

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра „Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних занять
та контрольних завдань з дисципліни**

"ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ"

Харків – 2009

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до

друку на засіданні кафедри „Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини” 3 грудня 2007 р., протокол № 5.

Наведено приклади типових задач з курсу «Охорона праці в галузі», які є розрахунковим обґрунтуванням технічних рішень щодо поліпшення стану виробничого середовища за окремими факторами, а саме систем вентиляції, захисту від електромагнітного випромінювання, захисного заземлення та занулення електроустановок.

Методичні вказівки призначені для студентів III-VI курсів спеціальності 7.090214 усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти Л.М. Козар,
В.М. Сударський

Рецензент

доц. В.Г. Брусенцов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять
та контрольних завдань з дисципліни

"ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ"

Відповідальний за випуск Козар Л.М.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 28.01.08 р.
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 1,75. Обл.-вид.арк. 2,0.
Замовлення № Тираж 100 Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, пл. Фейсбаха, 7

Міністерство транспорту та зв'язку України
Українська державна академія залізничного транспорту

**Кафедра "Будівельні, колійні та
вантажно-розвантажувальні машини"**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних занять
та контрольних завдань з дисципліни**

"ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ"

Харків 2009

Методичні вказівки розглянуті та рекомендовані до друку на засіданні кафедри „Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини” 3 грудня 2007 р., протокол № 5.

Наведено приклади типових задач з курсу «Охорона праці в галузі», які є розрахунковим обґрунтуванням технічних рішень щодо поліпшення стану виробничого середовища за окремими факторами, а саме систем вентиляції, захисту від електромагнітного випромінювання, захисного заземлення та занулення електроустановок.

Методичні вказівки призначені для студентів III-VI курсів спеціальності 7.090214 усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти Л.М. Козар,
В.М. Сударський

Рецензент

доц. В.Г. Брусенцов

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Визначення повітрообміну за надлишками тепла	5
2 Розрахунок екрана для захисту від електромагнітного випромінювання	8
3 Розрахунок заземлювального пристрою	10
4 Розрахунок занулення електричної мережі	14
Додаток А Тепловиділення від дорослих людей (СНиП 2.04.05-91)	19
Додаток Б Діапазони частот та гранично допустимі рівні електромагнітного поля	20
Додаток В Дані для розрахунку заземлювального пристрою	21
Додаток Г Дані для розрахунку занулення електричної мережі	24

ВСТУП

«Охорона праці в галузі» є нормативною дисципліною, яка вивчається студентами спеціальності “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання” з метою формування у майбутніх фахівців знань про заходи щодо гарантування безпеки, збереження здоров’я та працездатності працівників, виключення або зведення до мінімуму шкідливого впливу на довкілля виробничих факторів, що пов’язані з експлуатацією та ремонтом будівельної і колійної техніки, підйомно-транспортних машин, а також механізацією вантажно-розвантажувальних, транспортно-складських робіт.

Наведені чотири приклади типових задач з виробничої санітарії (потрібний повітрообмін і захист від електромагнітного випромінювання) та електробезпеки (захисне заземлення та занулення електроустановок).

Кожна задача подана у закінченому вигляді та супроводжується необхідною довідковою інформацією у додатках.

Методичні вказівки пропонуються як для аудиторної роботи на практичних заняттях, так і для самостійного виконання контрольних завдань за індивідуальними вихідними даними.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ПОВІТРООБМІНУ ЗА НАДЛИШКАМИ ТЕПЛА

В задачі необхідно визначити необхідний повітрообмін за надлишками тепла в приміщенні L , м³/год, за вихідними даними (таблиця 1.1):

$n_{ч}$ - кількість чоловіків, що працюють у приміщенні;

$n_{ж}$ - кількість жінок, що працюють у приміщенні;

$n_{у}$ - кількість одиниць устаткування у приміщенні;

$P_{у}$ - встановлена потужність одиниці устаткування, Вт;

$t_{вид}$ - температура повітря в приміщенні, °С;

$N_{осв}$ - потужність освітлювальних приладів, Вт;

$Q_{рад}$ - максимальна кількість тепла від сонячної радіації, що надходить через вікна, Вт.

Тепло, що надходить у приміщення, Вт:

$$Q_{надх} = Q_{уст} + Q_{л} + Q_{осв} + Q_{рад}, \quad (1.1)$$

де $Q_{уст}$ – виділення тепла від устаткування, Вт;

$Q_{л}$ – виділення тепла від людей, Вт;

$Q_{осв}$ – виділення тепла від приладів освітлення, Вт;

$Q_{рад}$ – надходження тепла через зовнішні огороження від сонячної радіації, Вт (таблиця 1.1).

Виділення тепла від устаткування, що працює в приміщенні, Вт,

$$Q_{уст} = \sum_{i=1}^m n_{yi} \cdot P_{yi} \cdot k_{1i} \cdot k_{2i}, \quad (1.2)$$

де m – кількість найменувань устаткування;

n_{yi} – кількість одиниць устаткування i -го найменування;

P_{yi} – встановлена потужність одиниці устаткування, Вт;

k_{1i} – коефіцієнт використання встановленої потужності (таблиця 1.1);

k_{2i} – коефіцієнт одночасності роботи устаткування (таблиця 1.1).
Виділення тепла від людей

$$Q_{\text{л}} = n_{\text{ч}} \cdot q_{\text{ч}} + n_{\text{ж}} \cdot q_{\text{ж}}, \quad (1.3)$$

де $n_{\text{ч}}$ – кількість чоловіків, що працюють у приміщенні;

$q_{\text{ч}}$ – кількість явного тепла, яке виділяє один чоловік (додаток А), Вт;

$n_{\text{ж}}$ – кількість жінок, що працюють у приміщенні;

$q_{\text{ж}}$ – кількість явного тепла, яке виділяє одна жінка (додаток А), Вт.

Виділення тепла від приладів освітлення знаходимо з умови, Вт,

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{осв}}. \quad (1.4)$$

Шуканий потрібний повітрообмін за надлишками тепла, м³/год,

$$L = \frac{3600 \cdot Q_{\text{надх}}}{C_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{птс}} \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{пр}})}, \quad (1.5)$$

де $C_{\text{п}}$ – питома теплоємність повітря, $C_{\text{п}} = 1000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$\rho_{\text{птс}}$ – густина повітря при середній температурі, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$t_{\text{вид}}$ – температура повітря, що видаляється, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{пр}}$ – температура припливного повітря, $^\circ\text{C}$.

Густина повітря при середній температурі визначається за емпіричною формулою, $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$\rho_{\text{птс}} = \frac{353}{t_{\text{сеп}} + T}, \quad (1.6)$$

де $t_{\text{сеп}}$ – середня температура, $^\circ\text{C}$;

T – температура по Кельвіну, що відповідає нулю градусів по Цельсію ($273 \text{ }^\circ\text{C}$).

Середня температура між повітрям, що видаляється і припливним

$$t_{\text{сер}} = \frac{t_{\text{вид}} + t_{\text{пр}}}{2}. \quad (1.7)$$

Температуру приточного повітря $t_{\text{пр}}$ можна приймати на 5–8 °С меншою від температури повітря, що видаляється з приміщення $t_{\text{вид}}$.

Таблиця 1.1 - Вихідні дані до визначення повітрообміну за надлишками тепла

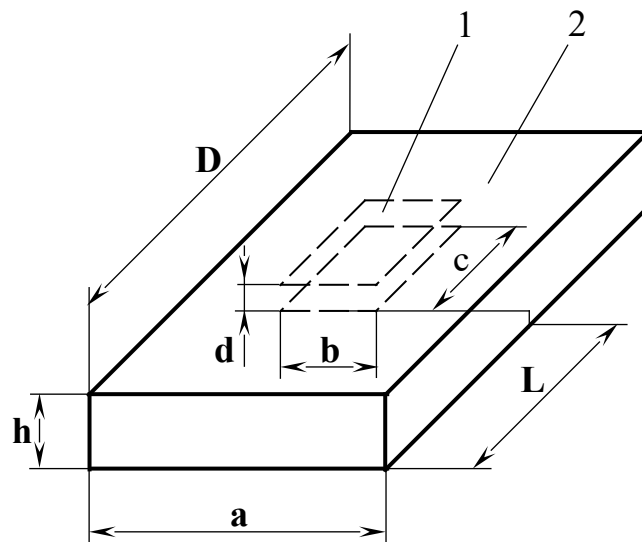
Вар.	$n_{\text{ч}}$	$n_{\text{ж}}$	$n_{\text{у}}$	$P_{\text{у}}, \text{ВТ}$	$t_{\text{вид}}, \text{°С}$	$N_{\text{осв}}, \text{ВТ}$	$Q_{\text{рад}}, \text{ВТ}$
1	3	2	2	400	20	400	150
2	1	1	1	350	20	300	150
3	2	3	3	500	25	500	200
4	3	2	1	450	25	300	180
5	3	3	5	600	20	450	220
6	1	2	2	450	20	350	100
7	2	-	1	300	25	300	175
8	-	3	3	400	25	250	180
9	2	3	4	350	20	300	190
10	2	4	5	500	20	500	220
11	2	2	2	550	25	300	140
12	2	1	1	600	25	350	150
13	3	-	3	450	20	300	140
14	1	4	4	300	20	400	175
15	2	4	5	400	25	450	220
16	2	2	2	450	25	300	160
17	2	1	1	300	20	250	140
18	-	3	3	400	20	350	180
19	3	2	4	350	25	400	170
20	3	3	5	500	25	400	175
21	1	2	2	550	20	250	150
22	1	2	1	600	20	300	165
23	-	4	3	450	25	350	150
24	2	3	4	300	25	325	170
25	3	4	5	350	20	500	220
26	2	-	2	400	20	200	180
27	-	3	1	350	25	250	170
28	2	2	3	500	25	300	200
29	1	3	4	550	20	200	150
30	3	3	5	600	20	400	180

Примітка – Для всіх варіантів прийнято одне найменування

устаткування – комп'ютер, при цьому: $k_1=0,8$; $k_2=0,5$. Категорія роботи персоналу – I (легка).

2 РОЗРАХУНОК ЕКРАНА ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

В задачі необхідно визначити мінімальні ширину a_{\min} , висоту h_{\min} та довжину D_{\min} прямокутного трубчастого екрана для захисту від електричного поля, що створює навколо себе робочий конденсатор установки діелектричного нагрівання (рисунок 2.1). Екран повинен забезпечувати напруженість поля, яка не перевищує допустимої величини.



1 – конденсатор; 2- екран

Рисунок 2.1 - Установка діелектричного нагрівання

Вихідні дані за результатами вимірів (таблиця 2.1):

E_1 - напруженість електричного поля на робочому місці на відстані $r=0,3$ м від конденсатора, В/м;

f - робоча частота установки, Гц;

d - товщина конденсатора, м;

b - ширина пластин, м;

c - довжина пластин, м.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані до розрахунку екрана для захисту від електромагнітного випромінювання

Вар.	E_1 , В/м	f , Гц	d , м	b , м	c , м	Вар.	E_1 , В/м	f , Гц	d , м	b , м	c , м
1	45	$3,5 \cdot 10^7$	0,05	0,15	0,4	16	38	$2,5 \cdot 10^8$	0,05	0,14	0,32
2	40	$4 \cdot 10^7$	0,04	0,14	0,35	17	35	$2,8 \cdot 10^8$	0,04	0,12	0,3
3	38	$4,5 \cdot 10^7$	0,03	0,12	0,32	18	32	$6 \cdot 10^5$	0,03	0,1	0,45
4	35	$5 \cdot 10^7$	0,02	0,1	0,3	19	30	$6,5 \cdot 10^5$	0,02	0,16	0,48
5	32	$5,5 \cdot 10^7$	0,06	0,16	0,45	20	48	$7 \cdot 10^5$	0,06	0,18	0,5
6	30	$6 \cdot 10^7$	0,07	0,18	0,48	21	50	$7,5 \cdot 10^5$	0,07	0,2	0,52
7	48	$6,5 \cdot 10^7$	0,08	0,2	0,5	22	52	$8 \cdot 10^5$	0,08	0,12	0,4
8	50	$7 \cdot 10^7$	0,05	0,12	0,52	23	55	$8,5 \cdot 10^5$	0,05	0,1	0,35
9	52	$7,5 \cdot 10^7$	0,04	0,1	0,4	24	45	$9 \cdot 10^5$	0,04	0,16	0,32
10	55	$8 \cdot 10^7$	0,03	0,16	0,35	25	40	$9,5 \cdot 10^5$	0,03	0,18	0,3
11	45	$8,5 \cdot 10^7$	0,02	0,18	0,32	26	38	10^6	0,02	0,2	0,45
12	40	$9 \cdot 10^7$	0,06	0,2	0,3	27	35	$1,5 \cdot 10^6$	0,06	0,16	0,48
13	38	10^8	0,07	0,16	0,45	28	32	$2 \cdot 10^6$	0,07	0,18	0,5
14	35	$1,5 \cdot 10^8$	0,08	0,18	0,48	29	50	$2,5 \cdot 10^6$	0,08	0,12	0,52
15	32	$2 \cdot 10^8$	0,05	0,12	0,5	30	52	$2,8 \cdot 10^6$	0,05	0,16	0,45

Мінімальні ширина і висота труби приймаються за умов:
 $a_{\min}=3b$; $h_{\min}=3d$.

Необхідно забезпечити ефективність екранування

$$E = \frac{E_1}{E_{\text{дон}}}, \quad (2.1)$$

де $E_{\text{дон}}$ - гранично допустимий рівень напруженості електричного поля, В/м (додаток Б).

Відомо, що ефективність екранування прямокутною трубою

$$E = e^{\pi \frac{L}{a}}, \quad (2.2)$$

де L – відстань від кінців пластин конденсатора до кінця труби (рисунок 2.1), м;
 a – ширина труби, м.

Формулу (2.2) можна записати інакше:

$$L = \frac{a \cdot \ln E}{\pi}. \quad (2.3)$$

Отже, одержимо мінімальну відстань, м,

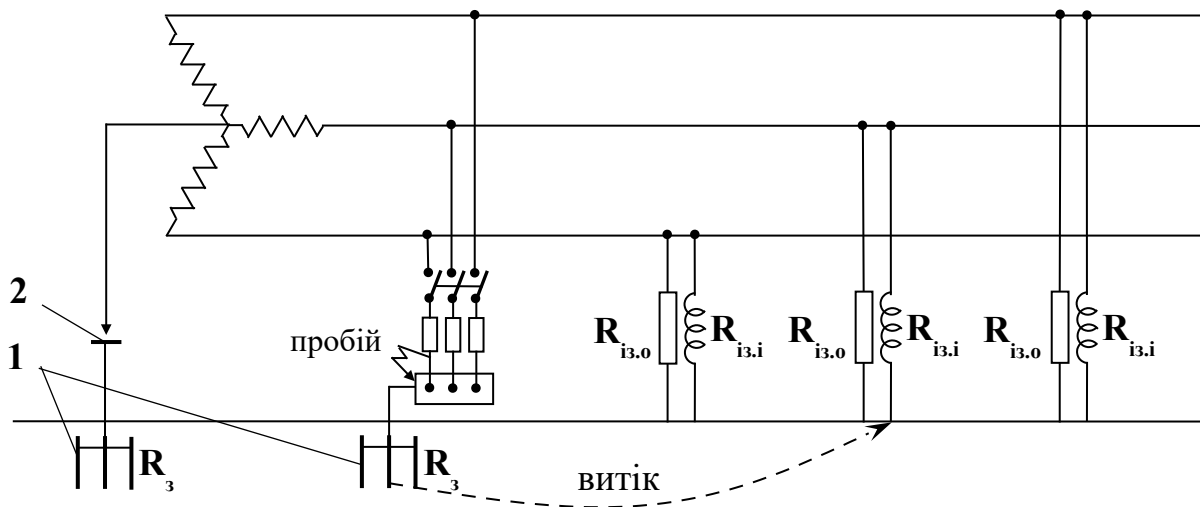
$$L_{\min} = \frac{a_{\min} \cdot \ln(E_1 / E_{\text{дон}})}{\pi}. \quad (2.4)$$

Загальна мінімальна довжина труби

$$D_{\min} = 2L_{\min} + c.$$

3 РОЗРАХУНОК ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Сутність ідеї захисту шляхом заземлення електроустановки (рисунок 3.1) полягає у зниженні напруги корпусу відносно землі (у випадку пробією фази на корпус) до безпечної величини. На заземлювальному пристрої нульової точки джерела струму встановлений пробивний запобіжник, що не пропускає струм, створений низьковольтною мережею. Таким чином, повернення струму у трансформатор (джерело струму) можливе лише через інші фазні проводи, які мають певну провідність відносно землі унаслідок витоків струму, що характеризуються зворотною величиною – омичним $R_{i3,0}$ та індуктивним $R_{i3,i}$ опорамі ізоляції проводу. Напруга корпусу відносно землі визначається перш за все опором заземлювального пристрою R_3 .



1 – заземлювальний пристрій; 2 – пробивний запобіжник

Рисунок 3.1 – Принципова схема заземлення електроустановок на напругу до 1000 В з ізольованою нейтраллю

В задачі необхідно розрахувати комбінований заземлювач електроустановки на напругу до 1000 В з ізольованою нейтраллю за вихідними даними, що наведені в таблиці 3.1.

Розрахунок заземлювального пристрою зводиться до визначення його опору розтікання струму, що не повинен перевищувати допустимих величин (таблиця В.1).

Для розрахунку опору розтіканню струму одиночних заземлювачів різних конструкцій рекомендовані формули, наведені у таблиці В.2.

Найбільш поширеними є комбіновані заземлювачі, що складаються з вертикальних електродів (труба, кутик тощо), з'єднаних між собою протяжним горизонтальним елементом (штаба, куточок, труба).

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до розрахунків заземлювального пристрою

Варіант	Середня температура за рік, °С		Питомий опір ґрунту ρ , Ом·м	Потужність трансформатора, кВт	Заземлювач					
	Січень	Червень			Вертикальні електроди				Штаба, що зв'язує електроди	
					Профіль, мм	Довжина l , м	Заглиблення h , м	Розташування, крок a , м	Ширина $b_{ш}$, мм	Заглиблення $h_{ш}$, м
1	-16	+16	$4 \cdot 10^4$	50	кут. $b=35$	1,4	0,4	кільц., 2,8	35	0,5
2	-14	+19	$5 \cdot 10^4$	60	труба $d=50$	1,5	0,5	в ряд, 3,0	40	0,6
3	-9	+23	$6 \cdot 10^4$	70	кут. $b=45$	1,6	0,6	в ряд, 1,6	45	0,7
4	+1	+25	$7 \cdot 10^4$	80	труба $d=40$	1,7	0,7	кільц., 1,7	42	0,75
5	-17	+17	$8 \cdot 10^4$	90	кут. $b=50$	1,4	біля поверхні	в ряд, 4,2	50	0,1
6	-12	+20	$9 \cdot 10^4$	100	труба $d=42$	1,5	0,8	в ряд, 3,0	45	0,8
7	-8	+22	$1 \cdot 10^5$	110	кут. $b=56$	1,6	0,9	кільц., 3,2	63	0,95
8	+2	+24	$1,1 \cdot 10^5$	120	труба $d=50$	1,7	1,0	в ряд, 1,7	55	1,1
9	-5	+22	$1,2 \cdot 10^5$	130	кут. $b=63$	1,8	0,4	в ряд, 3,6	63	0,6
10	+3	+25	$1,3 \cdot 10^5$	140	труба $d=56$	1,9	біля поверхні	кільц., 1,9	50	0,15
11	-16	+16	$1,4 \cdot 10^5$	150	кут. $b=70$	2,0	0,5	в ряд, 2,0	75	0,5
12	-14	+19	$1,5 \cdot 10^5$	160	труба $d=63$	2,1	0,6	в ряд, 2,1	50	0,8
13	-9	+23	$1,6 \cdot 10^5$	50	кут. $b=75$	2,2	0,7	кільц., 2,2	80	0,8
14	+1	+25	$1,7 \cdot 10^5$	60	труба $d=70$	2,3	0,8	в ряд, 2,3	75	0,9
15	-17	+17	$1,8 \cdot 10^5$	70	кут. $b=40$	2,4	біля поверхні	в ряд, 2,4	45	0,2
16	-12	+20	$1,9 \cdot 10^5$	80	труба $d=75$	2,5	0,9	кільц., 2,5	70	0,9
17	-8	+22	$4 \cdot 10^4$	90	кут. $b=56$	2,0	1,0	в ряд, 2,0	55	1,0
18	+2	+24	$5 \cdot 10^4$	100	труба $d=56$	2,1	0,4	в ряд, 4,0	63	0,4
19	-5	+22	$6 \cdot 10^4$	110	кут. $b=63$	2,2	0,5	кільц., 2,2	75	0,5
20	+3	+25	$7 \cdot 10^4$	120	труба $d=45$	1,5	біля поверхні	в ряд, 4,5	45	0,25
21	-16	+16	$8 \cdot 10^4$	130	кут. $b=40$	1,6	0,6	в ряд, 4,8	40	0,6
22	-14	+19	$9 \cdot 10^4$	140	труба $d=63$	1,7	0,5	кільц., 3,4	50	0,7
23	-9	+23	$1 \cdot 10^5$	150	кут. $b=56$	1,8	0,8	в ряд, 3,6	42	1,0
24	+1	+25	$1,1 \cdot 10^5$	160	труба $d=70$	1,9	0,9	в ряд, 1,9	80	1,0
25	-17	+17	$1,2 \cdot 10^5$	70	кут. $b=63$	2,0	біля поверхні	кільц., 2,0	55	0,1
26	-12	+20	$1,3 \cdot 10^5$	80	труба $d=70$	2,1	1,0	в ряд, 2,1	55	1,2
27	-8	+22	$1,4 \cdot 10^5$	90	кут. $b=70$	2,2	0,4	в ряд, 4,4	63	0,45

28	+2	+24	$1,5 \cdot 10^5$	100	труба $d=63$	2,3	0,5	кільц., 4,6	45	0,55
29	-5	+22	$1,6 \cdot 10^5$	110	кут. $b=63$	2,4	0,6	в ряд, 4,8	40	0,75
30	+3	+25	$1,7 \cdot 10^5$	120	труба $d=70$	2,5	біля поверхні	в ряд, 2,5	70	0,15

Для розрахунку комбінованого заземлювача необхідно визначити параметри за порядком:

1 Розраховується опір розтіканню струму одиночного вертикального електрода R за однією з формул з таблиці В.2 (схема 1 або 2). Якщо замість труби використовується вертикальний електрод з кутової сталі, еквівалентний діаметр визначаємо за формулою $d=0,95 \cdot b$, де b – ширина полки кутика.

Розрахунковий питомий опір ґрунту ρ_p з урахуванням підвищувального коефіцієнта K_n (таблиця В.3) залежно від кліматичної зони (таблиця В.4) дорівнює, Ом·м:

$$\rho_p = \rho \cdot K_n.$$

2 Визначається приблизна потрібна кількість вертикальних електродів.

За умови однакової довжини і профілю поперечного перерізу електродів, на основі закону про провідність паралельно з'єднаних провідників, потрібну кількість електродів n для забезпечення допустимого опору пристрою заземлення розтіканню струму можна визначити за формулою:

$$n = \frac{R}{R_{d0}},$$

де R_{d0} - розрахунковий опір пристрою заземлення з урахуванням розтікання струму зі штаби, Ом, $R_{d0}=2 \cdot R_d$.

Найбільший допустимий опір пристрою заземлення R_d , Ом, вибирається за таблицею В.1 залежно від напруги та потужності трансформатора.

Одержане значення n округляємо до найближчого більшого цілого.

3 Опір групи з n вертикальних електродів

$$R_n = \frac{R}{n \cdot \eta_1},$$

де η_1 - коефіцієнт використання, що ураховує накладення електричних полів сусідніх електродів (таблиця В.5).

4 Опір розтіканню струму штаби $R_{ш}$ за однією з формул з таблиці В.2 (схема 3 або 4). Довжина штаби при розташуванні електродів у ряд $l_{ш} = a \cdot (n-1)$, при кільцевому розташуванні $l_{ш} = a \cdot n$.

5 Опір розтіканню струму усього пристрою заземлення

$$R_0 = \frac{R_n \cdot R_{ш}}{(R_n + R_{ш}) \cdot \eta_2} \leq R_d. \quad (3.1)$$

де η_2 - коефіцієнт використання, що ураховує екранування між штабою і вертикальними електродами (таблиця В.6).

6 У випадку, коли умова (3.1) не задовольняється, треба збільшити кількість електродів і виконати розрахунки, починаючи з пункту 3.

4 РОЗРАХУНОК ЗАНУЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Занулення - це вид захисту, що передбачає з'єднання металевих частин установки, які не знаходяться під напругою, із заземленим у трансформаторному пункті нульовим проводом (рисунок 4.1).

В задачі необхідно розрахувати занулення автономної електричної мережі перемінного струму 50 Гц з фазною напругою $U_{\phi} = 220$ В. Повітряна лінія, що з'єднує живильний трансформатор із загальним електричним щитом, виконана з алюмінієвого захищеного проводу з пластиковою ізоляцією (4 жили). З'єднання обмоток: трикутник – зірка. У приміщенні в землі прокладена кабельна лінія з мідного проводу з пластиковою ізоляцією (4 жили).

Вихідні дані (таблиця 4.1):

P - загальна потужність споживачів, кВт;

l_n - довжина повітряної лінії, м;

l_k - довжина кабельної лінії у приміщенні, м;

$P_{тр}$ - потужність живильного трансформатора, кВт.

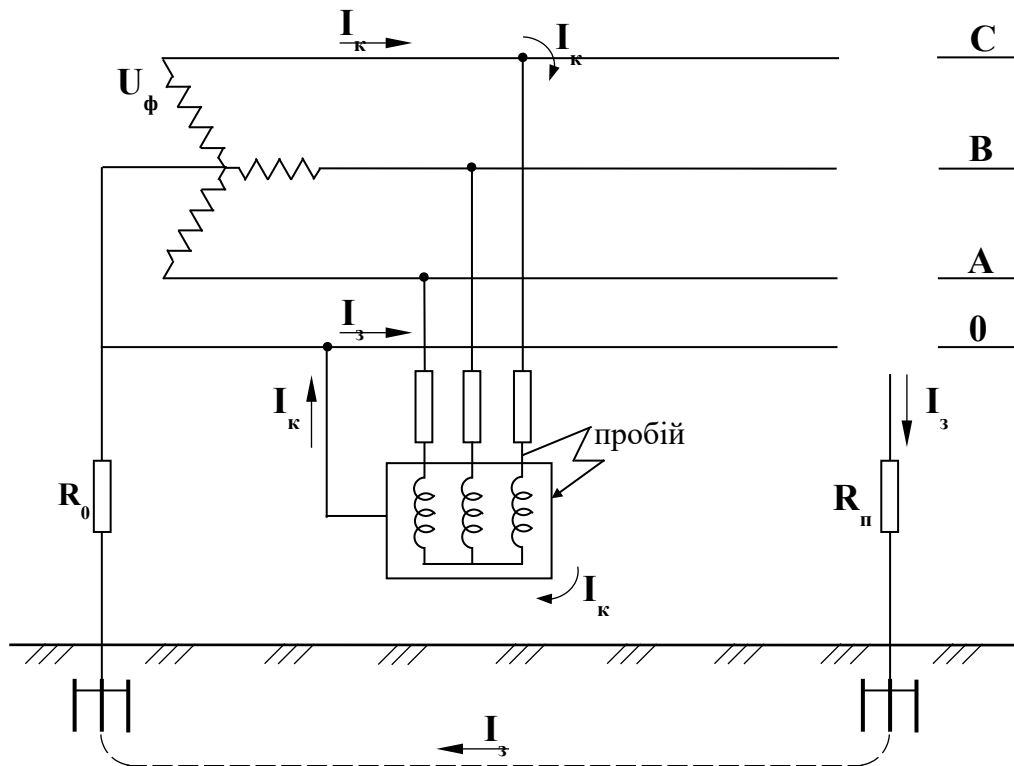


Рисунок 4.1 – Принципова схема захисного занулення

Розрахунок занулення складається з трьох частин:

- розрахунок на вимикаючу здатність;
- визначення максимальної напруги на корпусі відносно землі при замиканні струмоведучих частин на корпус;
- розрахунок робочого і повторного заземлювань.

Розв'язання задачі починається з визначення номінального струму споживання

$$I_{\text{ном}} = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} U_{\text{л}}}, \quad (4.1)$$

де $U_{\text{л}}$ - лінійна напруга електричної мережі, $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$.

За знайденим номінальним струмом споживання попередньо вибирається вид автоматичного захисту електроустановки: плавкі та запобіжники або автомати, які установлені для захисту від струму короткого замикання, автомати з комбінованими розмикачами. Вибрати елемент автоматичного захисту можна з таблиці Г.1 з урахуванням запасу (рекомендується комбінований).

Очікуване значення струму короткого замикання, А:

$$I_{кз}^{оч} \geq K \cdot I_c, \quad (4.2)$$

де K – коефіцієнт кратності струму, для усіх автоматичних вимикачів можна приймати $K=1,1$;

I_c – струм спрацьовування розмикача (таблиця Г.1), А.

Активні опори повітряної (алюмінієвої) та кабельної (мідної) ліній, Ом:

$$R_{\phi}^{алюм} = R_n^{алюм} = \rho_{алюм} \cdot \frac{l_n}{S_{алюм}}; \quad (4.3)$$

$$R_{\phi}^{мід} = R_n^{мід} = \rho_{мід} \cdot \frac{l_k}{S_{мід}}, \quad (4.3a)$$

де $R_{\phi}^{алюм}$, $R_n^{алюм}$, $R_{\phi}^{мід}$, $R_n^{мід}$ - відповідно активні опори фазного та нульового алюмінієвих проводів, фазного та нульового мідних проводів, Ом;

$\rho_{алюм}$, $\rho_{мід}$ - питомий опір алюмінієвого та мідного провідників відповідно, $\rho_{алюм}=0,028$ Ом·мм²/м, $\rho_{мід} = 0,018$ Ом·мм²/м;

l_n , l_k - довжина повітряної та кабельної ліній, м;

$S_{алюм}$, $S_{мід}$ - площа поперечного перерізу алюмінієвого та мідного провідників, що вибирається за $I_{ном}$ (таблиці Г.2, Г.3), мм².

Індуктивними опорами фазних і нульових проводів можна знехтувати, $X_{\phi}=0$, $X_n=0$.

Опір взаємоіндукції петлі «фаза-нуль», Ом:

$$X_{\phi n} = X_{пт} \cdot I_{\phi n}, \quad (4.4)$$

де $X_{\text{нит}}$ - питомий опір петлі «фаза-нуль», для окремо прокладених нульових захисних проводів зазвичай приймають $X_{\text{нит}} = 6 \cdot 10^{-4}$, Ом/м;

$l_{\text{фн}}$ - довжина петлі "фаза-нуль", м.

Довжина петлі «фаза-нуль», м:

$$l_{\text{фн}} = l_{\text{ф}}^{\text{алюм}} + l_{\text{ф}}^{\text{мід}} + l_{\text{н}}^{\text{мід}} + l_{\text{н}}^{\text{алюм}}, \quad (4.5)$$

де $l_{\text{ф}}^{\text{алюм}}, l_{\text{ф}}^{\text{мід}}, l_{\text{н}}^{\text{мід}}, l_{\text{н}}^{\text{алюм}}$ - відповідно довжина фазних алюмінієвого та мідного проводів, нульових мідного та алюмінієвого проводів, м. У нашому випадку $l_{\text{ф}}^{\text{алюм}} = l_{\text{н}}^{\text{алюм}} = l_{\text{н}}$, $l_{\text{ф}}^{\text{мід}} = l_{\text{н}}^{\text{мід}} = l_{\text{к}}$.

Тепер можна визначити повний опір петлі «фаза-нуль», Ом:

$$Z_{\text{н}} = \sqrt{(R_{\text{ф}}^{\text{алюм}} + R_{\text{н}}^{\text{алюм}} + R_{\text{ф}}^{\text{мід}} + R_{\text{н}}^{\text{мід}})^2 + (X_{\text{фн}} + X_{\text{ф}} + X_{\text{н}})^2}. \quad (4.6)$$

З таблиці Г.4 знаходимо опір живильного трансформатора $Z_{\text{тр}}$ для номінальної напруги обмотки вищої напруги 10 кВ.

Струм однофазного короткого замикання

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\text{ф}}}{\frac{Z_{\text{тр}}}{3} + Z_{\text{н}}}. \quad (4.7)$$

Перевіряємо умову струмового захисту

$$I_{\text{кз}}^{\text{оч}} \leq I_{\text{кз}}. \quad (4.8)$$

Знаходимо напругу на корпусі навантаження

$$U_{\text{н}} = I_{\text{кз}} \cdot (R_{\text{н}}^{\text{алюм}} + R_{\text{н}}^{\text{мід}}). \quad (4.9)$$

Перевіряємо умову

$$U_{\text{н}} \leq U_{\text{доп}}, \quad (4.10)$$

де $U_{\text{доп}}$ - допустима напруга, В (з таблиці Г.5; аварійний режим, тривалість впливу струму дорівнює часу спрацювання

роз'єднувача, що для комбінованих розмикачів складає 0,2 с).

Напруга на корпусі при наявності повторного заземлювача:

$$U_H = I_{кз} (R_H^{алюм} + R_H^{мід}) \frac{R_H}{R_0 + R_H}, \quad (4.11)$$

де R_0 , R_H - опір основного і повторного заземлювачів, $R_0=4$ Ом, $R_H=6$ Ом.

У випадку, коли умови (4.8), (4.10) не виконуються, слід вибрати інший вид автоматичного захисту та повторити розрахунки.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані до розрахунку занулення електричної мережі

Вар.	Р, кВт	I _н , м	I _к , м	Р _{тр} , кВт	Вар.	Р, кВт	I _н , м	I _к , м	Р _{тр} , кВт	Вар.	Р, кВт	I _н , м	I _к , м	Р _{тр} , кВт
1	21	30	40	160	11	24	40	60	63	21	27	50	40	160
2	22	35	45	100	12	25	45	35	250	22	28	55	45	100
3	23	40	50	63	13	26	50	30	160	23	29	25	50	63
4	24	45	55	250	14	27	55	25	100	24	30	20	55	250
5	25	50	60	160	15	28	25	50	63	25	21	40	60	160
6	26	55	35	100	16	29	20	55	250	26	22	45	40	100
7	27	25	30	63	17	30	30	60	160	27	23	50	45	63
8	28	20	25	250	18	21	35	35	100	28	24	55	50	250
9	29	30	50	160	19	22	40	30	63	29	25	25	55	160
10	30	35	55	100	20	23	45	25	250	30	26	20	60	100

Додаток А (довідковий)

Таблиця А.1 – Визначення показників Тепловиділення від дорослих людей (СНиП 2.04.05-91)

Показники	Тепловиділення від дорослих людей, Вт, при температурі навколишнього повітря, °С					
	10	15	20	25	30	35

У стані спокою						
Теплове виділення явне	143	116	87	58	41	12
сховане	23	29	29	35	52	81
повне	163	145	116	93	93	93
Легка робота (категорія I)						
Теплове виділення явне	151	122	99	64	41	6
сховане	29	35	52	81	105	140
повне	180	157	151	145	146	46
Робота середньої важкості (категорія II а)						
Теплове виділення явне	166	135	108	73	44	7
сховане	51	66	90	121	150	187
повне	217	201	198	194	194	194
Робота середньої важкості (категорія II б)						
Теплове виділення явне	182	150	119	84	49	9
сховане	71	97	126	158	193	233
повне	253	247	245	242	242	242
Важка робота						
Теплове виділення явне	198	163	129	93	52	12
сховане	93	128	163	198	238	279
повне	291	291	291	291	290	291

Примітка - Наведені середні дані для дорослих чоловіків. Вважається, що жінки виділяють 85%, а діти - 75% теплоти і вологи, що виділяється чоловіками.

Додаток Б (довідковий)

Діапазони частот та гранично допустимі рівні електромагнітного поля

Таблиця Б.1 - Номенклатура діапазонів частот електромагнітних коливань

Номер діапазону	Довжина хвилі, м	Діапазон хвиль	Частота коливань, Гц	Діапазон частот
1	$10^{10} \leq \lambda < 10^{11}$	Інфранизькі	$3 \cdot 10^{-3} \leq f < 3 \cdot 10^{-2}$	Низькі
2	$10^8 \leq \lambda < 10^{10}$	Низькі	$3 \cdot 10^{-2} \leq f < 3$	
3	$10^6 \leq \lambda < 10^8$	Промислові	$3 \leq f < 3 \cdot 10^2$	
4	$10^4 \leq \lambda < 10^6$	Звукові	$3 \cdot 10^2 \leq f < 3 \cdot 10^4$	
5	$10^3 \leq \lambda < 10^4$	Кілометрові	$3 \cdot 10^4 \leq f < 3 \cdot 10^5$	
6	$10^2 \leq \lambda < 10^3$	Гектометрові	$3 \cdot 10^5 \leq f < 3 \cdot 10^6$	Середні
7	$10 \leq \lambda < 10^2$	Декаметрові	$3 \cdot 10^6 \leq f < 3 \cdot 10^7$	Високі
8	$1 \leq \lambda < 10$	Метрові	$3 \cdot 10^7 \leq f < 3 \cdot 10^8$	Дуже високі
9	$10^{-1} \leq \lambda < 1$	Дециметрові	$3 \cdot 10^8 \leq f < 3 \cdot 10^9$	Ультрависокі
10	$10^{-2} \leq \lambda < 10^{-1}$	Сантиметрові	$3 \cdot 10^9 \leq f < 3 \cdot 10^{10}$	Надвисокі
11	$10^{-3} \leq \lambda < 10^{-2}$	Міліметрові	$3 \cdot 10^{10} \leq f < 3 \cdot 10^{11}$	Надзвичайно високі

Таблиця Б.2 – Гранично допустимі рівні (ГДР) електромагнітного поля безперервного випромінювання (ДНАОП 0.03-3.30-96)

Номер діапазону	ГДР напруженості електричної складової поля $E_{дон}$, В/м
5	25
6	15
7	$3 \cdot \lg \lambda$
8	3

Примітки

- 1 Номер діапазону наведений у таблиці Б.1.
- 2 ГДР, наведені у даній таблиці, не поширюються на радіозасоби телебачення, які нормуються окремо.
- 3 λ – довжина хвилі, м.

Додаток В (довідковий)

Дані для розрахунку заземлювального пристрою

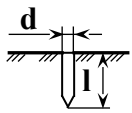
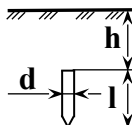
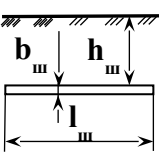
Таблиця В.1 – Допустимий опір пристроїв заземлення

Характеристика установки	Найбільший допустимий опір пристроїв заземлення R_d , Ом
Установки на напругу більше 1000 В з	

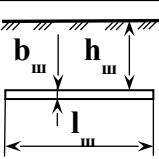
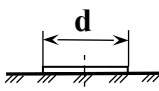
<p>малими струмами замикання на землю без компенсації ємнісних струмів:</p> <p>якщо пристрій заземлення використовується одночасно для електроустановок на напругу до 1000 В</p> <p>якщо пристрій заземлення використовується тільки для електроустановок на напругу більше 1000 В</p>	<p>$R_d=125/I_3$, але не більше 10 Ом при потужності трансформатора менше 100 кВт і 4 Ом при більшій потужності</p> <p>$R_d=250/I_3$, але не більше 10</p>
<p>Установки на напругу до 1000 В:</p> <p>при потужності генераторів і трансформаторів 100 кВт і менше</p> <p>при більшій потужності</p>	<p>$R_d=10$ Ом</p> <p>$R_d=4$ Ом</p>

Примітка - Величина I_3 – струм замикання на землю, А;

Таблиця В.2 - Формули для розрахунку опору розтіканню струму R , Ом

Схема	Тип заземлювача	Формула	Примітка
1 	Труба, стрижень біля поверхні землі	$R = 3,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\rho_p}{l} \cdot \lg \frac{4 \cdot l}{d}$	$l \geq d$
2 	Труба, стрижень на глибині h	$R = 3,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\rho_p}{l} \cdot \lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot h + 4 \cdot h - l}{4 \cdot h - l}$	$l \geq d$ $\frac{4h}{l} > 2$
3 	Протяжний заземлювач (штаба, труба) на глибині h_m , ширина b_m або діаметр d_m	$R_m = 3,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\rho_p}{l_m} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_m^2}{b_m \cdot h_m}$	$l_m \geq \frac{b_m}{2}$ $\frac{l_m}{2h_m} \geq 2,5$

Продовження таблиці В.2.

Схема	Тип заземлювача	Формула	Примітка
4 	Кільцевий заземлювач (штаба, труба) на глибині h_m	$R_m = 3,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\rho_p}{l_m} \cdot \lg \frac{2,6 \cdot l_m^2}{b_m \cdot h_m}$	$\frac{l_m}{\pi} \geq \frac{b_m}{\pi}$ $h_m \leq \frac{l_m}{2\pi}$
5 	Кругла пластина на поверхні землі	$R = 0,366 \cdot \frac{\rho_p}{2 \cdot \pi \cdot d}$	-

Примітка – Величина ρ_p - розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м; $l, d, h, l_{ш}, b_{ш}, h_{ш}$ - розміри відповідно до схеми, м

Таблиця В.3 – Підвищувальні коефіцієнти

Тип заземлювача	Значення підвищувального коефіцієнта K_n для кліматичних зон			
	I	II	III	IV
Протяжні електроди на глибині 0,8 м	4,5-7,0	3,5-4,5	2,5-4,0	1,5-2,0
Комбіновані електроди	1,8-2,0	1,6-1,8	1,4-1,6	1,2-1,4

Таблиця В.4 – Характеристика кліматичних зон

Показники	Кліматичні зони			
	I	II	III	IV
Середня багаторічна найнижча температура (січень), °С	Від -20 до -15	Від -15 до -10	Від -10 до 0	Від 0 до +5
Середня багаторічна найвища температура (липень), °С	Від +16 до +18	Від +18 до +22	Від +22 до +24	Від +24 до +26
Середня кількість опадів в мм	~400	~500	~500	300-500
Тривалість замерзання води, дн	190-170	~150	~100	0

Таблиця В.5 – Коефіцієнти використання η_1

Кількість електродів n	Значення коефіцієнта використання η_1 залежно від відношення відстані між електродами a до їх довжини l		
	$a/l=1$	$a/l=2$	$a/l=3$
При розміщенні електродів у ряд			
2	0,84-0,87	0,90-0,92	0,93-0,95
3	0,76-0,80	0,85-0,88	0,90-0,92
5	0,67-0,72	0,79-0,83	0,85-0,88
10	0,56-0,62	0,72-0,77	0,79-0,83
15	0,51-0,56	0,66-0,73	0,75-0,80

20	0,47-0,50	0,65-0,70	0,74-0,79
При розміщенні електродів по контуру			
4	0,66-0,72	0,76-0,80	0,84-0,86
6	0,58-0,65	0,71-0,75	0,78-0,82
10	0,52-0,58	0,66-0,71	0,74-0,78
20	0,44-0,50	0,61-0,66	0,68-0,73
40	0,38-0,44	0,55-0,61	0,64-0,69
60	0,36-0,42	0,52-0,58	0,62-0,67
100	0,33-0,39	0,49-0,55	0,59-0,65

Таблиця В.6 – Коефіцієнти використання η_2

Відношення відстані між електродами до їх довжини a/l	Значення коефіцієнта використання η_2 залежно від числа електродів							
	n=4	n=6	n=8	n=10	n=20	n=30	n=50	n=70
При розміщенні електродів у ряд								
1	0,77	0,72	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21	0,19
2	0,89	0,84	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36	0,32
3	0,92	0,88	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49	0,42
При розміщенні електродів по контуру								
1	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21	0,20
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28	0,26
3	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37	0,35

Додаток Г (довідковий)

Дані для розрахунку занулення електричної мережі

Таблиця Г.1 – Технічні характеристики деяких автоматичних розмикачів

Тип запобіжника	Напруга в мережі, В	Розчеплювач	Номінальний струм спрацювання	Струм спрацювання електромагніт-

			розмикача, А	ного елемента, А
А3114/1	380	Комбінований	15	150
	220		20	200
	380		25	250
			30	300
			40	400
			50	500
	380/220		60	600
220		80	800	
220		100	1000	
Ф3124/144	380	60	600	
	220	100	1000	
АЕ1036-10РУЗ	380	Електромагнітний та тепловий	12,5	144
			16	192
			20	240
АЕ2046-10РУЗ	220/380		25	300
	220		32	382
	220/380		40	480
	380		50	600
АЕ20-5610РУЗ	380	50	600	
	220	63	760	
	220	80	960	
АК50-2МГ(2М) АК50-3МГ(3М)	380	Електромагнітний	0,6—30	6—300
	380			
АП50Б	500	Електромагнітний та тепловий	1,6—63	16—630
А3790	600	Електромагнітний та напівпровідниковий	250—630	2400—6300

Таблиця Г.2 - Тривало допустимий струм для проводів та кабелів напругою до 1000 В з алюмінієвими жилами (температура повітря - 25°С, температура землі - 15°С)

Група проводів	Провід з гумовою та пластиковою ізоляцією						Кабель і захищений провід з гумовою та пластиковою ізоляцією						Кабель з паперовою просоченою ізоляцією						(голі) Проводи без ізоляції
	у трубах						у повітрі			у землі			у повітрі			у землі			
Спосіб прокладання	Відкрито																		
	у приміщеннях																		
Переріз, мм ²	Струм, А																		
	Струм за кількістю жил, А																		
	-	2	3	4	5-6	7-9	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	
2,5	24	20	19	19	15	14	21	19	17	34	29	26	23	22	-	35	31	-	-
4	32	28	28	23	22	21	29	27	24	42	38	35	31	29	27	46	42	38	-
6	39	36	32	30	26	24	38	32	29	55	46	42	42	35	35	60	55	46	-
10	60	50	47	39	38	35	55	42	38	80	70	63	55	46	45	80	75	65	-
16	75	60	60	55	48	45	70	60	54	105	90	81	75	60	60	110	90	90	105/75
25	105	85	80	70	65	60	90	75	68	135	115	104	100	80	75	140	125	115	135/105
35	130	100	95	85	75	70	105	90	81	160	140	126	115	95	95	175	145	135	170/130
50	165	140	130	120	105	95	135	110	100	205	175	158	140	120	110	210	150	165	215/165
70	210	175	165	140	130	125	165	140	126	245	210	190	175	155	140	250	220	200	265/210
95	255	215	200	175	-	-	200	170	153	295	255	230	210	190	165	290	260	240	320/255
120	295	245	220	200	-	-	230	200	190	340	295	266	245	220	200	335	300	270	375/300
150	340	275	255	-	-	-	270	235	212	390	335	302	290	255	230	385	335	305	440/355
185	390	-	-	-	-	-	310	270	243	440	385	347	-	290	260	-	380	345	500/410

Таблиця Г.3 - Тривало допустимий струм для проводів та кабелів напругою до 1000 В з мідними жилами (температура повітря - 25°C, температура землі - 15°C)

Група проводів	Провід з гумовою та пластиковою ізоляцією						Кабель і захищений провід з гумовою та пластиковою ізоляцією						Кабель з паперовою просоченою ізоляцією						Проводи без ізоляції (голі)
	у трубах						у повітрі		у землі				у повітрі			у землі			
Спосіб прокладання	Відкрито / у приміщеннях																		
	Відкрито																		
Переріз, мм ²	Струм в А, за кількості жил																		
	Струм, А																		
-	2	3	4	5-6	7-9	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4		
1,5	23	19	17	16	15	14	19	19	17	33	27	24	-	-	-	-	-	-	-
2,5	30	27	25	25	20	19	27	25	22	44	38	34	30	28	-	45	40	-	-
4	41	38	35	30	28	26	38	35	31	55	49	44	40	37	35	60	55	50	50/25
6	50	46	42	40	34	31	50	42	38	70	60	54	55	45	45	80	70	60	70/35
10	80	70	60	50	48	45	70	55	50	105	90	81	75	60	60	105	95	85	95/60
16	100	85	80	75	64	60	90	75	68	135	115	103	95	80	80	140	120	115	130/100
25	140	115	100	90	80	75	115	95	85	175	150	135	130	105	100	185	160	150	180/135
35	170	135	125	115	100	95	140	120	108	210	180	162	150	125	120	225	190	175	220/170
50	215	185	170	150	135	125	175	145	130	265	225	202	185	155	145	270	235	215	270/215
70	270	225	210	185	165	155	215	180	162	320	275	247	225	200	185	325	285	265	340/270
95	330	275	255	225	-	-	260	220	200	385	330	300	275	245	215	380	340	310	415/335
120	385	315	290	260	-	-	300	260	234	445	385	347	320	285	260	435	390	350	485/395
150	440	360	330	300	-	-	350	305	275	505	435	392	375	330	300	500	435	395	570/465

Таблиця Г.4 - Наближені значення повних опорів обмоток масляних трансформаторів з нижчою напругою 400/230 В

Потужність трансформатора $P_{тр}$, кВт	Номинальна напруга обмотки вищої напруги, кВ	Розрахунковий опір $Z_{тр}$, Ом, у схемі з'єднання обмоток	
		зірка-зірка	трикутник-зірка і зірка-трикутник
25	6 – 10	1,037	0,302
40	6 – 10	0,649	0,187
63	6 – 10	0,412	0,12
	20 – 35	0,379	0,135
100	6 – 10	0,259	0,075
	20 – 35	0,254	0,109
160	6 – 10	0,162	0,047
	20 – 35	0,159	0,068
250	6 – 10	0,104	0,03
	20 – 35	0,102	0,043
400	6 – 10	0,065	0,019
	20 – 35	0,064	-
630	6 – 10	0,043	0,014
	20 – 35	0,04	-
1000	6 – 10	0,027	0,009
	20 – 35	0,026	0,011
1600	6 – 10	0,018	0,006
	20 – 35	0,017	0,007

Таблиця Г.5 - Гранично допустимі значення напруг дотику і струмів електроустановок напругою до 1000В (ГОСТ 12.1.038-82), що проходять крізь тіло людини

Тривалість впливу струму, с	Аварійний режим						Нормальний режим					
	Перемінний струм, 50 Гц		Перемінний струм, 400 Гц		Постійний струм		Перемінний струм, 50 Гц		Перемінний струм, 400 Гц		Постійний струм	
	U, В	I, мА	U, В	I, мА	U, В	I, мА	U, В	I, мА	U, В	I, мА	U, В	I, мА
0,01 – 0,08	550	650	650	-	650	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,1	340	400	500	-	500	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,2	160	190	500	-	400	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,3	135	160	330	-	350	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,4	120	140	250	-	300	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,5	105	125	200	-	250	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,6	95	105	170	-	240	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,7	85	90	140	-	230	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,8	75	75	130	-	220	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,9	70	65	110	-	210	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
1,0	60	50	100	-	200	-	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
понад 1,0	20	6	36	8	40	15	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0

Примітки

1 Напруги дотику і струми наведені при тривалості впливу не більше 10 хв у добу і встановлені, виходячи з реакції відчуття.

2 Напруги дотику і струми при нормальному режимі для осіб, що виконують роботу в умовах високих температур (вище 25°C) і вологості (відносна вологість більше 75%), повинні бути зменшені в три рази.

3 Гранично допустимі значення напруг дотику і струмів, що проходять крізь тіло людини при аварійному режимі, і тривалості впливу більше 1 с відповідають відпускаючим (перемінним) і постійним струмам, які не викликають біль.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять
та контрольних завдань з дисципліни

"ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ"

Відповідальний за випуск Козар Л.М.

Редактор

Підписано до друку "___" _____ 200__ р.
Формат паперу 60×84 1/16. Папір писальний.
Умовн.-друк. арк. 1,5. Обл.-вид.арк. 1,75.
Замовлення №_____. Тираж 100 прим. Ціна договірна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво №112 від 06.07.2000 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків-50, пл.Фейєрбаха,