественного освещения.

Естественное подразделяется на:

- боковое световые проемы расположены в наружных стенах;
- верхнее световые проемы расположены в крыше здания;
- совмещенное сочетание бокового и верхнего естественного освещения.

Искусственное освещение делится на общее, местное и комбинированное. Предусматривается также аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное освещение.

Рациональное освещение рабочего места оказывает положительное психофизиологическое воздействие на персонал, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности в течение всего рабочего времени.

Данное влияние связано с тем, что свет оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, воздействует на обмен веществ, сердечно-сосудистую систему, является важным стимулятором не только зрительного анализатора, но и организма в целом.

Теория

Естественное освещение

В силу значительной зависимости естественной освещённости от времени суток, периода года, погодных условий, она не может быть использована в качестве нормируемой величины. В качестве таковой для естественного освещения выступает коэффициент естественной освещенности KEO:

$$KEO = \frac{E_{pm}}{E_{rr}} \cdot 100 \%,$$

где $E_{\rm pm}$ - значение освещенности на рабочем месте, ${
m IK}$; $E_{\rm H}$ - значение освещённости вне здания, измеренное на открытой площадке, ${
m IK}$.

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов, обеспечивающей нормированное значения $\overline{\mathrm{KEO}}$. Соответственно, необходимая площадь окон при боковом освещении S_{o} [м] и площадь световых фонарей при верхнем освещении S_{o} [м], можно определить по следующим соотношениям:

$$S_{o} = (\text{KEO}_{H} S_{\text{пола}} \eta_{o} K_{3\text{д}} K_{3\text{ап}}) / (100 \tau_{o} r_{1}),$$

 $S_{\Phi} = (\text{KEO}_{H} S_{\text{пола}} \eta_{\Phi} K_{3\text{ап}}) / (100 \tau_{o} r_{2}),$

где ${
m KEO_{H}}$ - нормированное значение коэффициента естественной освещённости, %;

 $S_{\text{пола}}$ - площадь пола помещения, \mathbf{M}^2 ;

 η_0 , η_Φ - световая характеристика окна и фонаря, соответственно (таблица 1, таблица 2);

 $K_{\mathtt{3A}}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (таблица 3);

 $K_{
m 3an}$ - коэффициент, учитывающий снижение величины ${
m KEO}$ в результате постепенного загрязнения и старения светопрозрачных заполнений в световых проемах, а также снижения отражающих свойств поверхностей помещения (СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» табл. 3);

 au_0 - общий коэффициент светопропускания, определяемый по следующей формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \, \tau_2 \, \tau_3 \, \tau_4 \, \tau_5$$

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала (таблица 4);

 T_2 - коэффициент учитывающий потери света в переплётах светопроёма (таблица 4);

 au_3 - коэффициент учитывающий потери света в несущих конструкциях (таблица 5)(при боковом освещении $au_3=1$);

 au_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (для убирающихся регулируемых жалюзей и штор, а также при отсутствии солнцезащитных средств $au_4=1$);

 au_5 - коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимаемый равным 0,9;

 r_1, r_2 - коэффициенты, учитывающие повышение KEO от отражённого света:

- r_1 при боковом освещении, благодаря свету, отражённому от поверхности помещения и подстилающего слоя, можно принимать в пределах от 1,5 до 3,0: меньше при боковом двустороннем освещении, больше при боковом одностороннем освещении;
- r_2 при верхнем освещении, благодаря свету, отражённому от поверхностей помещения, принимается ориентировочно равным от 1,1 до 1,4.

Искусственное освещение

Расчет искусственного освещения проводится с целью определения основных параметров осветительной установки (количество и мощность источников света; тип и число светильников; размещение светильников), при которых будет обеспечена нормируемая освещённость на рабочих местах.

Расчёт искусственного освещения производят следующими методами:

- метод коэффициента использования светового потока;
- точечный метод;
- метод удельной мощности.

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов.

В основе метода светового потока лежит формула:

$$\Phi = \frac{E_{\mathrm{H}} \, S_{\mathrm{H}} \, K_{\mathrm{3an}} \, Z}{N_{\mathrm{G}} \, n_{\mathrm{H}} \, n},$$

где Φ - световой поток одной лампы применяемых светильников, ${
m JIM};$

 $E_{\rm H}$ - нормируемая минимальная освещённость, ${\rm JIK}$;

 S_{π} - площадь освещаемого помещения, ${f M}$;

 K_{3an} - коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации. Определяется согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» таблица 3:

Z - коэффициент минимальной освещённости (неравномерности освещения) определяется, как отношение средней освещённости к минимальной $E_{\rm cp}/E_{min}$. При расчётах для ламп накаливания и ламп высокого давления (ДРЛ, ДРИ и ДНат) Z=1,15, для люминесцентных ламп Z=1,1, для светодиодных ламп и отражённого освещения Z=1;

 $N_{\rm c}$ - количество светильников в помещении;

 $n_{\rm I\hspace{-.1em}I}$ - количество ламп в светильнике;

 η - коэффициент использования светового потока осветительной установки - это отношение светового потока, падающего на рабочую поверхность, к световому потоку, испускаемому источником. Приближенно рассчитается по данным из таблицы 6 и таблицы 7 в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения потолка $\rho_{\rm II}$, стен $\rho_{\rm C}$ и рабочей поверхности $\rho_{\rm P}$, высоты подвеса светильников и индекса помещения i, определяемого по следующей формуле:

$$i = \frac{A \, B}{H_{\text{CB}}(A+B)},$$

где A и B - длина и ширина помещения, M;

 $H_{\scriptscriptstyle {
m CB}}$ - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Во всех случаях i округляется до ближайших табличных значений; при i>5 учитывается i=5.

Коэффициенты отражения помещения: потолка $\rho_{\rm T}$, стен $\rho_{\rm C}$ и рабочей поверхности $\rho_{\rm P}$ приближенно можно оценить по таблице 7.

Приближенный расчет коэффициента использования светового потока η с помощью таблиц 5-19 и 5-20 из «Справочной книги для проектирования электрического освещения» под редакцией Г.М. Кнорринга от 1976 г., выполняется по следующей схеме:

- 1. по форме кривой силы света в нижней полусфере определяется ее тип: по каталожным данным светильника определяются, в долях от потока лампы, потоки нижней $\Phi_{\text{н.сф.}}$ и верхней $\Phi_{\text{в.сф.}}$ полусфер;
- 2. первый умножается на выраженное в долях значение коэффициента использования по таблице 5-19, второй по таблице 5-20;
- 3. сумма произведений дает общий коэффициент использования светового потока.

Используя формулу метода светового потока можно рассчитать требуемое число ламп в помещении:

$$B = \frac{E_{\mathbf{H}} S_{\mathbf{\Pi}} K_{\mathbf{3an}} Z}{\Phi_{\mathbf{A}} \eta},$$

где B - общее число ламп во всех светильниках.

Точечный метод служит для расчета освещения как угодно расположенных поверхностей и при любом распределении освещенности. Применяется при расчете общего локализованного освещения, освещения открытых пространств и местного освещения.

Световой поток при расчёте по точечному методу определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{1000 E_{\rm H} K_{\rm 3an}}{\mu \sum e},$$

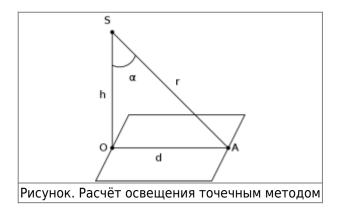
где E_{H} - нормируемая минимальная освещённость, $\mathfrak{I} \mathfrak{K}$;

 $K_{3 {
m an}}$ - коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации. Определяется согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» таблица 3;

 μ - коэффициент, учитывающий действие более далеких светильников и отраженную составляющую. Значения можно принимать в пределах $1,1\dots 1,2$;

 $\sum e$ - суммарная условная освещенность в расчетной точке, $\pi \mathbf{k}$.

Условная освещенность – это освещенность, создаваемая световым потоком (при многоламповых светильниках - суммарный поток ламп) равным в каждом светильнике 1000 лм. Величина условной освещенности зависит от светораспределения светильника и геометрических размеров d и h (см. рисунок).



Для определения условной освещенности служат пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности источника света на которых находится точка с заданными d и h.

Приближенно, когда точных данных нет, для определения условной освещенности e можно воспользоваться графиком излучателя, имеющего по всем направлениям силу света $100~{\rm kg}$ (см. рисунок). Значение условной освещенности e100 определяется путем интерполяции между значениями, указанными у ближайших изолюкс.



Одновременно по радиальным лучам находится значение α и по кривой силы света светильника определяется I_{α} , после чего рассчитывается :

$$e = e_{100} \frac{I_{\alpha}}{100}.$$

По рассчитанному световому потоку Φ подбирается ближайшая по значению стандартная лампа.

Кроме того, данный метод может использоваться для определения освещенности при известном световом потоке Φ .

В качестве контрольных точек выбираются точки освещаемой площади с наименьшим ϵ .

Метод удельной мощности (Ватта) является упрощенной формой метода коэффициента использования, используется для ориентировочного расчета освещенности.

Мощность W [B_T] осветительной установки по методу Ватта определяется по следующей формуле:

$$W = \frac{E_{\rm H} \, S_{\rm пола} \, K_{\rm 3arr}}{E_{\rm cp}},$$

где E_{H} - нормируемая минимальная освещённость, $\pi \mathrm{K}$;

 S_{II} - площадь освещаемого помещения, M ;

 K_{3an} - коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации. Определяется согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» таблица 3;

 $E_{
m cp}$ - средняя горизонтальная освещенность при удельном расходе электроэнергии $1~{
m BT/M}^2$, лк/(${
m BT/M}^2$).

Тогда необходимое количество ламп N выбранной мощности определится по формуле:

$$N = \frac{W}{W_{\pi}},$$

где W_{π} - электрическая мощность одной лампы, $B_{\rm T}$.

При отсутствии точных данных для люминесцентных ламп приближенно можно считать, что освещенность в $100~\rm \pi k$ соответствует удельной мощности $10~\rm B_T/m^2$.

Задачи

Задача № 1

Рассчитать площадь боковых световых проёмов и процент заполнения стен световыми проёмами в производственном помещении шириной $B=9\,$ м, длинной $L=14\,$ м, высотой $H=5\,$ м. Высота от рабочей поверхности до верха окна $h_1=4\,$ м. Противостоящее здание находится на расстоянии $L_{\rm 3д}=30\,$ м, $H_{\rm 3д}=30\,$ м.

Спроектировать боковое, одностороннее естественное освещение. Предусмотреть использование двойного оконного стекла в деревянных спаренных вертикально расположенных переплетах. Выполняемая зрительная работа имеет нормируемое значение $KEO=1,5\,\%$.

Задача № 2

Определить требуемое количество светильников в производственном помещении шириной $=9\,$ м, длинной $B=14\,$ м, высотой $H=5\,$ м, если известно, что норма освещённости $E_{\rm H}$ для работы выполняемых в помещении составляет $200\,$ дк, а пылевыделение при производстве работ незначительное.

Производственное помещение имеет «светлый» потолок, «серые» стены и «тёмную» рабочую поверхность.

Для освещения помещения используются подвесные светильники $\Pi BЛM-2$, расположенные на высоте $3,5\,\mathrm{M}$ над рабочей поверхностью.

В светильниках применяются газоразрядные люминесцентные лампы ЛБ с потребляемой мощностью 40 Вт и световым потоком 3000 лм. Кривая силы света светильника относится к глубокому типу. Согласно справочной литературе, доли светового потока светильника в верхней $\Phi_{\text{в.св}}$ и нижней полусферах от общего потока ламп $\Phi_{\text{в.св}}$ равны, соответственно, 0,59 и 0,16.

Задача № 3

Найдите освещённость горизонтальной рабочей поверхности, которая создаётся двумя светильниками, провешенными на высоте $h=3\,$ м от уровня пола так, что свет от них падает на поверхность под углом $\alpha=30^o$ к нормали, если известно, что сила света, испускаемого каждым из светильников в этом направлении I равна $600\,$ кд. Коэффициент запаса, $K_{\rm 3an}=1,3$. Высота рабочей поверхности $h_{\rm pa6}$ равняется $0,8\,$ м.

Задача № 4

Оцените мощность осветительной установки и требуемое количество ламп N для создания общего равномерного освещения с нормируемой освещённостью $E_{\rm H}=200~{\rm дK}$, если площадь помещения $S=84~{\rm M}^2$, мощность одной лампы $W=80~{\rm Bt}$, коэффициент запаса $K_{\rm 3an}=1,2$. Среднюю горизонтальную освещенность $E_{\rm cp}$ при удельном расходе электроэнергии в $1~{\rm Bt/M}^2$ принять равной $10~{\rm jk/(Bt/M}^2)$.

Приложение

Производственное освещение. Справочная информация.

From:

https://jurik-phys.net/ - Jurik-Phys.Net

Permanent link:

https://jurik-phys.net/lifesafety:seminars:workplce_light

Last update: 2015/12/17 23:58

