

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 № 9 від 16 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 P (Па). Створений 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 – τ ;
- 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:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

де: P - задане значення звукового тиску (Па);

P_0 - порогове значення звукового тиску (2×10^{-5} Па).

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

$$L_{\text{сум}} = L + 10 \lg N,$$

3. Враховуємо вплив профілактичних заходів щодо зменшення рівня шуму, для чого обчислюємо – $(L_{\text{сум}} - \Delta I)$;
4. Вибираємо з ДСН 3.3.6.037 - 99 [2] величину нормативного рівня шуму відповідно до характеру виконуваної роботи в цьому приміщенні – L_N (умовно прийняти для всіх варіантів $L_N = 80$ 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 поглинання звуку визначається за формулою:

$$L_{\alpha} = 10 \lg \frac{\alpha}{\alpha_1}$$

- де α – задане початкове значення коефіцієнту поглинання звуку;
 α_1 – потрібне значення коефіцієнту поглинання звуку, що вибирається з довідникової літератури [3] (або з табл. 2).

2. Зменшення рівня шуму за рахунок відбиття звуку обчислюється за формулою:

$$L_{\beta} = 10 \lg \frac{\beta}{\beta_1}$$

- де β – задане початкове значення коефіцієнту відбиття звуку;
 β_1 – потрібне значення коефіцієнту відбиття звуку, що вибирається з довідникової літератури [3] (або з табл. 2).

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

$$L_{\tau} = 10 \lg \left(\frac{\tau_1}{\tau} \right),$$

де τ – задане початкове значення коефіцієнту проникнення звуку.

τ_1 – потрібне значення коефіцієнту проникнення звуку що вибирається з довідникової літератури [5] (або з таблиці 2).

Якщо:

$$L = (L_{\text{сум}} - \Delta l) - L_{\alpha} - L_{\beta} - L_{\tau} \leq L_N - \text{умова виконана.}$$

Початкові 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 будівлями, яка б задовольняла санітарним нормам за рівнем шуму у цих будівлях.

Розв'язання типового прикладу

Потрібну відстань між виробничим приміщенням з джерелами шуму у даній будівлі та приміщенням у сусідній будівлі знаходимо за умов відповідності рівня шуму санітарним нормам (згідно з характером виконуваних робіт) у цих будівлях за формулою:

$$L_r = 10 \lg \frac{Q^2}{r^2},$$

де $L_l = (L_{\text{сум}} - \Delta l) - L_{N_x}$;

L_{N_x} – відповідне нормативне значення шуму залежно від характеру виконуваної роботи у сусідній будівлі (умовно прийняти для всіх варіантів 75 дБА);

l_x – шукана відстань;

$l = 1 \text{ м}$ – стала (базова) відстань між джерелом шуму і мікрофоном.

Потрібна відстань визначиться за формулою:

$$l_x = 10^{\frac{L_l}{20}} \cdot l$$

Таблиця 1

Варіанти початкових даних до задач 1, 2

№	N	P, Па	α	β	τ	Δl , дБА
1	2	3	4	5	6	7
1	72	$2 \cdot 10$	0,02	0,01	0,2	8
2	80	$2 \cdot 10^{0,5}$	0,01	0,001	0,3	10
3	90	$2 \cdot 10^{0,25}$	0,03	0,05	0,25	7
4	100	$2 \cdot 10^{0,3}$	0,02	0,009	0,32	12
5	96	$2 \cdot 10^{0,7}$	0,03	0,007	0,34	10
6	74	$2 \cdot 10^{0,1}$	0,02	0,003	0,28	12
7	78	$2 \cdot 10^{0,4}$	0,03	0,001	0,26	8

1	2	3	4	5	6	7
8	84	$2 \cdot 10^{0,6}$	0,04	0,002	0,33	10
9	92	$2 \cdot 10^{0,7}$	0,03	0,003	0,28	8
10	64	$2 \cdot 10^{0,8}$	0,05	0,002	0,3	9
11	68	$2 \cdot 10^{0,9}$	0,02	0,0001	0,2	10
12	84	$2 \cdot 10^{0,3}$	0,03	0,001	0,28	8
13	96	$2 \cdot 10^{0,4}$	0,04	0,005	0,32	8
14	100	$2 \cdot 10^{0,3}$	0,036	0,003	0,34	10
15	92	$2 \cdot 10^{0,4}$	0,03	0,002	0,25	8
16	94	$2 \cdot 10^{0,3}$	0,02	0,001	0,45	7
17	102	$2 \cdot 10^{0,4}$	0,032	0,003	0,26	8
18	98	$2 \cdot 10^{0,3}$	0,025	0,0001	0,35	8
19	104	$2 \cdot 10^{0,4}$	0,045	0,0008	0,32	9
20	94	$2 \cdot 10^{0,5}$	0,03	0,001	0,4	10
21	88	$2 \cdot 10^{0,6}$	0,036	0,002	0,36	8
22	86	$2 \cdot 10^{0,7}$	0,04	0,006	0,3	10
23	84	$2 \cdot 10^{0,5}$	0,025	0,008	0,35	10
24	96	$2 \cdot 10^{0,6}$	0,045	0,003	0,32	8
25	100	$2 \cdot 10^{0,5}$	0,03	0,001	0,38	10

Таблиця 2

Варіанти додаткових даних до задачі 1

№	N	P, Па	α_1	β_1	τ_1	ΔI , дБА
1	2	3	4	5	6	7
1	72	$2 \cdot 10$	2,6	1,3	26	8
2	80	$2 \cdot 10^{0,5}$	1,3	0,13	39	10
3	90	$2 \cdot 10^{0,25}$	3,9	6,5	32,5	7
4	100	$2 \cdot 10^{0,3}$	2,6	1,17	41,6	12
5	96	$2 \cdot 10^{0,7}$	3,9	0,91	44,2	10
6	74	$2 \cdot 10^{0,1}$	2,6	0,39	36,4	12
7	78	$2 \cdot 10^{0,4}$	3,9	0,13	33,8	8
8	84	$2 \cdot 10^{0,6}$	5,2	0,26	42,9	10
9	92	$2 \cdot 10^{0,7}$	3,9	0,39	36,4	8
10	64	$2 \cdot 10^{0,8}$	6,5	0,26	39	9
11	68	$2 \cdot 10^{0,9}$	2,6	0,013	26	10
12	84	$2 \cdot 10^{0,3}$	3,9	0,13	36,4	8
13	96	$2 \cdot 10^{0,4}$	5,2	0,65	41,6	8
14	100	$2 \cdot 10^{0,3}$	4,68	0,39	44,2	10
15	92	$2 \cdot 10^{0,4}$	3,9	0,26	32,5	8
16	94	$2 \cdot 10^{0,3}$	2,6	0,13	58,5	7

1	2	3	4	5	6	7
17	102	$2 \cdot 10^{0,4}$	4,16	0,39	33,8	8
18	98	$2 \cdot 10^{0,3}$	3,25	0,013	45,5	8
19	104	$2 \cdot 10^{0,4}$	5,85	0,104	41,6	9
20	94	$2 \cdot 10^{0,5}$	3,9	0,13	52	10
21	88	$2 \cdot 10^{0,6}$	4,68	0,26	46,8	8
22	86	$2 \cdot 10^{0,7}$	5,2	0,78	39	10
23	84	$2 \cdot 10^{0,5}$	3,25	1,04	45,5	10
24	96	$2 \cdot 10^{0,6}$	5,85	0,39	41,6	8
25	100	$2 \cdot 10^{0,5}$	3,9	0,13	49,4	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 огорожувальних 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.Сологына: 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'ютерингу: Підручник. – Львів: «Магнолія 2006», 2012. – 544 с.

РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО І ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Спроекувати 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: n_1 і n_2 (одностороннє або двостороннє бокове освітлення); n'_1 і n'_2 (одностороннє або двостороннє бокове освітлення, відбите від протилежного будинку); n_3 і n^s_2 (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:

$$S_e = \frac{A_n K_z \eta_e}{100 m \tau_0 r_1} K_{буд} S_{п}; \quad (1)$$

б) при верхньому освітленні за формулою:

$$S_{л} = \frac{D_{н} K_{з} \eta_{л}}{100 m \tau_{0} r_{2} K_{л}} S_{п} , \quad (2)$$

де $D_{н}$ - 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];

$S_{е}$ – площа світлових прорізів (в світлі) при боковому освітленні;

$S_{п}$ – площа підлоги приміщення;

$K_{з}$ – коефіцієнт запасу, який приймається з даних, наведених у табл.5.3 [1];

$\eta_{е}$ – світлова характеристика вікон, яка визначається з даних, наведених у табл. М.2 [1];

τ_{0} – загальний коефіцієнт світлопроникнення, який визначається за формулою:

$$\tau_{0} = \tau_{1} \tau_{2} \tau_{3} \tau_{4} \tau_{5} , \quad (3)$$

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

τ_{2} – коефіцієнт, який враховує втрати світла в рамках світлопрорізу, який приймається 0,75 для металопластикових та дерев'яних вікон і ліхтарів та 0,85 - для металевих [1];

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

$\tau_{3}=1$ [1];

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

τ_{5} – коефіцієнт, який враховує втрати світла у захисній сітці, що встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9), при її відсутності $\tau_{5}= 1$;

r_{1} – 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];

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

S_n – площа світлових прорізів (в світлі) при верхньому освітленні;
 η_n – світлова характеристика ліхтаря або світлового прорізу в площині покриття, яка визначається з даних, наведених у табл. М.3 і М.4 [1];

r_2 – 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];

K_n – 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:

$$D_p^{\delta} = (D_{\delta}mq + D_{\text{буд}}mR)r_1 \frac{\tau_0}{K_3}; \quad (4)$$

б) при верхньому освітленні за формулою:

$$D_p^{\text{в}} = \left[D_{\delta} + D_{\text{сер}}(r_2K_n - 1) \right] \frac{\tau_0}{K_3}; \quad (5)$$

в) при верхньому і боковому освітленні за формулою:

$$D_p^{\text{к}} = D_p^{\delta} + D_p^{\text{в}}, \quad (6)$$

де D_{δ} , $D_{\text{буд}}$ – відповідно геометричний КПО в розрахунковій точці при боковому освітленні, який враховує пряме світло неба і відбите від фасаду протилежного будинку, визначається за графіками I і II (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];

$D_{\text{в}}$ – геометричний КПО в розрахунковій точці при верхньому освітленні, який визначається за формулою М.6 [1] ;

$D_{\text{сер}}$ – 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]:

$$D_{сер} = \frac{1}{N} (D_{B_1} + D_{B_2} + D_{B_3} + \dots + D_{B_N}), \quad (7)$$

де N – кількість розрахункових точок;

$D_{B_1}, D_{B_2}, D_{B_3}, \dots, D_{B_N}$ – геометричний КПО в розрахункових точках (у цій роботі розрахунок $D_{сер}$ слід виконувати як для однієї умовної точки).

Середнє значення геометричного КПО $D_{сер}$ при верхньому або верхньому і боковому освітленні визначається за формулою:

$$D_{сер} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{D_1}{2} + D_2 + D_3 + \dots + D_{N-1} + \frac{D_N}{2} \right), \quad (8)$$

де N – кількість точок, в яких визначається КПО;

$D_1, D_2, D_3, \dots, D_N$ – 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 $D_{сер}$ слід виконувати як для однієї умовної точки).

Розрахункові значення КПО D_p , які визначені за формулами (4), (5), (6), (7), (8), слід округлювати до десятих часток. Припускається відхилення розрахункового значення КПО D_p від нормативного КПО D_n на $\pm 10\%$.

Геометричний коефіцієнт природної освітленості D_b , або D_v визначається за допомогою графіків I, II, (рис. М.2, М.3) [1].

Геометричний коефіцієнт природної освітленості, який враховує пряме світло від неба в якій-небудь точці приміщення **при боковому освітленні** (D_b), визначається за допомогою графіків I та II (рис. М.2, М.3) [1]. У цій роботі розрахунок D_b слід виконувати за даними варіанту з табл. 3 та за формулою:

$$D_b = 0,01(n_1 n_2),$$

де n_1 – кількість променів за графіком I, які проходять від неба крізь світлові прорізи в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення (рис. М.5) [1] (у цій роботі кількість променів n_1 слід прийняти за даними варіанту з табл.3);

n_2 – кількість променів за графіком II, які проходять від неба крізь світлові прорізи в розрахункову точку на плані приміщення (рис. М.5) [1] (у цій роботі кількість променів n_2 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** ($D_{б\text{уд}}$), в якій-небудь точці приміщення при боковому освітленні, визначається за допомогою графіків I, II (рис. М.2, М.3) [1] за формулою:

$$D_{б\text{уд}} = 0,01(n'_1 n'_2),$$

де n'_1 – кількість променів за графіком I, які проходять від протилежного будинку крізь світловий проріз в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення (рис. М.6) [1] (у цій роботі кількість променів n'_1 прийняти за даними варіанту з табл.3);

n'_2 – кількість променів за графіком II, які проходять від неба крізь світловий проріз в розрахункову точку на плані приміщення (рис. М.6) [1] (у цій роботі кількість променів n'_2 прийняти за даними варіанту з табл.3).

У випадку, якщо за даними варіанту відсутні значення n'_1 та n'_2 , умову задачі слід розглядати, як для окремо розміщеної будівлі, тобто, без урахування прямого світла відбитого **від протилежного будинку** ($D_{б\text{уд}} = 0$).

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

$$D_v = 0,01(n_3 n_2^6),$$

де n_3 – кількість променів за графіком М.2 [1], які проходять від неба крізь світлові прорізи в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення (кількість променів n_3 прийняти за даними варіанту з табл.3).

n_2^6 – кількість променів за графіком М.2 [1], які проходять від неба крізь світлові прорізи в розрахункову точку на поздовжньому розрізі приміщення (кількість променів n_2^6 прийняти за даними варіанту з табл.3).

У випадку, якщо за даними варіанту відсутні значення n_3 та n_2^6 , умову задачі слід розглядати, як для будівлі без верхнього освітлення, тобто ($D_v = 0$). 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:

$$F_{\text{номп}} = \frac{E_N S K_{\text{зан}}}{\eta}$$

де E_N – нормативне значення штучної освітленості, лк, (приймається з даних табл.1,2 [1] залежно від характеру виконуваної роботи);

S – площа приміщення, m^2 ;

$K_{\text{зан}}$ – 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 – i).

Індекс приміщення визначається за формулою:

$$i = \frac{S}{h_{\text{підв}}(A+B)}$$

де $h_{\text{підв}} = H - h_c - h_{\text{р.п.}}$ - висота підвісу світильника по відношенню до освітлюваної робочої поверхні, яка визначається висотою приміщення –

C, відстанню підвісу світильника по відношенню до стелі - h_c та відстанню від підлоги до розрахункової поверхні - $h_{p.п.}$.

Необхідна кількість світильників розраховується за формулою:

$$n = \frac{F_{номр}}{F_1}$$

де $F_{номр}$ – необхідний (розрахований) загальний світловий потік, лм;
 F_1 – 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	A	B	H	n_1	n_2	n'_1	n'_2	n_3	n_2^e
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	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	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	-	-	-	-
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 P поверхні, що освічується відповідно до плану розміщення світильників, зображеного на рис. 1:

- на горизонтальній поверхні;
- на похилій поверхні під кутом $\Theta = 60^\circ$ до площини, яка освітлюється світильниками 4,5 і 6.

Приміщення розміром $A \times B$ 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 – h_p , м. Коефіцієнт додаткової освітленості

$$\mu = 1,1. \text{ Коефіцієнт запасу } K=1,3.$$

Вказівки до рішення:

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

$$d = \sqrt{L^2 + B^2}$$

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

2) Визначають тангенс кута падіння – α , град. світлового променя в точці P :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d}{h_p}$$

3) Тоді кут падіння світлового променя в точці P від першого світильника дорівнює:

$$\alpha = \arctan \frac{d}{h_p}$$

4) Знаходять силу світла – I , кд умовної лампи в напрямі кута - α за табл.5.15 [2].

5) Освітленість горизонтальної поверхні від першого світильника з умовною лампою складає:

$$e_1 = \frac{I \cos^3 \alpha}{h_p^2} \text{ лк}$$

6) Така ж освітленість створюється третім, четвертим і шостим світильниками, оскільки точка P знаходиться в центрі прямокутника, утвореного світильниками. Освітленість, що створюється другим і п'ятим світильниками розраховують аналогічно.

7) Сумарну умовну освітленість в точці P від дії шести світильників визначають за формулою:

$$E = e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_6$$

8) Освітленість в точці P з урахуванням фактичного світлового потоку лампи - Φ , лм, який знаходиться за табл. 5.6 або 5.7 [2] складає:

$$E_f = \frac{\Phi \sum e_i}{1000} \text{ лк}$$

9) Освітленість горизонтальної поверхні від четвертого, п'ятого і шостого джерел складає:

$$E_{\gamma}^{456} = \frac{\Phi \sum_{i=1}^6 \cos^3 \theta_i}{1000 \cdot l^2}$$

10) Освітленість на похилій поверхні під кутом $\Theta = 60^\circ$ дорівнює

$$E_{\gamma} = \frac{\Phi \cos^3 \Theta}{1000 \cdot l^2}$$

У висновку написати яка освітленість горизонтальної поверхні в точці P створюється кожним світильником; четвертим, п'ятим і шостим джерелами; на похилій площині під кутом $\Theta = 60^\circ$.

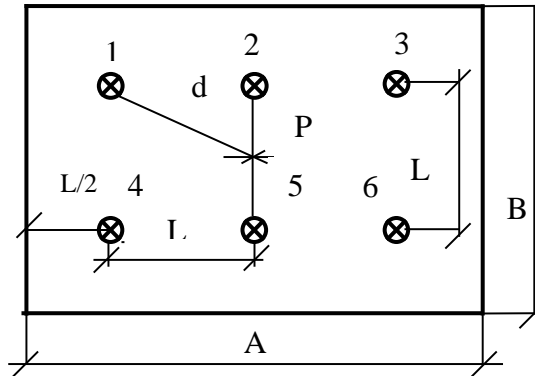


Рис. 1

Таблиця 4

Варіанти даних для задачі 5

№ варіанту	Розміри приміщення A x B, м	Висота підвісу світильника h_p , м	Тип світильника / потужність, Вт
1	2	3	4
1	6x4	2,5	ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 40
2	8x6	2,7	ОДОР (люмінесцентна лампа ЛД) / 40

1	2	3	4
3	10x8	2,9	ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 40
4	12x10	3,0	ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 80
5	5x4	3,2	ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 30
6	7x6	3,5	ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 65
7	8x6	3,7	ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 20
8	9x8	2,5	ОДОР (люмінесцентна лампа ЛХБ) / 65
9	10x9	2,7	ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 65
10	11x9	2,9	ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 15
11	12x11	3,0	ППД-200 (лампи накаливання) / 200
12	6x4	3,2	ОД (люмінесцентна лампа ЛХБ) / 40
13	8x6	3,5	ОДОР (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 65
14	10x8	3,7	ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 80
15	12x10	2,5	ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛБ) / 30
16	5x4	2,7	ОД (люмінесцентна лампа ЛД) / 30
17	7x6	2,9	ОД (люмінесцентна лампа ЛБ) / 80
18	8x6	3,0	ОДОР (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 15
19	9x8	3,2	ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛД) / 65

1	2	3	4
20	10x9	3,5	ОД (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 20
21	11x9	3,7	ОДОР (люмінесцентна лампа ЛБ) / 65
22	12x11	2,7	ПВЛМ (люмінесцентна лампа ЛД) / 80
23	8x8	2,9	ОДОР (люмінесцентна лампа ЛБ) / 40
24	10x10	3,0	ОД (люмінесцентна лампа ЛХБ) / 80
25	7x5	3,2	ОДОР (люмінесцентна лампа ЛДЦ) / 40

Задача 6

Площа складу готової продукції А х В, нормативне значення освітленості згідно [1] складає $E_{н,лк}$, 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:

$$n = \frac{S \cdot m \cdot E_{н,лк}}{P_{л}}$$

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

E_p - необхідна освітленість $E_p = k E_{н,лк}$, $E_{н,лк} = 2 лк$;

k – коефіцієнт запасу, який приймається $k = 1,3$;

S – площа складу, $м^2$;

$P_{л}$ - 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].

Варіанти даних для задачі 6

№ варіанту	Розміри складу А x В(м)	Тип прожектора	Джерело світла
1	2	3	4
1	80x80	ПСМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400
2	85x85	ПЗМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700
3	90x90	ОУКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-10000
4	95x95	СКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-20000
5	105x105	ПСМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400
6	100x100	«АРЕВИК»	Ксенонова лампа, ДКсТ-50000
7	110x110	ПЗМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700
8	80x110	ОУКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-20000
9	85x105	СКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-10000
10	95x85	«АРЕВИК»	Ксенонова лампа, ДКсТ-50000
11	110x70	ПСМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400
12	100x80	ПЗМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700
13	105x95	СКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-10000
14	95x95	ОУКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-20000
15	100x100	СКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-50000
16	105x105	ПСМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400
17	110x110	ПЗМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700
18	95x85	ОУКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-20000
19	110x70	СКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-50000
20	100x80	«АРЕВИК»	Ксенонова лампа, ДКсТ-50000
21	105x95	ПСМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 700
22	75x95	ПЗМ	Дугова ртутна лампа, ДРЛ 400
23	110x90	ОУКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-50000
24	85x105	СКсН	Ксенонова лампа, ДКсТ-20000
25	90x110	«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.book.as/book/3191276/b75ea9>

Задача 7

Розрахувати заземлювальний пристрій для струмоприймача, який живиться від трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю з лінійною напругою $U_{л} = 380 \text{ В}$. Вид ґрунту, 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 $a = 1,5 \text{ м}$.

Розв'язання типового прикладу

1. Визначення опору одного вертикального заземлювача (труби, стрижня, кутової сталі) R_T .
- 1.1. Трубчастого або стрижневого типу:

$$R_T = \frac{\rho_{роз}}{2\pi l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4S+l}{4S-l} \right), \text{ Ом},$$

де $\rho_{роз} = \rho_{зр} \kappa$ - розрахунковий питомий опір ґрунту;

$\rho_{зр}$ - питомий опір ґрунту, ом м , приймається з табл. 6.8 [2];

κ - коефіцієнт сезону, який враховує сезонне промерзання або висихання ґрунту, для розрахунку приймаємо $\kappa = 1,5$;

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:

$$R_T = \frac{0,366\rho_{\text{роз}}}{l} \left(\lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \lg \frac{4S+l}{4S-l} \right), \text{ Ом},$$

де b – ширина полки кутової сталі, м.

2. Кількість вертикальних заземлювачів знаходиться за формулою:

$$n = \frac{R_T}{R_{\text{доп}}\eta}, \text{ шт},$$

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

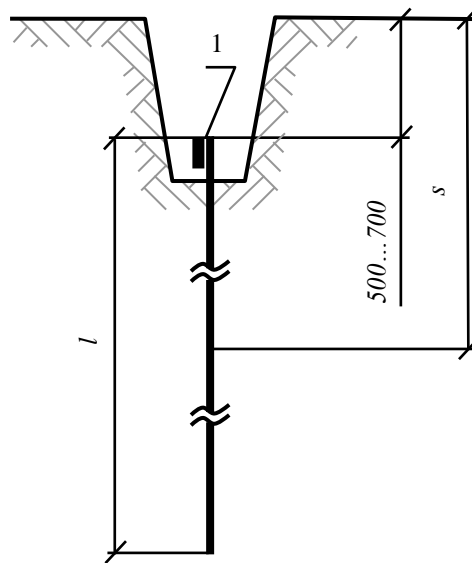


Рис. 2. Умовне розташування вертикальних заземлювачів у ґрунті.
1 – місце приєднання зварюванням горизонтальних заземлювачів.

$R_{\text{доп}}$ – допустимий опір заземлюючого контуру за нормативними даними [1] (ПУЕ), для розрахунку приймаємо 4 Ом;

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

3. Опір з'єднувальної смуги знаходиться за формулою:

$$R_n = \frac{0,366\rho_{\text{роз}}}{l_n} \lg \frac{2l_n^2}{BS}, \text{ Ом};$$

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

l_n – довжина смуги, м, приймається залежно від відстані між заземлювачами та їх кількості $l_n = (n - 1)a$.

4. Розраховують опір заземлюючого контуру:

$$R_{кон} = \frac{R_T R_n}{R_T \eta_n + R_n \eta n}, Ом.$$

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

5. Порівнюємо $R_{кон}$ з $R_{доп.}$. Необхідна умова при $R_{кон} < R_{доп.}$

Зобразити схему заземлення, користуючись умовною схемою рис. 3.

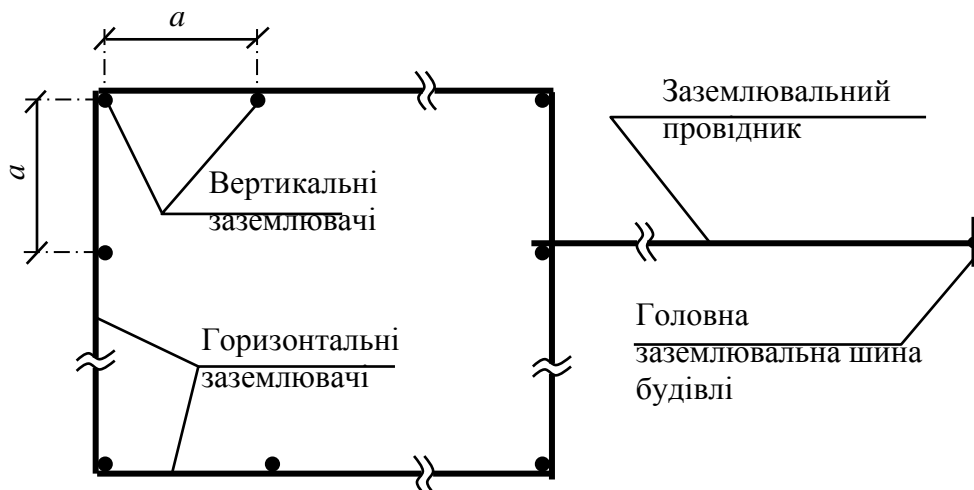


Рис. 3. Умовна схема контуру заземлювального пристрою.

Таблиця 6

Варіанти даних для задачі 7

№ варіанту	Вид ґрунту	Тип заземлювача	Довжина заземлювача, $l, м$	Відстань від поверхні землі до середини заземлювача, $S, м$
1	2	3	4	5
1	Гравій	Трубчастий, $d = 25 мм$	0,5	0,75

1	2	3	4	5
2	Щебінь	Стрижневий, <i>d = 30 мм</i>	0,6	0,85
3	Пісок	Кутова сталь, <i>b= 40 мм</i>	0,7	0,95
4	Супісь	Трубчастий, <i>d=15 мм</i>	0,8	1,05
5	Чорнозем	Стрижневий, <i>d = 10 мм</i>	0,9	1,1
6	Суглинок	Кутова сталь, <i>b= 45 мм</i>	1,0	1,3
7	Крейда	Трубчастий, <i>d=15 мм</i>	1,1	1,5
8	Глина	Стрижневий, <i>d = 20 мм</i>	1,2	1,6
9	Торф	Кутова сталь, <i>b= 30 мм</i>	0,5	0,75
10	Гравій	Трубчастий, <i>d =25 мм</i>	0,6	0,85
11	Щебінь	Стрижневий, <i>d = 35 мм</i>	0,7	0,95
12	Пісок	Кутова сталь, <i>b= 30 мм</i>	0,8	1,05
13	Супісь	Трубчастий, <i>d=20 мм</i>	0,9	1,1
14	Чорнозем	Стрижневий, <i>d = 15 мм</i>	1,0	1,3
15	Суглинок	Кутова сталь, <i>b= 45 мм</i>	1,1	1,5
16	Крейда	Трубчастий, <i>d=15 мм</i>	1,2	1,6
17	Глина	Стрижневий, <i>d = 35 мм</i>	1,0	1,4
18	Торф	Кутова сталь, <i>b= 20 мм</i>	1,1	1,5
19	Гравій	Трубчастий,	1,2	1,7

1	2	3	4	5
		$d = 30 \text{ мм}$		
20	Щебінь	Стрижневий, $d = 20 \text{ мм}$	0,5	0,75
21	Пісок	Кутова сталь, $b = 50 \text{ мм}$	0,6	0,85
22	Супісь	Трубчастий, $d = 45 \text{ мм}$	0,7	0,95
23	Чорнозем	Стрижневий, $d = 20 \text{ мм}$	0,8	1,05
24	Глина	Кутова сталь, $b = 25 \text{ мм}$	0,9	1,1
25	Торф	Трубчастий, $d = 40 \text{ мм}$	1,0	1,3

Задача 8

Розрахувати струм однофазового короткого замикання у електродвигуні, який живиться від трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю з лінійною напругою $U_{\text{л}}$, В з потужністю трансформатора S , кВА. Схема з'єднання обмоток трансформатора – «зірка». Лінія передачі фазного і нульового провідників, довжиною відповідно $L_{\text{ф}}$, км і $L_{\text{н}}$, км, виконана з міді перерізом відповідно $S_{\text{ф}}$, мм² і $S_{\text{н}}$, мм². Номінальний струм плавкої вставки (запобіжника) - $I_{\text{пл}}$, А. Вихідні дані прийняти згідно табл. 7.

Вказівки до рішення:

1. Перевірити умову забезпечення гарантованого відключення двигуна:

$$I_{\text{кз}} > 3I_{\text{пл}},$$

де $I_{\text{кз}}$ – струм короткого замикання, А.

2. Струм короткого замикання знаходять за формулою:

$$I_{\kappa 3} = \frac{U_{\phi}}{Z_T / 3 + Z_{II}}, \text{ A}$$

де U_{ϕ} – фазна напруга, приймається $U_{\phi} = U_{\text{л}} / \sqrt{3}$, В;

Z_T – повний опір трансформатора, Ом (приймається за даними табл. 6.14 [2]);

Z_{II} - повний опір петлі фаза-нуль, що визначається за формулою

$$Z_{II} = \sqrt{(R_{\phi} + R_n)^2 + (X_{\phi} + X_n + X_n')^2}, \text{ Ом},$$

де R_{ϕ}, R_n – активний опір фазного і нульового провідників, Ом

$$R_{\phi} = \rho \frac{L_{\phi}}{S_{\phi}}, \text{ Ом},$$

$$R_n = \rho \frac{L_n}{S_n}, \text{ Ом}$$

де ρ - питомий опір провідника (для міді приймається 0,018 Ом мм²/м);

$L_{\phi}, S_{\phi}, S_n, L_n$ - відповідно довжина і переріз фазного і нульового провідника, відповідно м, мм², приймаються за варіантом;

$\frac{1}{R_n}$ - провідність нульового провідника повинна бути не менше 50% провідності фазного проводу, Ом⁻¹;

X_{ϕ}, X_n - внутрішні індуктивні опори фазного і нульового провідників, Ом;

X_n' - зовнішній індуктивний опір «фаза-нуль», Ом.

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

Тоді остаточно з урахуванням довжини провідників

$$X_{\phi} = X_{\phi}' L_{\phi}, \text{ Ом};$$

$$X_n = X_n' L_n, \text{ Ом};$$

$$X_n = 0,5(L_n + L_\phi), \text{ Ом},$$

де – X_ϕ' , X_n' приймається з табл. 6.17 [2].

Після розрахунку струму короткого замикання перевіряють умову $I_{кз} > 3I_{пл}$. 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 8

№ варіанту	Лінійна напруга $U_n, В$ (Потужність трансформатора, $кВА$)	Довжина фазного проводу, $L_\phi, км$	Довжина нульового проводу, $L_n, км$	Переріз фазного проводу, $S_\phi, мм^2$	Переріз нульового проводу, $S_n, мм^2$	Ном. струм плавкої вставки, $I_{пл}, А$
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
1	2	3	4	5	6	7
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 Міністерства енергетики 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.