### **Лабораторна робота № 2**

### **Дослідження штучного виробничого освітлення**

**Мета роботи:** Ознайомитись з принципами нормування штучного освітлення виробничих приміщень; навчитися вимірювати і визначати освітленість, потрібну для виконання різних видів зорової роботи.

**Короткі теоретичні відомості**

***Освітлення*** *-* це отримання, розподіл та використання світлової енергії для забезпечення нормальних умов праці. Освітлення буває природним, штучним та сумісним. Сприятливим для організму є природне освітлення, тому гігієнічними нормами вимагається максимально використовувати природне освітлення, оскільки денне світло краще сприймається органами зору. Сумісне освітлення - це таке освітлення, при якому в світлий час доби одночасно використовується природне та штучне освітлення.

Освітлення, що відповідає гігієнічним вимогам, сприяє підвищенню продуктивності праці, створює гарний психологічний тонус, відповідний настрій і самопочуття, запобігає загальній втомі організму, впливає на обмін речовин, серцево-судинну систему, знижує кількість нещасних випадків. Недостатнє освітлення є однією з причин виробничого травматизму.

Таким чином, освітлення повинне бути достатнім, тобто відповідати вимогам санітарних норм, рівномірним, не повинно осліплювати очі та створювати відблиски на робочій поверхні, за спектральним складом має наближатись до сонячного світла. Оптимальним вважається таке освітлення, при якому втома зору найменша. Менш допустимою величиною освітлення вважається така, нижче якої відбувається порушення зорової функції.

Освітлення характеризується кількісними та якісними показниками:

* ***світловий потік Ф*** – частина променевого потоку, яка сприймається зором людини, як світло; характеризує потужність світлового випромінювання, вимірюється в люменах (лм). ***Люмен*** є потік випромінювання, що посилається джерелом з силою світла в 1 кд (кандела) всередину тілесного кута в 1 ср (стерадіан);
* ***сила світла І*** – просторова щільність світлового потоку; визначається як відношення світлового потоку dФ, що виходить із джерела і рівномірно поширюється всередині елементарного тілесного кута dW, до величини цього кута: *І* = dФ / dW; вимірюється в канделах (кд). ***Кандела*** - сила світла, що випромінюється у напрямі нормалі з 1/60 см2 випромінюваної поверхні світлового еталону у вигляді абсолютно чорного тіла при температурі твердіння чистої платини 2046,6 К і тиску 101325 Па.
* ***освітленість Е*** – поверхнева щільність світлового потоку; визначається як відношення світлового потоку dФ, що рівномірно падає на освітлену поверхню dS (м2), до її площі, тобто *Е*=dФ / dS; вимірюється в люксах (лк). ***Люкс*** - це освітленість, що створюється світловим потоком в 1 лм при рівномірному розподілі його на площі в 1 м2;
* ***яскравість В***поверхні під кутом *α* до нормалі – відношення сили світла *I* даної поверхні до площі цієї поверхні *S*, тобто *В* = dФ/( dS соs α); вимірюється в канделах на квадратний метр (кд/м2).

Для якісної оцінки умов зорової праці використовують такі показники, як фон, контраст об'єкта з фоном, коефіцієнт пульсації освітленості, показник засліплення, спектральний склад світла.

***Фон*** – це поверхня, на якій відбувається розрізнення об'єкта. Він характеризується здатністю поверхні відбивати падаючий на неї світловий потік. Ця здатність (коефіцієнт відбивання *ρ*) визначається як відношення відбитого від поверхні світлового потоку Фвід до падаючого на неї світлового потоку Фпад, тобто *ρ* = Фвід/Фпад. Залежно від освітленості та фактури поверхні значення коефіцієнта відбиття знаходяться в межах 0,02...0,95; при *ρ* > 0,4 фон вважається світлим; при *ρ* = 0,2...0,4 - середнім і при *ρ* < 0,2 - темним.

***Контраст об'єкта з фоном*** ***k*** – ступінь розрізнення об'єкта та фону - характеризується співвідношенням яскравостей розглядуваного об'єкта (точка, лінія, знак, тріщина, риска або інші елементи, які потрібно розрізнити в процесі роботи) до фону; визначається за формулою:

*k = (Вф - В0)/Вф.* (2.1)

Контраст об'єкта з фоном вважається великим, якщо *k* > 0,5 (об'єкт різко виділяється на фоні), середнім - при *k* =0,2...0,5 (об'єкт і фон помітно відрізняються за яскравістю і малим - при *k* = < 0,2 (об'єкт слабо помітний на фоні).

***Коефіцієнт пульсації освітленості*** ***kп*** – це критерій глибини коливання освітленості внаслідок зміни в часі світлового потоку. Коефіцієнт пульсації *k*п визначається за формулою:

, (2.2)

де *Еmak, Еmin, Есер -* максимальне, мінімальне та середнє значення освітленості за період коливань; для газорозрядних ламп *k*п= 25...65%; для ламп розжарювання *k*п*=*7%; для галогенних *k*п *=* 1%.

***Показник освітленості ро*** –критерій оцінки засліплюючої дії освітлювальної установки. Значення *ро* визначається за формулою:

*ро =1000(V1 / V2 - 1)*, (2.3)

де *VІ /V2 -* видимість об'єкта розрізнення відповідно при екрануванні та наявності яскравих джерел світла в полі зору.

Екранування джерел світла здійснюється за допомогою щитків, козирків тощо.

***Видимість******V*** характеризує здатність ока сприймати об'єкт. Вона залежить від освітленості, розміру об'єкта, його яскравості, контрасту об'єкта з фоном, тривалості експозиції. Видимість визначається числом порогових контрастів в контрасті об'єкта з фоном, тобто

*V = k* / *k*пор, (2.4)

де *k*пор – пороговий або найменший розрізнюваний оком контраст, при невеликому зменшенні якого об'єкт стає нерозпізнаваним на цьому фоні.

Люмінесцентні лампи використовуються при необхідності створити особливо сприятливі умови для зорової роботи, наприклад, при виконанні монотонних робіт, робіт з розрізненням колірних відтінків і ін. Вони характеризуються великим терміном служби (до 5000 год ) і сприятливим для зору спектральним складом світла. Світлова віддача люмінесцентних ламп у багато разів перевищує світлову віддачу ламп розжарювання.

Ртутні лампи характеризуються сприятливим спектральним складом світла і можливістю роботи при будь-якій температурі навколишнього середовища.

Світлодіодні лампи мають більш тривалий термін служби (до 50000 годин) та вищу ефективність (світлова віддача 100 Лм/Вт), ніж більшість інших відомих ламп (у лампи розжарювання - 12 Лм/Вт), у разі використання за належної температури. Якість світла світлодіодних ламп буде вдосконалюватись, для цього введено одиницю виміру, що називається CRI і використовується для вираження здатності джерела світла передавати кольори (шкала від 0 до 100). Світлодіодні лампи, які мають CRI нижче 75, не радять для використання у кімнатному освітленні.

Лампи як джерела світла використовуються в освітлювальних приладах, що представляють конструкції, в яких поєднуються лампи та освітлювальна арматура. Призначення арматури в освітлювальних приладах: оберігати очі від дії яскравих частин лампи, давати потрібний розподіл сили світла, оберігати лампу від перегрівання, механічних пошкоджень, дії навколишнього середовища і ін.

На промислових підприємствах застосовують штучне освітлення двох систем: загальне (при розподілі світлового потоку в об'ємі всього приміщення) і комбіноване, таке, що складається із загального і місцевого освітлення.

Проектування і нормування штучного і природного освітлення регламентується Державними Будівельними Нормами України ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» (табл. 2.1, 2.2). За критерій штучного освітлення прийнято значення освітленості в люксах.

Основною нормованою величиною природного освітлення є коефіцієнт природного освітлення.

**Коефіцієнт природної освітленості** **(КПО)** – відношення природної освітленості, яка створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба (безпосереднім або після відбивання), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, яка створюється світлом повністю відкритого небосхилу; виражається у відсотках.

КПО =( Евн / Езовн)·100 %, (2.5)

де Евн – освітленість у даній точці всередині приміщення, що створюється безпосереднім чи відбитим світлом неба;

Езовн – освітленість горизонтальної поверхні, що створюється в той самий час повністю відкритого небосхилу.

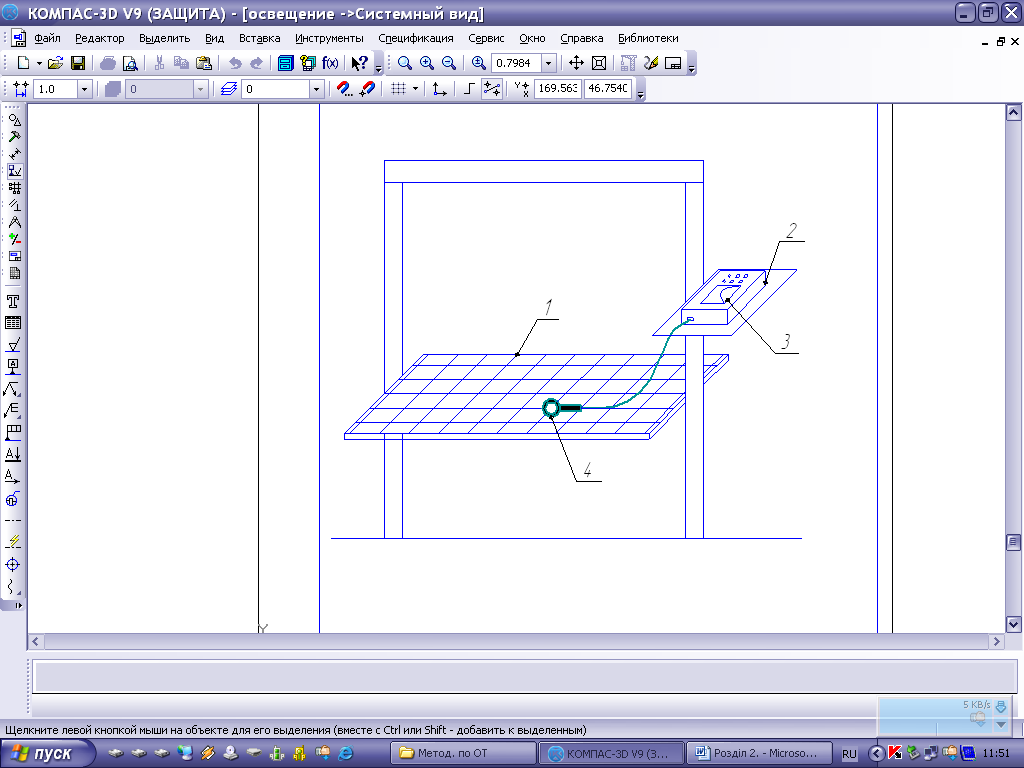
Нормоване значення КПО, еN, для будинків, розташованих у різних районах, слід визначати за формулою

еN = еn·mN, (2.6)

де еN – значення КПО для промислових підприємств (табл. 2.1, 2.2) та приміщень житлових, громадських і дміністративно-побутових споруд за ДБН В.2.5-28-2006 “Природне штучне освітлення”; mN – коефіцієнт світлового клімату; N – номер групи забезпеченості природним світлом.

**Опис лабораторної установки**

Лабораторна робота виконується на лабораторній установці яка складається з робочої поверхні 1 та переносного фотоелектричного люксметра 2 (рис. 2.1). Робоча поверхня представляє собою поверхню стола, розмічену сіткою, для рівномірного виміру освітленості в кожній умовній точці робочої поверхні.



*5*

1 – робоча поверхня, 2 – люксметр Ю-116; 3 – вимірник; 4 – селеновий фотоелемент з насадками; 5 – світильник

Рис. 2.1 – Лабораторна установка для дослідження природної освітленості робочих місць

Для вимірювання освітленості використовуються переносні фотоелектричні люксметри. Принцип їх дії заснований на явищі фотоелектричного ефекту. У даній лабораторній роботі використовується люксметр Ю116.

Люксметр Ю-116 призначений для вимірювання освітленості, що створюється джерелами природного і штучного світла, які розташовані довільно щодо світлоприймача приладу. Прилад має діапазон вимірювання освітленості 5...100000лк. Люксметр Ю116 складається з вимірника 3 та селенового фотоелемента з насадками 4. Прилад оснащений кнопками для перемикання шкал та табличкою із схемою, яка зв'язує застосування насадок з діапазонами вимірювань (згідно з табл. 2.3). Селеновий фотоелемент міститься в пластмасовому корпусі і має світлочутливу поверхню 30см2. Для зменшення косинусної похибки використовується напівсферична насадка К разом з однією із трьох інших насадок (світлофільтрів) М, Р або Т.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика люксметра Ю-116

|  |  |
| --- | --- |
|  | Діапазон вимірювань, лк: |
| з насадкою КМ | 50...300; 200...1000 |
| з насадкою КР | 500...3000; 2000...10000 |
| з насадкою КТ | 5000...30000; 10000...100000 |

**Порядок виконання лабораторної роботи**

1. Встановити вимірник люксметра з футляром у горизонтальне положення на максимальній відстані від фотоелемента, щоб на ньго не падала тінь від людини.
2. Приєднати фотоелемент до вимірювача і розпочати вимірювання, при цьому показання приладу в поділках шкали помножити на коефіцієнт поглинання світлофільтра.
3. Зміряти освітленість в усіх точках розміченого поля столу, а результати замірів занести в таблицю – сітку
4. За результатами вимірювань будують графік розподілу освітленості на робочій поверхні,.
5. Дані досліджень порівняти з нормативними і ***зробити письмові висновки***: які види, розряд, підрозряд зорової роботи і т.д. можна виконувати при даному освітленні.

**Контрольні запитання**

1. Що таке світловий потік, сила світла, освітленість? Одиниці вимірювання цих величин.
2. Які характеристики покладені в основу нормування освітленості на робочих місцях?
3. Що таке коефіцієнт природної освітленості?
4. Які показники характеризують якісну сторону освітлення?
5. Чому виникають пульсації освітленості та до чого вони призводять?
6. Який зв'язок освітленості з травматизмом і професійними захворюваннями?

Таблиця 2.2 – Нормовані значення природного освітлення для виробничих процесів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика зорової роботи | Найменший розмір об'єкту для розрізнення | Розряд зорової роботи | Коефіцієнт природного освітлення ен, % | |
| При верхньому і комбінованому  освітленні | При звичайному освітленні |
| Щонайвищої точності | < 0,15 | І | 9 | 3,2 |
| Дуже високої точності | 0,15-0,3 | II | 6,3 | 2,3 |
| Високої точності | 0,3-0,5 | III | 4,5 | 1,8 |
| Середньої точності | 0,5-0,1 | IV | 3,6 | 1,4 |
| Малої точності | 1-5 | V | 2,7 | 0,9 |
| Груба (дуже малої точності) | > 5 | VI | 1,8 | 0,5 |
| Робота з матеріалами, які світяться та з виробами в гарячих цехах | > 0,5 | VII | 2,7 | 0,9 |
| Загальне спостереження за ходом процесу: постійне |  | VIII | 0,9 | 0,3 |
| періодичне з постійним перебуванням людей в приміщенні |  | VIII | 0,6 | 0,2 |
| те ж саме при періодичному |  | VIII | 0,5 | 0,1 |

Таблиця 2.1 – Норми освітлення штучним світлом

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характе ристика  роботи | Розмір об'єкта розрізняння, мм | Розряд роботи | Підрозряд роботи | Контраст об'єкта з  фоном | Фон | Найменьше освітлення | | | |
| При газорозрядиих  лампах | | При лампах розжарювання | |
| освітлення | | | |
| Комбі-новане | Загаль-  не | Комбі-новане | Загаль-  не |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Найвищої точності | Меньше 0,15 | I | А  Б  В  В  В  Г  Г  Г | Малий  -//-  -//-  Середній  Великий  Середній  Великий  -//- | Темний  Середній  Світлий  Середній  Темний  Світлий  -//-  Середній | 5000  4000  2500  2500  2500  1500  1500  1500 | 1500  1250  750  750  750  400  400  400 | 4000  3000  2000  2000  2000  1250  1250  1250 | 300  3000  300  300  300  300  300  300 |
| Дуже високої точності | Biд 0,15  до 0,3 | II | А  Б  Б  В  В  В  Г  Г | Малий  -//-  Середній  Малий  Середній  Великий  Середній  Великий | Темний  Середній  Темний  Світлий  Середній  Темний  Світлий  -//- | 4000  3000  3000  3000  2000  2000  1000  1000 | 1250  750  750  750  500  500  300  300 | 3000  2500  2500  2500  1500  1500  750  750 | 3000  300  300  300  300  300  200  200 |
| Високої точності | Biд 0,3  до 0,5 | III | А  Б  Б  В  В  В  Г  Г  Г | Малий  -//-  Середній  Малий  Середній  Великий  Середній  Великий  -//- | Темний  Середній  Темний  Світлий  Середній  Темний  Світлий  -//-  Середній | 2000  1000  1000  750  750  750  400  400  400 | 500  300  300  300  300  300  200  200  200 | 1500  750  750  600  600  600  400  400  400 | 300  200  200  200  200  200  150  150  150 |
| Середньої точності | Biд 0,5  до 1 | IV | А  Б  Б  В  В  В  Г  Г  Г | Малий  -//-  Середній  Малий  Середній  Великий  Середній  Великий  -//- | Темний  Середній  Темний  Світлий  Середній  Темний  Світлий  -//-  Середній | 750  500  500  400  400  400  300  300  300 | 300  200  200  200  150  200  150  150  150 | 800  500  500  500  400  400  300  300  300 | 200  150  150  150  100  100  100  100  100 |
| Малої точності | 1-5 | V | А  Б  Б  В  В  В  Г  Г  Г | Малий  Малий  Середній  Середній  Малий  Середній  Середній  Великий  Великий | Темний  Середній  Темний  Світлий  Середній  Темний  Світлий  Світлий  Середній | 400  -  -  -  -  -  -  -  - | 300  200  200  200  200  200  200  200  200 |  |  |
| Груба (дуже малої точності) | Більше 5 | VІ | Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном | | | - | 200 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |