Тема 2.3. Освітлення виробничих приміщень

Мета

навчальна: вивчити будову природного та штучного освітлення, правила експлуатації.

виховна: прищеплювати студентам відповідальність за створення безпечних і здорових умов праці на виробництві.

пізнавальна: розвивати уміння користуватися всіма доступними джерелами знань.

План

1. Основні світлотехнічні визначення.
2. Природне, штучне, суміщене освітлення.
3. Класифікація виробничого освітлення. Основні вимоги до виробничого освітлення.
4. Нормування освітлення, розряди зорової роботи.
5. Експлуатація систем виробничого освітлення.
6. Джерела штучного освітлення, лампи і світильники.
7. Загальний підхід до проектування систем освітлення.

Література

1. Закон України «Про охорону праці» (нова редакція із змінами та доповненнями станом на 1 січня 2004 року). – К.: Основа, 2004. – 56 с.
2. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.
3. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
4. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2005. – 317с.
5. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
6. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с
7. Основи охорони праці:. /В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г.Валенко та ін.; за ред. проф. В.В. Березуцького. – Х.:Факт, 2005. – 480 с.
8. Охорона праці: навч. посіб. / З.М. Яремко, С.В. Тимошук, О.І. Третяк, Р.М. Ковтун; за ред. проф. З.М. Яремка. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 374 с.

created by free version of DocuFreezer

1. Основні світлотехнічні визначення

Світлові випромінювання – це електромагнітні випромінювання певної частки оптичного діапазону. За довжиною хвилі оптичні випромінювання знаходяться в діапазоні довжини хвилі від 10 до 340000 нм. У цьому діапазоні видимі випромінювання займають незначну ділянку — діапазон від 380 до 760 нм. Таким чином, при однаковому енергетичному рівні оптичні випромінювання з довжиною хвилі 380-760 нм сприймаються органами зору людини, а за межами цього хвильового діапазону не сприймаються.

Тому при вирішенні питань світлотехніки такі питання як енергія випромінювання чи потужність недоречні. У зв'язку з цим у світлотехніці введена система світлотехнічних величин і одиниць.

Основними поняттями цієї системи є світловий потік, сила світла, освітленність і яскравість, фон (характерується коефіцієнтом відбиття (ρ), пропускання (τ) та поглинання (β)), яркісний контраст і видимість.

Світловий потік F — це потік випромінювання, що оцінюється за його дією на людське око. За одиницю світлового потоку прийнято люмен (лм). Наприклад, лампа розжарювання потужністю 40 Вт створює світловий потік 415-460 лм, а люмінесцентна лампа ЛД 40 такої же потужності — 2340 лм.

Сила світла I — просторова щільність світлового потоку, яка визначається відношенням світлового потоку F (лм) до тілесного кута ω, у якому цей потік поширюється: $I = F/\omega$. За одиницю сили світла прийнято канделу (кд). Тілесний кут — частина простору сфери, обмежена конусом, що спирається на поверхню сфери з вершиною у її центрі. За одиницю тілесного кута прийнято стерадіан (ср). Кут в 1 ср вирізає на поверхні сфери площину, рівну квадрату радіуса сфери. Кандела це сила світла еталонного джерела в перпендикулярному напрямку при температурі затвердіння платини 2046,65° К і тиску P=101325 Па.

Освітленість E — поверхнева щільність світлового потоку. При рівномірному розподілі світлового потоку F, перпендикулярного освітлюваній поверхні S, освітленість $E = F/S$. Наприклад, освітленість поверхні у повний місяць — 0,2-0,3 лк, білої ночі 2-3 лк, опівдні (літо) — 68000–99000 лк.

Яскравість поверхні B — поверхнева щільність сили світла, визначається як відношення сили світла I у даному напрямі до проекції поверхні, що світиться, на площину, перпендикулярну до напряму спостереження.

$B = I/S \cdot \cos\alpha$, де α — кут між нормаллю до поверхні і напрямом зору. За одиницю яскравості прийнято канделу на квадратний метр (кд/м^2 або ніт). Наприклад, яскравість люмінесцентних ламп – $5 \cdot 10^3$- 10^5 кд/м^2, лампи розжарювання – $5{,}5 \cdot 10^6$ кд/м^2. Око людини спроможне нормально функціонувати у діапазоні 10^{-6}–10^4 кд/м^2. Осліплююча яскравість залежить від розміру поверхні, яка світиться, яскравості сигналу та рівня адаптації зору і має розбіг $6{,}4 \cdot 10$–$15{,}9 \cdot 10^4$ кд/м^2. Для ефективного бачення об'єкту фонова яскравість повинна знаходитися у діапазоні 10-500 кд/м^2.

Коефіцієнти *відбиття* ρ, *пропускання* τ та *поглинання* β поверхонь вимірюються у процентах або частках одиниці ($\rho + \tau + \beta = 1$): $\rho = F_\rho/F$; $\tau = F_\tau/F$; $\beta = F_\beta/F$, де F_ρ, F_τ, F_β — відповідно відбитий, поглинений та той, що пройшов через поверхню, світлові потоки; F – світловий потік, що падає на поверхню.

created by free version of DocuFreezer

Наприклад, коефіцієнт відбиття білої поверхні дорівнюється 0,8 – 0,75 , світло синьої – 0,55, коричневої – 0,23, чорної – 0,1 – 0,07.

Фон – поверхня, що безпосередньо прилягає до об`єкта. Він оцінюється коефіцієнтом відбиття. Фон вважають світлим при $\rho>0,4$, середнім — при $0,4 \geq \rho>0,2$ та темним при $\rho<0,2$.

Контраст К об`єкта спостереження та фону визначається різницею між їх яскравостями: $К= (В_о – В_ф)/В_ф$, де $В_о$ та $В_ф$ — відповідно яскравості об`єкта та фону. Контраст вважають великим при $К>0,5$, середнім при $0,2< К<0,5$, малим при $К < 0,2$.

Видимість V характеризує здатність ока сприймати об’єкт. Видимість залежить від освітлення, розміру об’єкта розпізнавання, його яскравості, контрасту між об’єктом і фоном, тривалості експозиції: $V = К/К_{пор}$, де К — контраст між об’єктом і фоном; $К_{пор}$ – пороговий контраст, тобто найменший контраст, що розрізняється оком за даних умов. Для нормального зорового сприйняття V повинна бути рівною 10–15.

Час зберігання зорового відчуття — 0,2-0,3 с. Сприйняття мерехтливого світла має специфічні особливості. Серія світлових імпульсів сприймається як безупинний сигнал, якщо інтервали між імпульсами порівняні з часом інерції зору. Критична частота мерехтіння дорівнює 15-70 Гц. Таким чином, для забезпечення стабільного зображення частота регенерації сигналу повинна бути не нижчою 70 Гц. Наприклад, у сучасних моніторах частота регенерації зображення складає 85 Гц і вище.

Для вимірювання рівнів освітленості на робочих поверхнях використовують люксметри (наприклад, Ю-116), які складаються з фотоелемента та увімкненого до нього міліамперметра. При надходженні світлового потоку на фотоелемент у колі приладу виникає фотострум, пропорційний світловому потоку, що падає. Шкала приладу градуюється в одиницях освітленості – люксах, що дає змогу за показаннями приладу оцінити освітленість поверхні.

created by free version of DocuFreezer

2. Природне, штучне, суміщене освітлення

Освітлення відіграє дуже важливу роль у житті людини. Біля 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, але й біологічним ритмом – бадьорості та сну. Отже, недостатня освітленість (або її надмірна кількість) знижує рівень збудженості центральної нервової системи, і, природно, активність усіх життєвих процесів.

Організація правильного освітлення робочих місць, виробничих, адміністративних та іншого функціонального призначення приміщень має велике санітарно-гігієнічне значення, сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню травматизму, поліпшенню якості продукції.

Освітлення повинно задовольняти наступні вимоги:

— бути рівномірним і достатньо сильним;

— не створювати різких тіней на місцях роботи, значних контрастів між освітленим робочим місцем і навколишньою обстановкою (підлога, стіни, обладнання);

— не створювати зайвих бліків в полі зору працівника;

— давати правильний напрям світлового потоку.

Залежно від джерел світла виробниче освітлення може бути трьох видів:

природне – це пряме або відбите світло сонця (небосхилу), що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх відгороджуючи конструкціях;

штучне – здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання або газорозрядними) і призначене для освітлення приміщень у темні години доби або таких приміщень, які не мають природного освітлення;

сполучене (суміщене) – одночасне поєднання природного і штучного освітлення.

Штучне освітлення в залежності від призначення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне.

created by free version of DocuFreezer

3. Класифікація виробничого освітлення. Основні вимоги до виробничого освітлення.

Виробниче освітлення *залежно від джерела світла* може бути: природним, штучним та суміщеним.

Природне освітлення обумовлене прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу, змінюється залежно від географічної широти, ступеню хмарності, часу діб від сотень частин люкс вночі до десятків тисяч люкс вдень.

Штучне освітлення створюється штучними джерелами світла: лампами розжарювання або газорозрядними лампами.

Суміщене освітлення являє собою доповнення природного освітлення штучним в світлий час діб при недостатньому за нормами природним освітленням.

Природне освітлення підрозділяється на ***бокове*** – через світлові прорізи у зовнішніх стінах; ***верхнє*** – через ліхтарі та світлові прорізи у покритті, а також через прорізи у місцях перепаду висот будинку; ***комбіноване*** – освітлення, що сполучає бокове та верхнє природне.

Штучне освітлення по складу буває наступних систем: загальної та комбінованої. При ***загальному*** освітленні світильники розміщуються у верхній зоні (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або стосовно до розташування обладнання (загальне локалізоване освітлення).

Доповнення загального освітлення місцевим, світловий потік якого створюється від світильників встановлених безпосередньо на робочих місцях, називається комбінованим освітленням.

Місцеве освітлення застосовується тільки спільно з загальним освітленням.

По функціональному призначенню штучне освітлення підрозділяють на наступні види: робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне та чергове.

Штучне та природне освітлення може бути ефективним тільки при старанному обслуговуванні всього обладнання. Внаслідок тривалої експлуатації світловий потік ламп розжарювання зменшується на 10-15%, а люмінесцентних ламп – на 20-25 %. Очищення скла світлових прорізів повинно проводитись не рідше 2 разів на рік у приміщеннях з незначним виділенням пилу і не рідше 4 разів на рік при значному виділенні пилу; для світильників – 4-12 разів на рік (залежно від характеру запиленості виробничого приміщення).

Світильники загального та місцевого освітлення, що висять нижче 2,5 м від рівня підлоги, повинні напругою не вище 42 В. При слюсарно-монтажних роботах, технічному обслуговуванні та ремонті машин, автомобілів та іншого обладнання необхідно користуватись переносними джерелами світла (ручними світильниками) з напругою не вище 42 В, а при роботах в особливо небезпечних умовах (резервуари, канавки, криниці тощо) – не вище 12 В.

Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

created by free version of DocuFreezer

— створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;

— не повинно чинити засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;

— забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частої переадаптації органів зору;

— не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);

— повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюються;

— не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);

— повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним

created by free version of DocuFreezer

4. Нормування освітлення, розряди зорової роботи

Вибір нормованих параметрів, проектування та розрахунок освітлення здійснюються згідно ДБН В.2.5-28-2006. Згідно яким всі роботи розбиваються на 8 розрядів зорових робіт.

Розряд зорових робіт залежить від мінімального розміру об'єкта розглядання. Перші п'ять мають підрозряди (а, б, в, г), які визначаються фоном та контрастністю об'єкта з фоном.

Внаслідок непостійності природного освітлення протягом дня та пори року, кількісна оцінка цього виду освітлення здійснюється у залежності від розряду зорових робіт по коефіцієнту природного освітлення (КПО, е).

КПО визначається відношенням (у відсотках) освітленості в даній точці у середині приміщення Евн до одночасно виміряної зовнішньої горизонтальної освітленості Езов, що створюється світлом відкритого небосхилу:

Прийнято роздільне нормування КПО для бокового та верхнього освітлення. В приміщенні, що освітлюється тільки боковим світлом, нормується мінімальне значення КПО у межах робочої зони, яке має бути забезпечено у точках, найбільш віддалених від вікон. В приміщенні з верхнім або комбінованим освітленням нормується середнє значення КПО у межах робочої зони.

Для штучного освітлення нормується абсолютне значення рівня освітленості на робочих поверхнях у виробничих приміщеннях, також залежно від розряду зорових робіт, фону, контрасту об'єкта з фоном та системи освітлення. Так для обчислювальних центрів величина штучної освітлення при виконанні робіт високої зорової точності (розряд III, підрозряд "г") при одному загальному освітленні повинна бути не нижче 200 лк. При визначенні норми освітленості необхідно враховувати ряд умов, викликаючих необхідність підвищення або зниження рівня освітленості. Норми освітленості слід підвищувати, наприклад, при виконанні робіт I-IV розряду, якщо напружена зорова робота виконується на протязі всього робочого дня. В деяких випадках норму освітленості слід знижувати, наприклад, у приміщеннях де виконуються роботи малої та середньої точності, при короткочасному перебуванні людей.

Природне освітлення має важливе фізіолого-гігієнічне значення для людини, має психологічну дію, створюючи відчуття безпосереднього зв’язку з довкіллям, стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин, покращує розвиток організму в цілому. Сонячне випромінювання зігріває та знезаражує повітря, очищуючи його від збудників багатьох ; площа та орієнтація світлових отворів; конструкція вікон і чистота скла; геометричні параметри приміщень та відбиваючі властивості поверхонь; зовнішнє та внутрішнє затемнення світла різними об’єктами.

Оскільки природне освітлення не постійне у часі, його кількісна оцінка здійснюється за відносним показником – коефіцієнтом природної освітленосні (КПО):

$$КПО = (Е_{вн}/Е_{зов})\cdot 100\%, \qquad (1)$$

де $Е_{вн}$ (лк) — природна освітленість в даній точці площини всередині приміщення, яка створюється світлом неба (безпосереднього або після відбиття); $Е_{зов}$ (лк) — зовнішня горизонтальна освітленість, що створюється світлом в той самий час повністю відкритим небосхилом.

created by free version of DocuFreezer

В основі *нормування виробничого* освітлення покладена залежність необхідного рівня освітлення від зорової напруги (розряду зорової роботи), яка, в першу чергу, визначається розміром об'єкта розпізнавання, контрастом між об'єктом і фоном, характеристикою фона. Нормування освітлення в громадських, допоміжних та житлових будівлях здійснюють в залежності від призначення приміщення.

За системи бічного природного освітлення (через віконні прорізи у стінах) нормується мінімальне значення КПО. Для односторонньої бічної системи — це КПО у точці робочої поверхні (або підлоги), розташованій на відстані 1м від стіни, найбільш віддаленої від світлових прорізів. За системи верхнього природного освітлення (через ліхтарі — світлові прорізи у покритті будівлі) та системи верхнього та бічного природного освітлення нормується середній КПО, обчислений за результати вимірювань у N точках (не менш 5) умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша та остання точка приймаються на відстані 1 м від поверхні стін. Середнє значення КПО обчислюється за формулою:

$$КПО_{ср}=(КПО_1/2 +КПО_2+КПО_3 +\ldots+ КПО_{N-1}+КПО_N/2)/(N-1), \qquad (2)$$

де $КПО_N$ – коефіцієнт природного освітлення у N-й контрольній точці, N — кількість контрольних точок у площині характерного перерізу приміщення.

Нормативні значення коефіцієнтів природного освітлення приводяться ДБН В.2.5-28-2006 в залежності від розряду зорової роботи для середньої зони Росії ($КПО_н^{III}$), але без врахування інших зон світлового клімату (географічного розтушування місця) та орієнтації світлових прорізів (таблиця 2.10). Нормоване значення КПО для будівель, що розміщенні у I, II, IV, V поясах світлового клімату, визначається за формулою:

$$КПО_н^{I,II,IV,V} =КПО_н^{III} \cdot m \cdot c, \qquad (3)$$

де $КПО_н^{III}$ — значення коефіцієнта природного освітлення для III зони світлового клімату за таблицями СНиП II–4-79/86; m — коефіцієнт світлого клімату (для більшої частини України, розташованої у IV поясі світлового клімату m = 0,9, для Криму (V пояс) m = 0,8); c — коефіцієнт сонячності клімату, якій залежить від зорієнтованості світлових отворів за сторонами світу (азимут, град), для південного напрямку c = 0,65 – 0,75, для північного — c = 0,9 –1,0).

При проектуванні природного освітлення враховують, що освітленість в середині приміщення залежить від світла, яке створюється небом і безпосередньо потрапляє на робочу поверхню, а також світла, яке відбивається від поверхонь в середині приміщення та прилеглих будівель.

Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових отворів, що мають забезпечити в приміщенні нормативні значення $КПО_н$. При боковому освітленні розрахунок проводиться за формулою:

$$100(S_в /S_п)=(КПО_н \cdot k_з \cdot \eta_в \cdot k_{буд})/(\tau_в \cdot r), \qquad (4)$$

де $S_в$,$S_п$ — площі вікон і підлоги у приміщенні;

$КПО_н$ — нормативний коефіцієнт природного освітлення ;

$k_з$ — коефіцієнт запасу, враховує зниження світлопропускання вікон і середовища у приміщенні, $k_з$ =1,2-1,5;

$\eta_в$ — світлова характеристика вікон, залежить від відношення розмірів приміщення у (довжини до глибини та глибини до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна), $\eta_в$ = 6,5 – 66,0;

created by free version of DocuFreezer

$k_{буд}$ — коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані напроти (залежить від відношення відстані між будівлями до висоти карнизу протилежного будинку над підвіконником), $k_{буд}$ =1,0 – 1,7;

$\tau_в$ — загальний коефіцієнт світлопропускання, $\tau_в = \tau_1\tau_2\tau_3\tau_4\tau_5$, де τ_1 — коефіцієнт світлопропускання матеріалу, τ_1 =0,5- 0,9; τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі,τ_2 =0,-0,8; τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні τ_3 =1,0); τ_4 — коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях,τ_4 =0,6-1; τ_5 — коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями, τ_5 =0,9;

r — коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення та прилеглих будівель, r =1,0 – 10.

Штучне освітлення має створювати достатню освітленість на робочих місцях. Норми передбачають найменшу необхідну освітленість робочих поверхонь виробничих приміщень Emin, лк, виходячи з умов зорової роботи. Норми носять загальний, міжгалузевий характер. На їх основі з урахуванням зорової роботи розробляються галузеві норми для різних видів промисловості (електронної, текстильної, машинобудівної та ін.). Норми ділять зорові роботи на розряди та підрозряди з урахуванням найменшого розміру об'єкта розрізнення, значень контрасту об’єкта розрізнення з фоном та характеристик фону. Для робіт розрядів I-V норми освітленості встановлюються залежно від системи загального чи комбінованого освітлення. Для інших розрядів (Vв-VIIIв - робота, яка не потребує надзвичайної точності) нормується освітленість тільки системи загального освітлення. Місцеве освітлення при таких роботах є недоцільним або неможливим (робота зі світними матеріалами, виробами в гарячих цехах, періодичне чи постійне спостереження за ходом виробничого процесу, робота на складах). Норми й якісні характеристики штучного освітлення стосуються установок із газорозрядними джерелами світла. У випадках застосування ламп розжарювання встановлюються знижені значення освітленості. Слід зазначити, що в ряді випадків СНиП передбачає як підвищення, так і зниження норм освітленості залежно від характеру роботи. Освітленість підвищується не більш ніж на один ступінь при безупинній зоровій роботі, підвищеній небезпеці травматизму, високих вимогах до продукції, що виготовляється, за відсутності або недостатності природного освітлення. Знижується освітленість при короткочасному перебуванні людей у приміщеннях і наявності устаткування, яке не потребує постійного нагляду.

Поряд із нормуванням якісного показника Emin нормуються й якісні показники штучного освітлення:

• показник засліпленості P (від 20 до 60%);

• коефіцієнт пульсації освітленості Kη (від 10 до 20%);

• показник дискомфорту M (тільки для громадських будівель) (від 25 до 90%).

created by free version of DocuFreezer

5. Експлуатація систем виробничого освітлення

Ретельний і регулярний догляд за устаткуванням природного та штучного освітлення має важливе значення для створення раціональних умов освітлення, а саме, – забезпечення потрібних величин освітленості без додаткових витрат електроенергії. В приладах з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за належним станом схем вмикання та пускорегулюючих апаратів, про несправність яких свідчить значний шум дроселів та блимання світла. Терміни чищення світильників та віконного скла в залежності від рівня пилу та газів в повітряному середовищі передбачаються діючими нормами (для віконного скла від двох до чотирьох разів на рік; для світильників – від чотирьох до дванадцяти раз на рік).

Своєчасно повинна проводитися заміна несправних ламп та ламп, що відпрацювали робочий строк. Після заміни ламп та чищення світильників необхідно перевіряти рівень освітленості в контрольних точках не рідше одного разу на рік. Фактично отримана освітленість повинна бути більшою або дорівнювати нормативній освітленості з урахуванням коефіцієнта запасу.

Для вимірювання рівнів освітленості на робочих поверхнях використовують люксметри (наприклад, Ю1116), які складаються з фотоелемента та увімкненого до нього міліамперметра. При надходженні світлового потоку на фотоелемент у колі приладу виникає фотострум, пропорційний світловому потоку, що падає.

Шкала приладу градуюється в одиницях освітленості – люксах, що дає змогу за показаннями приладу оцінити освітленість поверхні

created by free version of DocuFreezer

6. Джерела штучного освітлення, лампи і світильники

Як джерела світла при штучному освітленні використовуються лампи розжарювання та газорозрядні лампи. Основними характеристиками джерел світла є номінальна напруга, споживана потужність, світловий потік, питома світлова віддача та строк служби.

У *лампі розжарювання* видиме світло випромінює нагріта до високої температури нитка з тугоплавкого матеріалу. Світловий потік залежить від споживаної потужності і температури нитки. Лампи розжарювання прості у виготовленні, надійні в експлуатації. Їх недоліки: мала світлова віддача (10-15 лм/Вт), невеликий строк служби (близько 1000 год) та несприятливий спектральний склад світла, в якому переважають жовтий та червоний кольори при нестачі синього та фіолетового порівняно з природним світлом, що утруднює розпізнавання кольору.

Різновидом ламп розжарювання є галогенні лампи, колби яких наповнені парами галогену (йоду або брому). Це підвищує температуру нитки розжарювання і практично виключає її випаровування. Галогенні лампи мають строк служби (2000 - 5000 год) і підвищену світловіддачу (20 лм/Вт).

У *газорозрядних лампах* балон наповнюється парами ртуті та інертним газом, на внутрішню поверхню балона наносять люмінофор. Газорозрядні лампи бувають низького (люмінесцентні) та високого тиску. Люмінесцентні лампи мають великий строк служби (10000 год), більшу світлову віддачу (50-80 лм/Вт), малу яскравість поверхні, що світиться, кращий спектральний склад світла – ближчий до денного. До недоліків люмінесцентних ламп відноситься: пульсація світлового потоку, нестійка робота при низьких температурах і зниженій напрузі та більш складна схема вмикання. Пульсація світлового потоку негативно впливає на стан зору, а також може викликати стробоскопічний ефект, який полягає у тому, що частини обладнання, що обертаються, здаються нерухомими або такими, що обертаються у протилежному напрямі. Стробоскопічний ефект можна знизити вмиканням сусідніх ламп у різні фази мережі, але повністю усунути його не вдається. Зниження негативної дії пульсуючого світлового потоку здійснюють підвищенням частоти (до 1кГц) струму живлення, що пов’язано з інерційною характеристикою формування зорового образу.

Розрізняють кілька типів люмінесцентних ламп залежно від спектрального складу світла: ЛД — лампи денні, ЛБ — білі, ЛДК — денного світла правильної кольорової передачі, ЛТБ — тепло-білі, ЛХБ — холодно-білі.

Лампи високого тиску — дугові ртутні (ДРЛ) та натрієві лампи (ДНаТ) мають строк служби більш 10000 год та світловіддачу відповідно 50 і 130 лм/Вт.

Джерело світла (лампи) разом з освітлюваною арматурою складає *світильник.* Він забезпечує кріплення лампи, подачу до неї електричної енергії, запобігання забрудненню, механічному пошкодженню, а також вибухову - і пожежобезпеку, електробезпеку та раціональний розподіл світлового потоку. Здатність світильника захищати очі працюючого від надмірної яскравості джерела характеризується *захисним кутом.*

created by free version of DocuFreezer

7. Загальний підхід до проектування систем освітлення

При проектуванні освітлювальних установок необхідно, дотримуючись норм та правил освітлення, визначити потребу в освітлювальних пристроях, установчих матеріалах і конструкціях, а також в електричній енергії. Проект, як правило, складається з чотирьох частин: світлотехнічної, електричної, конструктивної та кошторисно-фінансової.

Світлотехнічна частина передбачає виконання таких робіт:

знайомство з об'єктом проектування, яке полягає в оцінці характеру й точності зорової роботи на кожному робочому місці; при цьому обов'язково треба встановити роль зору у виробничому процесі, мінімальні розміри об'єктів розрізнювання та відстань від них до очей працюючого; визначити коефіцієнт відбиття робочих поверхонь і об'єктів розрізнення, розташування робочих поверхонь у просторі, бажану спрямованість світла, наявність об'єктів розрізнювання, що рухаються, можливість збільшення контрасту об'єкта з фоном, можливість виникнення травматично небезпечних ситуацій, стробоскопічного ефекту; виявити конструкції та об'єкти, на яких можна розмістити освітлювальні прилади, а також конструкції та об'єкти, які можуть утворювати тіні тощо;

вибір системи освітлення, який визначається вимогами до якості освітлення та економічності установки освітлення;

вибір джерела світла, що визначається вимогами до спектрального складу випромінювання, питомою світловою віддачею, одиничною потужністю ламп, а також пульсацією світлового потоку;

визначення норм освітленості та інших нормативних параметрів освітлення для даного виду робіт відповідно до точності робіт, системи освітлення та вибраного джерела світла;

вибір приладу освітлення, що регламентується його конструктивним виконанням за умовами середовища, кривою світлорозподілу, коефіцієнтом корисної дії та величиною блиску;

вибір висоти підвісу світильників здійснюється, як правило, сумісно з вибором варіанту їх розташування і визначається в основному найвигіднішим відношенням L:h (відстань між світильниками до розрахункової висоти підвісу), а також умовами засліплення; залежно від кривої світлорозподілу (типу світильника) відношення L:h прийнято від 0,9 до 2,0.

Після визначення основних параметрів освітлювальної установки (нормованої освітленості, системи освітлення, типу освітлювальних приладів та схеми їх розташування) приступають до світлотехнічних розрахунків.

Розрахунок освітлювальної установки може бути виконано різними способами, які базуються на двох основних методах розрахунків: за світловим потоком і точковий. Найбільш розповсюджений в проектній практиці розрахунок *за методом коефіцієнта використання потоку світла.* Цей метод використовується для розрахунку загального рівномірного освітлення і дає змогу визначити світловий потік джерел світла, необхідний для створення нормованого освітлення розрахункової горизонтальної площини. Цим методом враховується прямий та відбитий (від стелі, стін та підлоги) потік світла.

Потік світла F, який повинні випромінювати лампи в кожному світильнику, визначають за формулою:

created by free version of DocuFreezer

$$F = EkSz / (N\eta\gamma), \quad (1)$$

де E — нормована мінімальна освітленість, лк;

k — коефіцієнт запасу (приймають за СНиП II-4-79/86 в межах від 1,2 до 2,0 в залежності від вмісту пилу в повітрі, типу джерела світла і розрахункових строків очищення світильників — 2-18 раз на рік);

S — площа, що освітлюється, $м^2$;

$z=E_{ср}/E_{мін}$ — коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення ($E_{ср}$, $E_{мін}$ – середня та мінімальна освітленість), приймають таким, що дорівнює 1,0 при розрахунку на середню освітленість чи для відбитого освітлення, 1,15 — для ламп розжарювання і ДРЛ, 1,1 — для ліній, що світяться, виконаних світильниками з люмінесцентними лампами;

N — кількість світильників, передбачена ще до розрахунку відповідно до найвигіднішого L:h;

η — коефіцієнт використання випромінюваного світильниками потоку світла на розрахунковій площині (визначають за довідковими таблицями залежно від типу світильника, коефіцієнтів відбиття підлоги, стін, стелі та індексу приміщення *i*, який розраховується за формулою i=AB/(h(A+B)), тут A і B — розміри приміщення в плані, м;

h — розрахункова висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м);

γ — коефіцієнт затінення (може вводитись для приміщень з фіксованим розташуванням працівників і приймається таким, що дорівнює 0,8).

Обчислений за формулою розрахунковий потік світла лампи (або світильника з кількома лампами) порівнюють зі стандартним (за ГОСТ на джерела світла) і приймають найближче значення. У практиці світлотехнічних розрахунків допускається відхилення потоку світла вибраної лампи від розрахункового у межах від — 10 до +20%.

Різновидом методу коефіцієнта використання потоку світла є *метод питомої потужності,* який іноді називають методом ват. Питома потужність є потужність установки освітлення приміщення, у відношенні до площі його підлоги. Цей метод застосовують тільки для орієнтовних розрахунків. Він дає змогу визначити потужність кожної лампи P (Вт) для створення нормованого освітлення:

$$P = \omega S/N, \quad (2)$$

де ω — питома потужність лампи, $Вт/м^2$; S — площа приміщення, $м^2$;

N — кількість ламп установки освітлення.

Значення питомої потужності знаходять за спеціальними таблицями залежно від нормованої освітленості, площини приміщення, висоти підвісу і типів світильників, що використовуються, а також коефіцієнта запасу.

Точковий метод дає найбільш правильні результати і використовується для розрахунку локалізованого та місцевого освітлення, а також освітлення негоризонтальних площин та великих територій. Він дає змогу визначити освітленість в будь-якій точці від будь-якого числа освітлювальних приладів. До недоліків методу слід віднести важкість урахування відбитих складових потоку світла.

Розрахункове рівняння точкового методу має вигляд:

$$E_A = I_A \cos\alpha / r^2 \quad (3)$$

created by free version of DocuFreezer

де E_A — освітленість горизонтальної площини у даній точці А, лк; I_A — сила світла в напрямі точки А, кд (значення сили світла знаходять за кривими світлорозподілу даного освітлювального приладу); α — кут між нормаллю до робочої площини і напрямом вектора сили світла в точку А; r — відстань від світильника до розрахункової точки А, м.

Для зручності розрахунків, особливо на ЕОМ, рівняння може бути перетворено. Приймаючи $r = h/\cos\alpha$ (де h — розрахункова висота підвісу світильника, м) та вводячи коефіцієнт запасу k, маємо:

$$E_A = (I_A \cos^3\alpha)/(kh^2). \quad (4)$$

У тому випадку, коли розрахункова точка А міститься на будь-якій негоризонтальній площині, освітленість її E_H можна знайти з рівняння $E_H = E_A\Psi$, де Ψ — перехідний коефіцієнт, що визначається за спеціальними номограмами.

При розрахунках освітлення, що утворюється кількома світильниками, підраховують освітленість в даній точці від кожного з цих приладів і кінцеві результати додають.

Різновидом точкового методу розрахунку є метод ізолюкс (ізолюкса — крива, що являє собою геометричне місце точок даної площини з однаковими освітленостями). У цьому випадку точковим методом розраховують освітленість у горизонтальній площині від одного світильника чи компактної їх групи. Отримують сімейство ізолюкс, виконаних в масштабі, у якому накреслена та чи інша територія, яка підлягає освітленню. Ізолюкси при проектуванні накладають на план таким чином, щоб вони заповнили всю територію. Цей прийом дає змогу графічно розрахувати на тільки освітлення, а й координати місць встановлення опор світильників.

created by free version of DocuFreezer