

Лекция №8

Тема 8: Производственное освещение.

Зрительные ощущения света создает электромагнитное излучение с $\lambda = 380-780\text{нм}$ ($1\text{нм} = 10^{-9}\text{м}$). естественный свет необходим для организма (наиболее оптимальный для глаз спектр, наличие необходимых для жизни ультрафиолетовых лучей).
10-380нм – ультрафиолетовые лучи;
380-780нм – видимое излучение;
780-340000нм – инфракрасное излучение.

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями:

Количественные: световой поток, освещенность, сила света, яркость.

Световой поток: это мощность светового потока, которая оценивается по световому ощущению глаз (в люменах лм).

Лампа накаливания 25Вт при 220В дает $\Phi = 200\text{лм}$.

Сила света: величина пространственной плотности светового потока – есть отношение светового потока $d\Phi$, распространяющегося внутри телесного угла $d\Omega$, к величине этого угла $I = d\Phi/d\Omega$. Измеряется в канделах (кд).

[кд] кандела, $1\text{кд} = 1\text{лм} \cdot \text{ср}^{-1}$

Освещенность: отношение светового потока $d\Phi$, падающего на элемент поверхности dS , к площади этого элемента $E = d\Phi/dS$.

Измеряется в люксах (лк).

$$E = \Phi/S, [\text{лк} = \text{лм}/\text{м}^2]$$

Яркость: световая величина, непосредственно воспринимаемая глазом. Она определяется силой света, излучаемого с единицы площади поверхности в заданном направлении под углом α .

Яркость – одна из всех световых величин, непосредственно воспринимаемая глазом наблюдателя.

$$[\text{кд}/\text{м}^2], L = \frac{I \times \rho}{S \times \cos \alpha}, \rho = \frac{\Phi_{\text{отр}}}{\Phi_{\text{пад}}} - \text{коэффициент отражения.}$$

К основным качественным показателям освещения относятся:

- коэффициент пульсации

$$K_{\text{пульс}} = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{cp}}} \times 100\%, \text{ по нормам } K_{\text{пульс}} = 10-20\%.$$

Колебания светового потока недопустимы, т.к. они вызывают частую адаптацию глаз и приводят к их утомлению.

У газоразрядных ламп из-за низкой инерции вслед за изменениями переменного тока происходят колебания светового потока. При включении ламп по схеме «три лампы на разные фазы», коэффициент пульсации уменьшается до 3-5%;

- равномерное распределение яркости в поле зрения, для комбинированного освещения рекомендуется $\frac{E_{\min}}{E_{\max}} \geq \frac{1}{3}$ (в пределах рабочей поверхности - отношение освещенностей), оптимальным

является отношение яркостей: $\frac{L_{\text{окруж. поля зрения}}}{L_{\text{раб. поверх}}} \geq \frac{3}{5}$;

- отсутствие резких теней (особенно движущихся), тени исчезают при наличии отраженного освещения, рекомендуется направление светового потока на рабочую поверхность под углом 60° ;

- отсутствие прямой блескости: блескостью называется свойство ярких светящихся поверхностей (нить накала, трубка) нарушать зрительные функции глаза – ослеплять их. Для защиты глаз лампы помещают в арматуру с защитным углом $\alpha \geq 10 \div 30^\circ$. Нормируется показатель ослепленности $p \leq 20-80$ единиц (расчет в СНиП II-4-79)

- отсутствие отраженной блескости: нормируется максимально допустимая яркость рабочей поверхности $L_{\text{доп}} \leq 500 \div 2500 \text{ кд/м}^2$ при площади отражения $S = 0,2 \div 0,01 \text{ м}^2$.

Основное требование к освещению – освещенность рабочей поверхности должна быть не менее допустимой при высоком качестве освещения.

Установлены нормы (СНиП 23-05-95) в зависимости от размеров объекта различения, контраста объекта с фоном и коэффициента отражения рабочей поверхности.

Все зрительные работы разделены на 8 разрядов в зависимости от их точности (т.е. наименьшего размера объекта различения глазом). Каждый разряд делится на 4 подразряда в зависимости от сочетания «контраст-фон».

Фон – поверхность, на которой рассматривается объект. Он характеризуется коэффициентом отражения $\rho = \Phi_{\text{отр}}/\Phi_{\text{пад}}$. Черная ткань $\rho = 0,02$, белая бумага $\rho = 0,8$. для глаза всегда лучше, если фон светлый.

Принято $\rho > 0,4$ – фон светлый
 $\rho = 0,2 \div 0,4$ – средний

$\rho < 0,2$ – темный

Контрастом называется отношение:

$$K = \frac{|L_{об} - L_{ф}|}{L_a}, \quad L_{ф}, L_{об} - \text{яркость фона и объекта.}$$

Когда нет контраста, различие предметов невозможно.

Принято $K > 0,5$ – контраст большой

$K = 0,2 \div 0,5$ – средний

$K < 0,2$ – малый

Источники искусственного освещения: лампы накаливания и газоразрядные. (у газоразрядных выше световая отдача Φ/P в 3-4 раза и больше срок службы \sim в 10 раз).

Используют 2 системы искусственного освещения: общую и комбинированную (общую + местную). Одно местное не разрешается.

Коэффициент ослепленности: $S = \frac{V_1}{V_2}, \quad S = 1 + \frac{2,88 \times I \times 10^{-3}}{H^2(L_{ф} + 0,207)}$, H – высота, $L_{ф}$ – средняя яркость фона, V_1, V_2 – видимость объекта при экранировании блеских источников и без, I – сила света по направлению к глазу.

Показатель ослепленности: $p = (S - 1) \times 10^3, \quad p = 20 \div 60$

Показатель дискомфорта: $M = \frac{L_c \times \omega^{0,5}}{\varphi_{\theta} \times L_{a0}^{0,5}}$ учит. неравном. распредел. яркостей

$M = 15-90$.

Расчет общего освещения

Производят методом коэффициента использования светового потока (η).

Коэффициент η показывает какая часть светового потока всех ламп $n\Phi_{л}$ попадает на рабочую поверхность.

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{раб.поверх}}}{n \times \Phi_{л}};$$

Этот метод позволяет найти световой поток источников света, необходимый для создания требуемой освещенности рабочей поверхности.

Общий световой поток: $\Phi_{\text{общ}} = \frac{E_{\text{доп.общ}} \times S \times Z_1 \times Z_2}{\eta},$

где $E_{\text{доп. общ}}$ – минимальная освещенность по нормам, лк;

S – освещаемая площадь, м^2

Z_1 – коэффициент запаса на износ ламп и запыления ($Z_1 = 1,5 \div 2$);

Z_2 – коэффициент, характеризующий неравномерность освещения ($E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}} = 1,2 \div 1,3$).

Коэффициент использования светового потока определяется из таблиц в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения пола, стен и потолка, а также от индекса помещения

$$i = \frac{A \times B}{h(A + B)},$$

где h – расчетная высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – размеры помещения, м.

Число потребного количества ламп

$$n = \frac{\Phi_{\text{общ}}}{\Phi_{\text{л}}}$$

Расчет комбинированного освещения.

По нормам: $E_{\text{общ}}/E_{\text{мест}} \geq 1/9$, но в пределах $150 \leq E_{\text{общ}} \leq 450$ лк.

Из таблиц выбирается $E_{\text{комб.доп}} = E_{\text{общ}} + E_{\text{мест}}$.

Затем находится $E_{\text{общ}}$ и производится расчет общего освещения (по η).

Затем определяется освещенность $E_{\text{мест.доп}}$ и производится расчет местного освещения.

Расчет местного освещения.

Производится точечным методом.

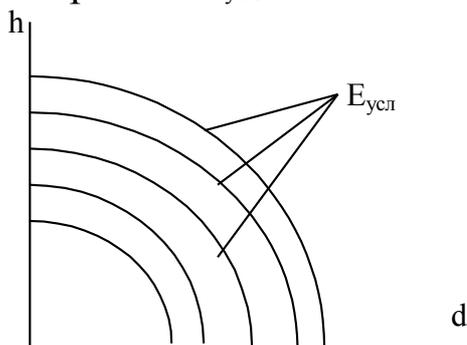
$$\Phi_{\text{мест}} = \frac{1000 \times E_{\text{мест}} \times Z_1}{E_{\text{усл}} \times \mu}, \text{ где}$$

1000 – световой поток условной лампы;

$E_{\text{усл}}$ – освещенность от условной лампы (находится из кривых изолюкс);

μ – коэффициент влияния других источников света (соседних).

h, d – координаты расчетной на рабочей поверхности, по ним выбирается $E_{\text{усл}}$



Естественное освещение.

Существует 3 системы: боковое, верхнее, комбинированное. Средняя полуденная освещенность рассеянным светом открытого небосвода (для Москвы): 4000лк – декабрь; 3800лк – июнь, т.е. непостоянна.

Поэтому нормируется доля в % наружной освещенности под полностью открытым небосводом, которая улавливается внутри помещения:

$$E = \frac{E_{\text{внутр}}}{E_{\text{вне}}} \times 100\% - \text{коэффициент естественной освещенности (КЕО)}.$$

Значение КЕО (по СНиП 23-05-95) установлены в зависимости от системы освещения и разряда зрительной работы (от 0,1 до 10%) КЕО нормируется в наиболее удаленной от окна точке.

$$e_{\text{мин}} \geq e_{\text{доп}}$$

Эритемное освещение – используется для профилактики светового голодания (искусственное ультрафиолетовое облучение). Эритема – легкое покраснение кожи. Макс. эффект при $\lambda = 297\text{нм}$. Эритемное облучение длительного действия – совместно с рабочим, кратковременно – в фотариях.

Аварийное освещение – 2 вида:

- 1) для продолжения работы;
- 2) для эвакуации.

Особенности: автономное питание, спец. знаки на лампах.

Нормы: 1) $\geq 0,05 E_{\text{общ}}$, но не менее 2лк;
2) 0,5лк.