МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Контрольні завдання.

Методичні рекомендації

та індивідуальні завдання до виконання самостійних робіт

з дисципліни „ Основи охорони праці ”

для студентів усіх спеціальностей і форм навчання

Київ - 2021 р.

УДК 331.4

ББК

Укладачі І.В. Клімова, кандидат технічних наук, доцент,

В.Т. Кравчук, кандидат технічних наук, доцент,

С.В. Федоренко, кандидат технічних наук, доцент,

Ю.В. Човнюк, кандидат технічних наук, доцент,

В.І. Ярас, кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальний за випуск зав. каф. ОП і НС, д. т. н., проф. Волошкіна О.С.

Рецензент к. т. н., доц. Василенко Л.О.

Затверджено на засіданні кафедри охорони праці і навколишнього середовища, протокол № від березня 2021 року.

Методичні рекомендації призначені для студентів усіх спеціальностей і форм навчання.

**Загальні положення**

Основи охорони праці – дисципліна, яка визначає проблеми безпеки перебування людини в оточуючому середовищі протягом її трудової діяльності і покликана виявляти та ідентифікувати небезпечні і шкідливі фактори, що діють на неї під час виробничого процесу будь-якої технологічної спрямованості, а також вивчати їх вплив на організм людини і довкілля, розробляти методи і засоби профілактики травматизму та профзахворювань.

Не менш важливим є прищеплення майбутнім фахівцям відчуття підвищеної відповідальності за суворе дотримання вимог охорони праці, неприпустимості недоцільного ризику, байдужості та безтурботності по відношенню до підлеглих та колег по роботі або стану їх здоров’я.

Під час виконання індивідуального завдання ***студент повинен*** керуватись діючим трудовим законодавством, основними нормативними актами, що регламентують прийняття рішень з питань охорони праці; ***знати*** вимоги щодо нормування виробничих факторів, методи контролю шкідливих і небезпечних факторів, а також існуючі засоби захисту від них і прийоми забезпечення безпечного виконання робіт.

***Мета виконання індивідуальних завдань*** – показати вміння студента розробляти і запроваджувати заходи захисту щодо виявлених небезпечних та шкідливих виробничих факторів, а також профілактики розвитку аварійних ситуацій, виробничого травматизму і профзахворювань.

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ШУМУ**

У виробничому приміщенні N джерел шуму, кожний з яких має однаковий звуковий тиск Р (Па). Створюваний ними сумарний шум перевищує норму.

***Задача 1***

Розробити заходи щодо зменшення рівня звукового тиску у центрі приміщення, обґрунтувати доцільність вибраних заходів та підтвердити відповідним розрахунком їх ефективність.

Умовно прийняти:

а) джерела шуму рівновіддалені від центру приміщення;

б) початкові коефіцієнти: поглинання звуку – α, відбиття звуку – β, проникнення звуку – ;

в) у розрахунках вважати, що умовна частота шуму дорівнює 1000 *Гц*;

г) зменшення рівня звукового тиску за рахунок профілактичних заходів (збалансованість, змащування або заміна матеріалу деталей машин і механізмів) умовно прийняти за Δl, *дБА*.

***Розв’язання типового прикладу***

1. Спочатку знайдемо відповідність заданої величини звукового тиску кожного джерела шуму (*Па*) значенню його логарифмічного рівня (*дБА*) за формулою:

,

де: Р - задане значення звукового тиску (*Па*);

Р0 - порогове значення звукового тиску .

2. Сумарний рівень шуму від N джерел в центрі приміщення визначимо за формулою:

,

З. Враховуємо вплив профілактичних заходів щодо зменшення рівня шуму, для чого обчислюємо – ( *Lсум* -Δl );

4. Вибираємо з ДСН 3.3.6.037 - 99[ 2 ] величину нормативного рівня шуму відповідно до характеру виконуваної роботи в цьому приміщенні – LN (умовно прийняти для всіх варіантів LN = 80 дбА);

5. Знаходимо різницю між результатами обчислень п. 3 та п. 4. Якщо ця величина є додатною, то це означає, що має місце перевищення виробничого шуму над його нормативним значенням і тому слід вжити заходи щодо зменшення рівня фактичного шуму на робочих місцях всередині приміщення.

***Заходи***

1. Зменшення рівня шуму за рахунок звукопоглинання визначається за формулою:

,

де α – задане початкове значення коефіцієнту звукопоглинання;

α1 – потрібне значення коефіцієнту звукопоглинання, що вибирається з довідникової літератури [ 3 ] (або з табл. 2 ).

2. Зменшення рівня шуму за рахунок звуковідображення обчислюється за формулою:



де β – задане початкове значення коефіцієнту звуковідображення;

β1 – потрібне значення коефіцієнту звуковідображення, що вибирається з довідникової літератури [ 3 ] (або з табл. 2 ).

3. Зменшення рівня шуму за рахунок звукоізоляції екраном знаходимо за формулою:

,

де  – задане початкове значення коефіцієнту звукопроходження.

 потрібне значення коефіцієнту проходження звуку що вибирається з довідникової літератури [ 5 ] (або з таблиці 2).

Якщо:

*L* = *( Lсум* -Δl ) – *L*α – *L*β – *L*τ ) ≤ *L*N – умова виконана.

Варіанти даних до задачі наведені в таблиці 1. У випадку, якщо умова щодо зменшення рівня шуму не виконується, слід застосувати інші (більш ефективні матеріали) – див. таблицю 2.

***Задача 2***

Знайти потрібну відстань між приміщенням з джерелами шуму та сусідніми будовами, яка б задовольняла санітарним нормам за рівнем шуму у цих будівлях.

***Розв’язання типового прикладу***

Потрібну відстань між виробничим приміщенням з джерелами шуму та сусідніми будівлями знаходимо за умов відповідності рівня шуму санітарним нормам у цих будівлях за формулою:



де *Ll* = ( *Lсум*-Δl ) – *LNх*;

*LNх*– відповідне нормативне значення шуму залежно від характеру виконуваної роботи у цих будівлях;

lx – шукана відстань;

l = 1*м* – стала (базова) відстань між джерелом шуму і мікрофоном.

Потрібна відстань визначиться за формулою:

.

*Таблиця 1*

**Варіанти даних до задач 1, 2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **N** | **P, *Па*** | **α** | **β** |  | **Δl, *дБА*** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| *1* | *72* | *2\*10* | *0,02* | *0,01* | *0,2* | *8* |
| *2* | *80* | *2\*100,5* | *0,01* | *0,001* | *0,3* | *10* |
| *3* | *90* | *2\*100,25* | *0,03* | *0,05* | *0,25* | *7* |
| *4* | *100* | *2\*100,3* | *0,02* | *0,009* | *0,32* | *12* |
| *5* | *96* | *2\*100,7* | *0,03* | *0,007* | *0,34* | *10* |
| *6* | *74* | *2\*100,1* | *0,02* | *0,003* | *0,28* | *12* |
| *7* | *78* | *2\*100,4* | *0,03* | *0,001* | *0,26* | *8* |
| *8* | *84* | *2\*100,6* | *0,04* | *0,002* | *0,33* | *10* |
| *9* | *92* | *2\*100,7* | *0,03* | *0,003* | *0,28* | *8* |
| *10* | *64* | *2\*100,8* | *0,05* | *0,002* | *0,3* | *9* |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| *11* | *68* | *2\*100,9* | *0,02* | *0,0001* | *0,2* | *10* |
| *12* | *84* | *2\*100,3* | *0,03* | *0,001* | *0,28* | *8* |
| *13* | *96* | *2\*100,4* | *0,04* | *0,005* | *0,32* | *8* |
| *14* | *100* | *2\*100,3* | *0,036* | *0,003* | *0,34* | *10* |
| *15* | *92* | *2\*100,4* | *0,03* | *0,002* | *0,25* | *8* |
| *16* | *94* | *2\*100,3* | *0,02* | *0,001* | *0,45* | *7* |
| *17* | *102* | *2\*100,4* | *0,032* | *0,003* | *0,26* | *8* |
| *18* | *98* | *2\*100,3* | *0,025* | *0,0001* | *0,35* | *8* |
| *19* | *104* | *2\*100,4* | *0,045* | *0,0008* | *0,32* | *9* |
| *20* | *94* | *2\*100,5* | *0,03* | *0,001* | *0,4* | *10* |
| *21* | *88* | *2\*100,6* | *0,036* | *0,002* | *0,36* | *8* |
| *22* | *86* | *2\*100,7* | *0,04* | *0,006* | *0,3* | *10* |
| *23* | *84* | *2\*100,5* | *0,025* | *0,008* | *0,35* | *10* |
| *24* | *96* | *2\*100,6* | *0,045* | *0,003* | *0,32* | *8* |
| *25* | *100* | *2\*100,5* | *0,03* | *0,001* | *0,38* | *10* |

*Таблиця 2*

**Варіанти даних до задач 1, 2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **N** | **P, *Па*** |  |  |  | **Δl, *дБА*** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| *1* | *72* | *2\*10* | 0,026 | 0,013 | 0,26 | *8* |
| *2* | *80* | *2\*100,5* | 0,013 | 0,0013 | 0,39 | *10* |
| *3* | *90* | *2\*100,25* | 0,039 | 0,065 | 0,325 | *7* |
| *4* | *100* | *2\*100,3* | 0,026 | 0,0117 | 0,416 | *12* |
| *5* | *96* | *2\*100,7* | 0,039 | 0,0091 | 0,442 | *10* |
| *6* | *74* | *2\*100,1* | 0,026 | 0,0039 | 0,364 | *12* |
| *7* | *78* | *2\*100,4* | 0,039 | 0,0013 | 0,338 | *8* |
| *8* | *84* | *2\*100,6* | 0,052 | 0,0026 | 0,429 | *10* |
| *9* | *92* | *2\*100,7* | 0,039 | 0,0039 | 0,364 | *8* |
| *10* | *64* | *2\*100,8* | 0,065 | 0,0026 | 0,39 | *9* |
| *11* | *68* | *2\*100,9* | 0,026 | 0,00013 | 0,26 | *10* |
| *12* | *84* | *2\*100,3* | 0,039 | 0,0013 | 0,364 | *8* |
| *13* | *96* | *2\*100,4* | 0,052 | 0,0065 | 0,416 | *8* |
| *14* | *100* | *2\*100,3* | 0,0468 | 0,0039 | 0,442 | *10* |
| *15* | *92* | *2\*100,4* | 0,039 | 0,0026 | 0,325 | *8* |
| *16* | *94* | *2\*100,3* | 0,026 | 0,0013 | 0,585 | *7* |
| *17* | *102* | *2\*100,4* | 0,0416 | 0,0039 | 0,338 | *8* |
| *18* | *98* | *2\*100,3* | 0,0325 | 0,00013 | 0,455 | *8* |
| *19* | *104* | *2\*100,4* | 0,0585 | 0,00104 | 0,416 | *9* |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| *20* | *94* | *2\*100,5* | 0,039 | 0,0013 | 0,52 | *10* |
| *21* | *88* | *2\*100,6* | 0,0468 | 0,0026 | 0,468 | *8* |
| *22* | *86* | *2\*100,7* | 0,052 | 0,0078 | 0,39 | *10* |
| *23* | *84* | *2\*100,5* | 0,0325 | 0,0104 | 0,455 | *10* |
| *24* | *96* | *2\*100,6* | 0,0585 | 0,0039 | 0,416 | *8* |
| *25* | *100* | *2\*100,5* | 0,039 | 0,0013 | 0,494 | *10* |

**Список літератури**

1. ДСТУ 2325-93. Шум. Терміни та визначення.

2. ДСН 3.3.6.037 – 99. « Державні санітарні норми. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». МОЗ України (пост. № 37 від 01. 12. 1999 року).

3. ДСТУ – НБВ.1.1 – 32:2013. Настанова з проектування захисту від шуму в приміщеннях засобами звукопоглинання та екранування.

4. ДСТУ – НБВ.1.1 – 33:2013. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій.

5. ДСТУ – НБВ.1.1 – 34:2013. Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огороджувальних конструкцій житлових і громадських будинків.

6. ДСТУ – НБВ.1.1 – 35:2013. Настанова з розрахунку шуму в приміщеннях і на територіях.

7. ДБН В.1.2 – 10 – 2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Основні вимоги до будівель та споруд. Захист від шуму.

8. Метрологическое обеспечение безопасности труда: Справочник/ Под ред. И.Х.Сологяна: Т.1. – М.: Издательство стандартов. 1989. – 240 с.

9. Ковригин С.Д. и др. Борьба с шумами в гражданских зданиях. – М.: Стандарт, 1969. – 327 с.

10. Осипов Г.Л. Защита зданий от шума. – М. СИ, 1972. – 355 с.

11. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под ред. Е.Я.Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.

12. Катренко Л.А., Катренко А.В. Охорона праці в галузі комп’ютингу: Підручник. – Львів: «Магнолія 2006», 2012. – 544 с.

**РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО І ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ**

Спроектувати і розрахувати природне і штучне освітлення у виробничому приміщенні з: розмірами А,В,Н – відповідно довжина, ширина та висота від підлоги до стелі, м; односторонніми та двосторонніми боковими світловими прорізами; горішніми ліхтарями або без них

(варіант завдання наведений у табл. 3).

У розрахунках прийняти наступні умови:

- стіни та стеля приміщення пофарбовані у сірий колір;

- відстань розрахункової точки в приміщенні від внутрішньої поверхні стіни та висоту умовної робочої поверхні вибрати довільними;

- розміри вікна в приміщенні і висоту верхньої грані його над підлогою вибрати довільними.

***Задача 3***

**Розрахунок природного освітлення**

Виконати розрахунок за методом архітектора А.М. Данилюка.

При використанні графіка А.М. Данилюка за найнесприятливіших умов природного освітлення в розрахунковій точці виробничого приміщення кількість променів, які проходять крізь світлові прорізи, прийняти за даними варіанту, де: *n1 і n2 (одностороннє або двостороннє бокове освітлення);nІ1 і nІ2 (одностороннє або двостороннє бокове освітлення, відбите від протилежного будинку);n3 і nв2 (верхнє освітлення).*

***Розв’язання типового прикладу***

1. Попередній розрахунок площі світлових прорізів здійснюється відповідно до рекомендацій додатку М на стор. 113 [1]:

а) при боковому освітленні приміщень за формулою:

; (1)

б) при верхньому освітленні за формулою:

, (2)

де Дн - нормативне значення КПО , приймається з даних табл. 51, 5.2 або за додатками Д, Ж [1];

m – коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу за табл. М.1 і рис. М.1 [1];

*Sв*  – площа світлових прорізів (в світлі) при боковому освітленні;

*Sп –* площа підлоги приміщення;

*Кз –* коефіцієнт запасу, який приймається з даних, наведених у

табл.5.3 [1];

*ηв –* світлова характеристика вікон, яка визначається

з даних, наведених у табл. М.2 [1];

*0 –* загальний коефіцієнт світлопроникнення, який визначається за формулою:

*0 =* *1* *2* *3* *4* *5* , (3)

де *1*  – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається з даних, наведених у табл. М.9 [1];

*2* – коефіцієнт, який враховує втрати світла в рамах світлопрорізу, який приймається 0,75 для металопластикових та дерев’яних вікон і ліхтарів та 0,85 - для металевих [1];

*3* – коефіцієнт, який враховує втрати світла в несучих конструкціях і визначається з даних, наведених у табл. М.10, при боковому освітленні

*3* =1 [1];

*4* – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях і визначається з даних, наведених у табл. М.11, при їх відсутності *4* = 1 [1];

*5* – коефіцієнт, який враховує втрати світла у захисній сітці, що встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9), при її відсутності *5* = 1;

*r1* – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, що відбивається від поверхонь приміщення та підстиляючого шару, прилеглого до будинку (приймається з даних, наведених у табл. М.7) [1];

*Кбуд –* коефіцієнт, який враховує затінювання вікон протилежними будинками і визначається з даних, наведених у табл. М.6 [1] ( у цій роботі приймаємо *Кбуд* =1, як для окремо розміщеної будівлі );

*Sл* – площа світлових прорізів ( в світлі) при верхньому освітленні;

*ηл* – світлова характеристика ліхтаря або світлового прорізу в площині покриття, яка визначається з даних, наведених у табл. М.3 і М.4 [1];

*r2* – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при верхньому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення і приймається з даних, наведених у табл. М.8 [1];

*Kл*– коефіцієнт, який враховує тип ліхтаря і визначається

з даних, наведених у табл. М.5 [1].

2. Розрахунок коефіцієнту природного освітлення (КПО) у приміщенні за вибраними світловими прорізами слід виконувати:

а) при боковому освітленні за формулою:

; (4)

б) при верхньому освітленні за формулою:

; (5)

в) при верхньому і боковому освітленні за формулою:

, (6)

де Дs, Дe – відповідно геометричний КПО в розрахунковій точці при боковому освітленні, який враховує пряме світло неба і відбите від фасаду протилежного будинку, визначається за графіками І і ІІ (рис. М.2 і М.3) та формулою М.10 [1] *;*

q – коефіцієнт, який враховує нерівномірну яскравість хмарного неба МКО та визначається за формулою М.7 [1] ;

R – коефіцієнт, який враховує відносну яскравість протилежного будинку і приймається за формулами М.11, М.13 [1]*;*

Дв – геометричний КПО в розрахунковій точці при верхньому освітленні, який визначається за формулою М.6 [1] *;*

Дср – середнє значення геометричного КПО при верхньому освітленні на лінії перетину умовної робочої поверхні і площини характерного вертикального розрізу приміщення, яке визначається за формулою М.6 [1]:

, (7)

де N – кількість розрахункових точок;

– геометричний КПО в розрахункових точках *( у цій роботі розрахунок* Дсер *слід виконувати як для однієї умовної точки).*

Середнє значення геометричного КПО *Дсер* при верхньому або верхньому і боковому освітленні визначається за формулою:

, (8)

де N – кількість точок, в яких визначається КПО;

*Д1, Д2, Д3,… ДN* – геометричний КПО при верхньому або при верхньому та боковому освітленні в точках характерного розрізу приміщення, яке визначається за формулами (7) і (8) *(у цій роботі розрахунок Дсер слід виконувати як для однієї умовної точки ).*

Розрахункові значення КПО *Др*, які визначені за формулами (4), (5), (6), (7), (8), слід округлювати до десятих часток. Припускається відхилення розрахункового значення КПО *Др* від нормативного КПО

*Дн* на ±10%.

**Геометричний коефіцієнт** **природної освітленості** Дб, або Дв визначається за допомогою графіків І, ІІ, ( рис. М.2, М.3) [1]*.*

***Геометричний коефіцієнт природної освітленості***, який враховує пряме світло від неба в якій-небудь точці приміщення ***при боковому освітленні*** *(*Дб), визначається за допомогою графіків І та ІІ

( рис. М.2, М.3) [1]. У цій роботі слід виконувати за даними варіанту з табл. 3 та за формулою:

,

де *n1* – кількість променів за графіком І, які проходять від неба крізь світлові прорізи в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення (рис. М.5) [1] *( у цій роботі кількість променів* *n1 слідприйняти* *за даними варіанту з табл.3 );*

*n2* – кількість променів за графіком ІІ, які проходять від неба крізь світлові прорізи в розрахункову точку на плані приміщення (рис. М.5) [1]

*(у цій роботі кількість променів* *n2 слід прийняти* *за даними варіанту*

*з табл.3).*

***Примітка:*** *Обчислення геометричного коефіцієнту природної освітленості, який враховує пряме світло неба в деякій точці приміщення ,* ***при двосторонньому боковому освітленні*** *виконується аналогічно.*

Геометричний коефіцієнт природної освітленості, який враховує пряме світло відбите ***від протилежного будинку ( Дбуд )***, в якій-небудь точці приміщення при боковому освітленні, визначається за допомогою графіків І, ІІ ( рис. М.2, М.3) [1]за формулою:

,

де *n1’*– кількість променів за графіком І, які проходять від протилежного будинку крізь світловий проріз в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення (рис. М.6) [1] *(у цій роботі кількість променів* *n1’прийняти* *за даними варіанту з табл.3);*

*n2’*– кількість променів за графіком ІІ, які проходять від неба крізь світловий проріз в розрахункову точку на плані приміщення (рис. М.6) [1] *(у цій роботі кількість променів* *n2’прийняти* *за даними варіанту з табл.3).*

*У випадку, якщо за даними варіанту відсутні значення n1’ та n2’ , умову задачі слід розглядати, як для окремо розміщеної будівлі, тобто, без урахування прямого світла відбитого* ***від протилежного будинку***

*( Дбуд = 0).*

Геометричний коефіцієнт природної освітленості, який враховує пряме світло неба в деякій точці приміщення ***при верхньому освітленні (εв)***, визначається за формулою:

,

де *n3* – кількість променів за графіком М.2 [1], які проходять від неба крізь світлові прорізи в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення *(кількість променів* *n3 прийняти* *за даними варіанту з табл.3).*

*n2в*– кількість променів за графіком М.2 [1], які проходять від неба крізь світлові прорізи в розрахункову точку на поздовжньому розрізі приміщення *( кількість променів* *n2вприйняти* *за даними варіанту з табл.3).*

*У випадку, якщо за даними варіанту відсутні значення n3 та n2в, умову задачі слід розглядати, як для будівлі без верхнього освітлення,*

*тобто* (Дв = 0)*. За цієї умови формула (6) буде недійсною.*

Варіанти даних до задачі наведені в таблиці 3.

***Задача 4***

**Розрахунок штучного освітлення**

Проводиться за методом визначення загального світлового потоку необхідного для освітлення певної площі поверхні приміщення:

,

де***EN* – нормативне значення** штучної освітленості, лк, (приймається з даних табл.5.1,5.2 [1] залежно від характеру виконуваної роботи);

*S* – площа приміщення, *м2*;

*Kзап* – коефіцієнт запасу ( приймається з даних табл.5.9 [2]

від: *(1,3 - 1,7) – для ламп розжарювання або (1,5 - 2,0) – для газорозрядних ламп );*

*Z* – коефіцієнт нерівномірності освітлювання (приймається *1,1 - для газорозрядних ламп або 1,15 - для ламп розжарювання );*

η – коефіцієнт використання світлового потоку (приймається залежно від коефіцієнту відбиття освітлюваних поверхонь стін та стелі приміщення ( табл. 5.10 [2] та його індексу – *і* ).

Індекс приміщення визначається за формулою:

*,*

де hпідв = Н - hc - hр.п. - висота підвісу світильника по відношенню до освітлюваної робочої поверхні, яка визначається висотою приміщення – С, відстанню підвісу світильника по відношенню до стелі - hc та відстанню від підлоги до розрахункової поверхні - hр.п..

Необхідна кількість світильників розраховується за формулою*:*

,

де *Fпотр* – необхідний (розрахований) загальний світловий потік, *лм*;

*F1* – світловий потік, створюваний одним світильником, *лм* (приймається з табл. 5.5 *- для ламп розжарювання* та з табл. 5.6; 5,7; 5;8 *- для газорозрядних ламп* [2] ).

Визначену кількість світильників надалі необхідно рівномірно розташувати над освітлюваною площею приміщення з відповідною прив’язкою їх центрів розташування по відношенню до бокових поверхонь стін та вибраної кількості рядів. Для цього слід надати схему розміщення штучних джерел світла відносно освітлюваної площі приміщення.

*Таблиця 3*

***Варіанти даних до задачі 3, 4***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***№***  ***вар*** | ***А*** | ***В*** | ***Н*** | ***n1*** | ***n2*** | ***nІ1*** | ***nІ2*** | ***n3*** | *n2в* |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *1* | 108 | 18 | 82 | 25 | 20 | - | - | 10 | 12 |
| *2* | 102 | 20 | 10 | 12 | 18 | 12 | 18 | 14 | 10 |
| *3* | 94 | 18 | 8 | 8 | 14 | 8 | 14 | - | - |
| *4* | 106 | 20 | 10 | 18 | 24 | - | - | - | - |
| *5* | 90 | 22 | 18 | 6 | 10 | 6 | 10 | 80 | 8 |
| *6* | 88 | 20 | 10 | 14 | 18 | - | - | - | - |
| *7* | 82 | 18 | 12 | 12 | 16 | - | - | 26 | 8 |
| *8* | 96 | 16 | 12 | 25 | 16 | - | - | - | - |
| *9* | 104 | 18 | 10 | 12 | 8 | 12 | 8 | 12 | 15 |
| *10* | 112 | 18 | 8 | 18 | 14 | - | - | 10 | 15 |
| *11* | 110 | 20 | 8 | 8 | 14 | 8 | 14 | - | - |
| *12* | 96 | 22 | 10 | 22 | 11 | - | - | 18 | 8 |
| *13* | 86 | 24 | 8 | 15 | 10 | 15 | 10 | - | - |
| *14* | 98 | 18 | 10 | 11 | 8 | 11 | 8 | 7 | 15 |
| *15* | 92 | 20 | 10 | 26 | 18 | - | - | - | - |
| *16* | 114 | 18 | 8 | 17 | 6 | 17 | 6 | - | - |
| *17* | 118 | 16 | 10 | 24 | 12 | - | - | - | - |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *18* | 112 | 18 | 12 | 20 | 14 | - | - | 12 | 10 |
| *19* | 110 | 24 | 8 | 13 | 14 | 18 | 14 | - | - |
| *20* | 118 | 18 | 10 | 18 | 8 | 18 | 8 | 8 | 10 |
| *21* | 104 | 20 | 12 | 12 | 8 | 12 | 8 | 10 | 12 |
| *22* | 88 | 20 | 10 | 14 | 18 | - | - | 12 | 14 |
| *23* | 92 | 22 | 8 | 16 | 10 | 16 | 10 | 8 | 8 |
| *24* | 86 | 24 | 10 | 18 | 20 | - | - | - | - |
| *25* | 80 | 26 | 10 | 12 | 8 | 12 | 8 | 12 | 14 |

***Задача 5***

Визначити освітленість крапковим методом в точці *Р* поверхні, що освічується відповідно до плану розміщення світильників, зображеного на рис. 1:

* на горизонтальній поверхні;
* на похилій поверхні під кутом  до площини, яка освітлюється світильниками 4,5 і 6.

Приміщення розміром А х В освітлюється світильниками, тип і потужність яких, обираються за варіантом. Відстань між світильниками одного ряду і між рядами – *L*, *м*. Висота підвісу світильників над розрахунковою поверхнею - *hр*, *м*. Коефіцієнт додаткової освітленості

*μ* = 1,1. Коефіцієнт запасу *К*=1,3.

Вказівки до рішення:

1) Визначають освітленість в точці *Р* від світильника 1. Для цього знаходять відстань від розрахункової точки *Р* до проекції осі симетрії світильника на площину:



відстань між світильниками *L* розраховують залежно від схеми розташування і розмірів приміщення.

2) Визначають тангенс кута падіння – α, *град.* світлового променя

в точці *Р:*

.

1. Тоді кут падіння світлового променя в точці *Р* від першого світильника дорівнює:



1. Знаходять силу світла – *І, кд* умовної лампи в напрямі кута - α за табл.5.15 [2].
2. Освітленість горизонтальної поверхні від першого світильника з умовною лампою складає:



1. Така ж освітленість створюється третім, четвертим і шостим світильниками, оскільки точка Р знаходиться в центрі прямокутника, утвореного світильниками. Освітленість, що створюється другим і п’ятим світильниками розраховують аналогічно.
2. Сумарну умовну освітленість в точці *Р* від дії шести світильників визначають за формулою:



1. Освітленість в точці *Р* з урахуванням фактичного світлового потоку лампи - *Ф*, лм, який знаходиться за табл. 5.6 або 5.7 [2] складає:



1. Освітленість горизонтальної поверхні від четвертого, п’ятого і шостого джерел складає:



1. Освітленість на похилій поверхні під кутом  дорівнює



У висновку написати яка освітленість горизонтальної поверхні в точці *Р* створюється кожним світильником; четвертим, п’ятим і шостим джерелами; на похилій площині під кутом .

Рис. 1

L

L/2

A

d

B

L

1

2

3

4

5

6

P

*Таблиця 4*

**Варіанти даних для задачі 5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  варіанту | Розміри приміщення А х В, *м* | Висота підвісу світильника *hр*, *м* | Тип світильника / потужність, Вт |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | 6х4 | 2,5 | ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 40 |
| 2 | 8х6 | 2,7 | ОДОР (люмінесцентна лампа ЛД) / 40 |
| 3 | 10х8 | 2,9 | ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 40 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4 | 12х10 | 3,0 | ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 80 |
| 5 | 5х4 | 3,2 | ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 30 |
| 6 | 7х6 | 3,5 | ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 65 |
| 7 | 8х6 | 3,7 | ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 20 |
| 8 | 9х8 | 2,5 | ОДОР (люмінесцентна лампа ЛХБ) / 65 |
| 9 | 10х9 | 2,7 | ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 65 |
| 10 | 11х9 | 2,9 | ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 15 |
| 11 | 12х11 | 3,0 | ППД-200 (лампи накалювання) / 200 |
| 12 | 6х4 | 3,2 | ОД (люмінесцентна лампа ЛХБ) / 40 |
| 13 | 8х6 | 3,5 | ОДОР (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 65 |
| 14 | 10х8 | 3,7 | ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 80 |
| 15 | 12х10 | 2,5 | ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 30 |
| 16 | 5х4 | 2,7 | ОД (люмінесцентна лампа ЛД) / 30 |
| 17 | 7х6 | 2,9 | ОД (люмінесцентна лампа ЛБ) / 80 |
| 18 | 8х6 | 3,0 | ОДОР (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 15 |
| 19 | 9х8 | 3,2 | ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛД) / 65 |
| 20 | 10х9 | 3,5 | ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 20 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 21 | 11х9 | 3,7 | ОДОР (люмінесцентна лампа ЛБ) / 65 |
| 22 | 12х11 | 2,7 | ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛД) / 80 |
| 23 | 8х8 | 2,9 | ОДОР (люмінесцентна лампа ЛБ) / 40 |
| 24 | 10х10 | 3,0 | ОД (люмінесцентна лампа ЛХБ) / 80 |
| 25 | 7х5 | 3,2 | ОДОР (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 40 |

***Задача 6***

Площа складу готової продукції А х В, нормативне значення освітленості згідно [1] складає , коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерела світла приймається *m*. Для освітлення планується використати прожектор даного типу з відповідним джерелом світла. Визначити кількість прожекторів за потужністю прожекторної установки.

Вказівки до рішення:

Кількість прожекторів визначають за формулою:



де – коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерел світла, табл. 5.18 [2];

 - необхідна освітленість ,  = 2 *лк*;

– коефіцієнт запасу, який приймається к = 1,3;

– площа складу, *м2*;

- потужність лампи прожектора, *Вт*, табл. 5.7, табл. 5.8 [2].

Приймають відповідну кількість прожекторів, що встановлюються по торцях майданчика на максимально допустимій висоті, яка обирається за табл. 5.19 [2].

*Таблиця 5*

***Варіанти даних для задачі 6***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варіанту | Розміри  складу  А х В(*м*) | Тип прожектора | Джерело світла |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | 80х80 | ПСМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400 |
| 2 | 85х85 | ПЗМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700 |
| 3 | 90х90 | ОУКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-10000 |
| 4 | 95х95 | СКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-20000 |
| 5 | 105х105 | ПСМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400 |
| 6 | 100х100 | «АРЕВИК» | Ксенонова лампа, ДКсТ-50000 |
| 7 | 110х110 | ПЗМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700 |
| 8 | 80х110 | ОУКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-20000 |
| 9 | 85х105 | СКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-10000 |
| 10 | 95х85 | «АРЕВИК» | Ксенонова лампа, ДКсТ-50000 |
| 11 | 110х70 | ПСМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400 |
| 12 | 100х80 | ПЗМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700 |
| 13 | 105х95 | СКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-10000 |
| 14 | 95х95 | ОУКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-20000 |
| 15 | 100х100 | СКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-50000 |
| 16 | 105х105 | ПСМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400 |
| 17 | 110х110 | ПЗМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700 |
| 18 | 95х85 | ОУКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-20000 |
| 19 | 110х70 | СКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-50000 |
| 20 | 100х80 | «АРЕВИК» | Ксенонова лампа, ДКсТ-50000 |
| 21 | 105х95 | ПСМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700 |
| 22 | 75х95 | ПЗМ | Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400 |
| 23 | 110х90 | ОУКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-50000 |
| 24 | 85х105 | СКсН | Ксенонова лампа, ДКсТ-20000 |
| 25 | 90х110 | «АРЕВИК» | Ксенонова лампа, ДКсТ-20000 |

**Список літератури**

1. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. К. Мінрегіонбуд України, 2018. – 132 с.

2. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей. За редакцією В.В. Сафонова. К.: Основа. – 2011. – 480 с. <https://my.b-ok.as/book/3191276/b75ea9>

***Задача 7***

Розрахувати заземлювальний пристрій для струмоприймача, який живиться від трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю з лінійною напругою *Uл* = 380 *В*. Вид грунту, матеріал заземлювачів, їх розміри, глибина закладення (для вертикальних заземлювачів – відстань від поверхні ґрунту до середини заземлювача) обираються згідно варіанту в табл.6. Відстань між заземлювачами становить *a* = 1,5 *м*.

***Розв’язання типового прикладу***

1. Визначення опору одного вертикального заземлювача (труби, стрижня, кутової сталі) *RТ*.

1.1. Трубчастого або стрижневого типу:



де *ρроз* = *ρгрк* - розрахунковий питомий опір грунту;

*ρгр*- питомий опір ґрунту, *ом м,* приймається з табл. 6.8 [2];

*к*- коефіцієнт сезону, який враховує сезонне промерзання або висихання ґрунту, для розрахунку приймаємо *к* = 1,5;

*l*, *d*, *s* – відповідно довжина, діаметр заземлювача і відстань від поверхні землі до його середини, *м* (рис. 2).

1.2. Опір заземлювача з кутової сталі:



де *b* – ширина полки кутової сталі, *м*.

2. Кількість вертикальних заземлювачів знаходиться за формулою:



де *RТ* - опір одного елемента (труби, стрижня, кутової сталі),*Ом*;

*Rдоп* – допустимий опір заземлюючого контуру за нормативними даними [ 1 ] (ПУЕ), для розрахунку приймаємо 4 *Ом*;

Рис. 2. Умовне розташування вертикальних заземлювачів у грунті.

1 – місце приєднання зварюванням горизонтальних заземлювачів.

1

*l*

*500…700*

*s*

*η* - коефіцієнт використання заземлювачів, приймається в межах 0,45…0,85.

3. Опір з’єднувальної смуги знаходиться за формулою:



Де *B* – ширина смуги, для розрахунку приймаємо 0,04 *м*;

*ln* – довжина смуги, *м*, приймається залежно від відстані

між заземлювачами та їх кількості *ln* *= na*.

4. Розраховують опір заземлюючого контуру:



де *ηn* – коефіцієнт використання з’єднувальної полоси, залежить від кількості заземлювачів в ряду (при *n = 3, ηn =0,81; n = 5, ηn =0,74; n = 10, ηn =0,62; n = 20, ηn =0,42; n = 50, ηn =0,21*).

5. Порівнюємо *Rкон* з *Rдоп*.. Необхідна умова при *Rкон* < *Rдоп*.

Зобразити схему заземлення, користуючись умовною схемою рис. 3.

Рис. 3. Умовна схема контуру заземлювального пристрою.

*a*

*a*

Вертикальні

заземлювачі

Горизонтальні

заземлювачі

Заземлювальний

провідник

Головна

заземлювальна шина

будівлі

*Таблиця 6*

**Варіанти даних до задачі 7**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ варіанту** | **Вид грунту** | **Тип заземлювача** | **Довжина заземлювача,** *l****,*** *м* |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Пісок | Трубчастий,  *d* =25 *мм* | 0,5 |
| 2 | Супісь | Стрижневий,  *d* = 16 *мм* | 0,6 |
| 3 | Чорнозем | Кутова сталь,  *b* = 40 *мм* | 0,70 |
| 4 | Суглинок | Трубчастий,  *d* =15 *мм* | 0,8 |
| 5 | Глина | Стрижневий,  *d* = 15 *мм* | 0,9 |
| 6 | Торф | Кутова сталь,  *b* = 50 *мм* | 1,0 |
| 7 | Пісок | Трубчастий,  *d* =35 *мм* | 1,1 |
| 8 | Супісь | Стрижневий,  *d* = 20 *мм* | 1,2 |
| 9 | Чорнозем | Кутова сталь,  *b* = 40 *мм* | 0,5 |
| 10 | Суглинок | Трубчастий,  *d* =20 *мм* | 0,6 |
| 11 | Пісок | Стрижневий,  *d* = 16 *мм* | 0,7 |
| 12 | Супсь | Кутова сталь,  *b* = 30 *мм* | 0,8 |
| 13 | Чорнозем | Трубчастий,  *d* =25 *мм* | 0,9 |
| 14 | Суглинок | Стрижневий,  *d* = 18 *мм* | 1,0 |
| 15 | Глина | Кутова сталь,  *b* = 25 *мм* | 1,1 |
| 16 | Торф | Трубчастий,  *d* = 15 *мм* | 1,2 |
| 17 | Пісок | Стрижневий,  *d* = 20 *мм* | 1,0 |
| 18 | Супсь | Кутова сталь,  *b* = 45 *мм* | 1,1 |
| 19 | Чорнозем | Трубчастий,  *d* = 30 *мм* | 1,2 |
| 20 | Глина | Стрижневий,  *d* = 16 *мм* | 0,5 |
| 21 | Торф | Кутова сталь,  *b* = 30 *мм* | 0,6 |
| 22 | Пісок | Трубчастий,  *d* = 30 *мм* | 0,7 |
| 23 | Супісь | Стрижневий,  *d* = 20 *мм* | 0,8 |
| 24 | Чорнозем | Кутова сталь,  *b* = 30 *мм* | 0,9 |
| 25 | Суглинок | Трубчастий,  *d* = 25 *мм* | 1,0 |

***Задача 8***

Розрахувати струм однофазового короткого замикання у електродвигуні, який живиться від трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю з лінійною напругою *U*л, *В* з потужністю трансформатора *S*, *кВА*. Схема з’єднання обмоток трансформатора – «зірка». Лінія передачі фазного і нульового провідників, довжиною відповідно *L*ф, *км* і *L*н, *км*, виконана з міді перерізом відповідно *Sф*, *мм2* і *Sн*, *мм2*. Номінальний струм плавкої вставки (запобіжника) - *І*пл, *А*. Вихідні дані прийняти згідно табл. 7.

Вказівки до рішення:

1. Перевірити умову забезпечення гарантованого відключення двигуна:

*І*кз>3*І*пл,

де *І*кз – струм короткого замикання, *А*.

2. Струм короткого замикання знаходять за формулою:

, *А*

де *Uф* – фазна напруга, приймається *Uф* = *U*л */*, *В*;

Z*Т* – повний опір трансформатора, *Ом* ( приймається за даними

табл. 6.14 [2] );

Z*П* - повний опір петлі фаза-нуль, що визначається за формулою

, *Ом*,

де *Rф*, *Rн* – активний опір фазного і нульового провідників, *Ом*

, *Ом*,

, *Ом*

де  - питомий опір провідника (для міді приймається

0,018 *Ом мм2/м*);

,,,- відповідно довжина і переріз фазного і нульового провідника, відповідно *м*, *мм2*, приймаються за варіантом;

 - провідність нульового провідника повинна бути не менше 50% провідності фазного проводу, *Ом-1*;

 - внутрішні індуктивні опори фазного і нульового провідників, *Ом*;

 - зовнішній індуктивний опір «фаза-нуль», *Ом*.

3. Внутрішні індуктивні опори фазного і нульового провідників приймаються залежно від їх розміру або діаметру та щільності струму , *А/мм2*, який для розрахунків приймається 1,5 *А/мм2*.

Тоді остаточно з урахуванням довжини провідників





+), *Ом*,

де – , приймається з табл. 6.17 [ 2 ].

Після розрахунку струму короткого замикання перевіряють умову

*І*кз > 3*І*пл. Якщо умова не виконується підбирають інший запобіжник (з меншим номінальним струмом плавкої вставки) за даними табл. 6.18 [ 2 ].

*Таблиця 7*

**Варіанти даних до задачі 9**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **варіанту** | **Лінійна напруга *U*л, *В***  **(Потужність трансфор-матора, *кВА*)** | **Довжина фазного проводу, *L*ф, *км*** | **Довжина нульового проводу, *L*н, *км*** | **Переріз фазного проводу, *Sф*, *мм2*** | **Переріз нульового проводу, *Sн*, *мм2*** | **Ном. струм плавкої вставки, *І*пл, А** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 1 | 380 (25) | 0,05 | 0,05 | 80 | 40 | 10 |
| 2 | 750 (100) | 0,055 | 0,055 | 120 | 60 | 15 |
| 3 | 1000 (160) | 0,06 | 0,06 | 80 | 80 | 20 |
| 4 | 380 (25) | 0,065 | 0,065 | 80 | 80 | 50 |
| 5 | 750 (100) | 0,07 | 0,07 | 120 | 120 | 60 |
| 6 | 1000 (160) | 0,075 | 0,075 | 19,63 | 19,63 | 80 |
| 7 | 380 (25) | 0,08 | 0,08 | 50,27 | 50,27 | 100 |
| 8 | 750 (100) | 0,085 | 0,085 | 160 | 160 | 150 |
| 9 | 1000 (160) | 0,09 | 0,09 | 200 | 200 | 200 |
| 10 | 380 (25) | 0,095 | 0,095 | 80 | 40 | 10 |
| 11 | 750 (100) | 0,1 | 0,1 | 19,63 | 19,63 | 25 |
| 12 | 1000 (160) | 0,11 | 0,11 | 120 | 80 | 35 |
| 13 | 380 (25) | 0,05 | 0,05 | 160 | 80 | 45 |
| 14 | 750 (100) | 0,055 | 0,055 | 28,27 | 28,27 | 60 |
| 15 | 1000 (160) | 0,06 | 0,06 | 160 | 120 | 120 |
| 16 | 380 (25) | 0,065 | 0,065 | 50,27 | 50,27 | 150 |
| 17 | 750 (100) | 0,07 | 0,07 | 200 | 200 | 200 |
| 18 | 1000 (160) | 0,075 | 0,075 | 160 | 160 | 250 |
| 19 | 380 (25) | 0,08 | 0,08 | 80 | 40 | 50 |
| 20 | 750 (100) | 0,085 | 0,085 | 80 | 80 | 80 |
| 21 | 1000 (160) | 0,09 | 0,09 | 78,54 | 78,54 | 100 |
| 22 | 380 (25) | 0,095 | 0,095 | 120 | 60 | 120 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 23 | 750 (100) | 0,1 | 0,1 | 120 | 120 | 150 |
| 24 | 1000 (160) | 0,11 | 0,11 | 160 | 80 | 200 |
| 25 | 380 (25) | 0,105 | 0,105 | 160 | 160 | 250 |

**Список літератури**

1. Правила улаштування електроустановок - ПУЕ ( наказ Міненерговугілля України № 476 від 21.07.2017 р.)

2. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей.

За редакцією В.В. Сафонова. К.: Основа. – 2011. – 480 с.

3. НПАОП 40.1 - 1.21 - 98 Правила безпечної експлуатації установок споживачів.

4. НПАОП 40.1 - 1.01 - 98 Правила безпечної експлуатації установок.

5. НПАОП 45.2 - 7.02 - 80 Техника безопасности в строительстве.