

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

ОХОРОНА ПРАЦІ

Методичні вказівки
для виконання лабораторних робіт з курсу
«Охорона праці»

для студентів спеціальності

151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Затверджено на засіданні кафедри
автоматизації виробничих процесів,
протокол № 12, від 3 червня. 2021 р.

Кропивницький, 2021

Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з курсу «Охорона праці» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / В. О. Зубенко, Р. В. Жесан, І. А. Березюк, Є. П. Босов. - Кропивницький: ЦНТУ. -2021. – 90 с.

Укладачі:

Зубенко В.О., кандидат технічних наук, доцент;

Жесан Р. В., кандидат технічних наук, доцент;

Березюк І. А., кандидат технічних наук, доцент;

Босов Є. П., старший викладач

Рецензент: Каліч В.М., кандидат технічних наук, професор.

Зміст.

Вступ.....	4
Лабораторна робота №1	
Дослідження штучного виробничого освітлення.....	6
Лабораторна робота №2	
Визначення метеорологічних умов у виробничих приміщеннях.....	15
Лабораторна робота №3	
Дослідження виробничого шуму.....	26
Лабораторна робота №4	
Визначення електричного опору тіла людини.....	41
Лабораторна робота №5	
Випробовування опору ізоляції електроустановок.....	49
Лабораторна робота №6	
Визначення опору заземлюючих пристроїв і розрахунок системи захисного заземлення електроприладів напругою до 1000 В.....	56
Лабораторна робота №7	
Надання першої долікарняної допомоги при нещасних випадках.....	72

ВСТУП

Згідно з модульно-рейтинговою системою курс «Охорона праці» складається із 2-х модулів (0-100 балів). Лабораторно-практичні роботи є складовою частиною кожного з модулів. Метою лабораторного (практичного) практикуму є закріплення та поглиблення базових знань з охорони праці й отримання навиків з практичного їх застосування.

Для оцінювання успішності виконання кожної лабораторної (практичної) роботи за принципами кредитно-модульної системи використовуються наступні критерії:

- Невиконана робота – 0 балів;
- Виконана робота – 1 бал;
- Виконана та оформлена робота – 2 бала;
- Виконана, оформлена та захищена робота – 3 бала;
- Виконана, оформлена та вчасно* захищена робота – 4 бала.

**Вчасно захищеною вважається робота захист якої студентом відбувся в межах часу передбаченого для цієї роботи в робочій навчальній програмі та згідно з розкладом занять.*

За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою.

Загальна кількість балів отримана за семестр відповідає оцінці:

1-34 – «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;

35-59 - «незадовільно» з можливістю повторного складання;

60-64 - «задовільно» («достатньо»);

65-74 - «задовільно»;

75-84 - «добре»;

85-89 - «добре» («дуже добре»);

90-100 - «відмінно».

Шкала відповідності

<i>За 100-бальною шкалою</i>	Оцінка за національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно
85 – 89	4	добре
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно
60 – 64		
35 – 59	2	незадовільно
1 – 34		

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав середнє арифметичне за два змістовні модуля, яке менше ніж 60 балів (тобто в сумі менше 36 підсумкових балів), то студент не допускається до іспиту і вважається таким, що не виконав всі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни «Охорона праці».

Лабораторна робота №1

Дослідження штучного виробничого освітлення

1. Мета роботи

Ознайомитися з принципами нормування штучного освітлення виробничих приміщень; навчитись користуватися приладами для визначення освітленості; розрахувати освітленість робочих місць; підбирати джерела світла та світлотехнічну арматуру.

2. Основні теоретичні положення

За призначенням, штучне освітлення поділяється на робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне. Всі ці види освітлення призначені для освітлення необхідної виробничої діяльності людини у вечірні та нічні години доби.

За виконанням (розміщенням джерел світла) штучне освітлення поділяється на загальне – призначене для рівномірного освітлення приміщення або його частини; місцеве (стаціонарне або переносне) для освітлення тільки робочих поверхонь; комбіноване – поєднання загального та місцевого освітлення.

Джерелами штучного освітлення є лампи розжарювання або газорозрядні лампи.

Робоча поверхня освітлюється не тільки світловими потоками, які падають безпосередньо на неї без світильників, а також потоками відбитими від стін, стелі та підлоги приміщення. За темних стін та стелі відбиті потоки малі і освітленість практично здійснюється променями, які падають на поверхню від світильників. За рахунок пофарбування приміщень у світлі тони можливо істотно збільшити освітленість без збільшення потужності світильних установок.

Нормами штучного освітлення встановлюються мінімально допустимі величини освітленості виробничих чи допоміжних приміщень, житлових чи громадських будівель, території виробничих підприємств, залізничних шляхів, відкритих просторів.

Освітленість – це густина світлового потоку, розподілена по освітлювальній поверхні.

$$E = F / S, \text{ лк} \quad (1)$$

де F – світловий потік, лм; S – освітлювана поверхня, м^2 .

В основу нормування освітленості на виробничих місцях покладені характеристики, від яких залежить ступень напруження зорових органів людини.

До них належать:

1. Розмір об'єкта розрізнення – який потрібно чітко розрізняти оком під час виконання будь-якої конкретної роботи (наприклад, товщина лінії шрифту під час читання тексту або товщини ліній креслення під час його виконання і т. ін.).

2. Фон – величина, яка визначається коефіцієнтом відбивання поверхні r , на якій розглядається об'єкт, тобто відношення світлового потоку, відбитого від поверхні, до світлового потоку, який падає на поверхню:

$$r = F_{\text{від}} / F_{\text{пад}} \quad (2)$$

де $F_{\text{від}}, F_{\text{пад}}$ – відповідно відбитий та падаючий світловий потік, лм.

Розрізняють темний ($r < 0.2$), середній ($0.2 < r < 0.4$) та світлий ($r > 0.4$) фони.

3. Контраст об'єкта з фоном K – характеризується відношенням різниці коефіцієнтів відбиття фону $r_{\text{ф}}$ та об'єкта $r_{\text{об}}$ до більшого по абсолютній величині коефіцієнта відбиття, тобто

$$K = r_{\text{ф}} - \frac{r_{\text{об}}}{r_{\text{ф}}} \text{ при } r_{\text{ф}} > r_{\text{об}} \quad (3)$$

$$K = r_{\text{об}} - \frac{r_{\text{ф}}}{r_{\text{об}}} \text{ при } r_{\text{об}} > r_{\text{ф}} \quad (4)$$

Розрізняють малий, середній та великий контрасти об'єкта з фоном. При $K < 0.2$ - малий контраст (фон та об'єкт мало розрізняються); при $0.2 < K < 0.5$ - середній контраст (фон та об'єкт помітно розрізняються); при $K > 0.5$ - великий контраст (фон та об'єкт різко розрізняються).

При зменшенні K настає момент, коли контраст між об'єктом та фоном ледве розрізняються. Такий контраст називають пороговим $K_{\text{пор}}$, тобто це найменший розрізнявальний оком контраст, при невеликому зменшенні якого об'єкт стає нерозпізнавальним від фону.

4. Видимість об'єкта V - характеризується здатністю ока сприймати об'єкт. Вона залежить від освітленості, розміру об'єкта, контрасту об'єкта з фоном, тривалості експозиції:

$$V = K / K_{\text{пор}} \quad (5)$$

5. Показник освітленості – характеризує осліплюючу дію джерел світла, які перебувають у полі зору спостережень за об'єктом:

$$P = 1000(S_0 - 1), \quad (6)$$

де $S_0 = \frac{V_1}{V_2}$ – видимість об'єкта спостережень відповідно під час екранування джерела освітлення та осліплю вального світла джерел освітлення (без екранування).

2.1 Розрахунок штучного освітлення за методом коефіцієнта використання світлового потоку

Цей метод дозволяє визначити світловий потік, створений лампами, і розрахувати освітленість в робочому приміщенні або за заданим рівнем освітленості – потрібну кількість світильників.

Основне рівняння методу:

$$F = \frac{ESkz}{\eta n},_{\text{ЛМ}} \quad (7)$$

де F – світловий потік однієї лампи, лм; E – мінімальна нормована одиниця, лк; S – площа приміщення, м²; k – коефіцієнт запасу, який враховує старіння ламп, запиленість та забруднення світильників

(знаходиться за таблицею 5); z – поправочний коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення (відношення мінімальної освітленості до середньої горизонтальної), приймається $z = 1.1...1.2$; η – коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки у відсотках (%) (знаходяться за таблицею 4); n – кількість ламп.

Дані світлового потоку можна брати з таблиці 1 та 2.

Таблиця 1

Світловий потік ламп розжарювання при напрузі 220 В

Тип лампи (потужність), Вт	Світловий потік, лм	Тип лампи (потужність), Вт	Світловий потік, лм	Тип лампи (потужність), Вт	Світловий потік, лм
PB-23 (15)	101	PG-47 (75)	698	PG-51 (300)	4350
PB-24 (25)	198	PG-48 (100)	1050	PG-52 (400)	6000
PB-25 (40)	340	PG-5 (109)	1300	PG-53 (500)	8000
PB-27 (60)	540	PG-49 (150)	1845	PG-54 (750)	12980
PB-26 (82)	900	PG-50 (200)	2660	PG-55 (1000)	18000

Таблиця 2

Світловий потік люмінесцентних ламп

Тип лампи (потужність), Вт	Світловий потік, лм	Тип лампи (потужність), Вт	Світловий потік, лм	Тип лампи (потужність), Вт	Світловий потік, лм
ЛДЦ-20	620	ЛД-30	1380	ЛБ-40	2480
ЛД-20	760	ЛБ-30	1740	ЛДЦ-80	2720
ЛБ-20	980	ЛДЦ-40	1520	ЛД-80	3440
ЛДЦ-30	1110	ЛД-40	1960	ЛБ-80	4320

Примітка:

Буквені позначення вказують на тип лампи: Р – розжарювання; Л – люмінесцентна; В – вакуумна; Г – газорозрядна; Д – денного світла; Ц – поліпшеної передачі кольорів; Б – білого світла.

Норми освітлення штучним світлом (люмінесцентними лампами та лампами розжарювання) деяких виробничих приміщень подано в таблиці 3.

Таблиця 3

Норми освітленості штучним світлом

Характеристика роботи	Розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд роботи	Підрозряд роботи	Контраст об'єкта з фоном	Фон	Найменша освітленість, ЛК			
						При газарозрядних лампах		При лампах розжарювання	
						Освітлення			
						Комбіноване	Загальне	Комбіноване	Загальне
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Найвищої точності	менше 0.15	I	a	Малий	Темний	5000	1500	400	300
			б	Малий	Середній	4000	1250	3000	3000
			в	Малий	Світлий	2500	750	2000	300
			в	Середній	Середній	2500	750	2000	300
			в	Великий	Темний	2500	750	2000	300
			г	Середній	Світлий	1500	400	1250	300
			г	Великий	Світлий	1500	400	1250	300
			г	Великий	Середній	1500	400	1250	300
Дуже високої точності	Від 0.15 до 0.3	II	a	Малий	Темний	4000	1250	3000	3000
			б	Малий	Середній	3000	750	2500	300
			б	Середній	Темний	3000	750	2500	300
			в	Малий	Світлий	3000	750	2500	300
			в	Середній	Середній	2000	500	1500	300
			в	Великий	Темний	2000	500	1500	300
			г	Середній	Світлий	1000	300	750	200
			г	Великий	Світлий	1000	300	750	200
Високої точності	Від 0.3 до 0.5	III	a	Малий	Темний	2000	500	1500	300
			б	Малий	Середній	1000	300	750	200
			б	Середній	Темний	1000	300	750	200
			в	Малий	Світлий	750	300	600	200
			в	Середній	Середній	750	300	600	200
			в	Високий	Темний	750	300	600	200
			г	Середній	Світлий	400	200	400	150
			г	Великий	Світлий	400	200	400	150
			г	Великий	Середній	400	200	400	150
Середньої точності	Від 0.5 до1	IV	a	Малий	Темний	750	300	800	200
			б	Малий	Середній	500	200	500	150
			б	Середній	Темний	500	200	500	150
			в	Малий	Світлий	400	200	500	150
			в	Середній	Середній	400	150	400	100
			в	Високий	Темний	400	200	400	100

		г	Середній	Світлий	300	150	300	100
		г	Великий	Світлий	300	150	300	100
		г	Великий	Середній	300	150	300	100

3. Порядок виконання роботи

1. Визначити конкретне приміщення (лабораторію, аудиторію, кабінет), для якого розраховується освітлення, тип лампи і світильників, що використовуються (вони задаються викладачем).

2. За нормами освітленості (дивитись таблицю 3) або за галузевими нормами визначити мінімальну штучну освітленість вибраного приміщення.

3. Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку освітлювальної установки знайти індекс приміщення

$$i = \frac{ab}{H_p(a+b)} \quad (8)$$

де a, b – відповідно ширина та довжина приміщення, м; H_p – висота підвішування світильників над робочою поверхнею, м. Для розрахунку потрібно виміряти ці величини (або вони задаються викладачем).

4. За таблицею 4 знаходять η . При цьому тип світильника та коефіцієнт відбиття стелі $r_{стелі}$ та стін $r_{стін}$ вибирати залежно від конкретних умов (або вони задаються викладачем).

5. За рівнянням (7) знайти кількість ламп n , потрібну для забезпечення мінімальної потужності. Коефіцієнт k знайти за таблицею 5.

6. Знайти кількість світильників за формулою:

$$N = \frac{n}{n_c}, \quad (9)$$

де n_c – число ламп в одному світильнику.

7. Використовуючи люксметр Ю116 або Ю117, перевірити фактичну освітленість приміщення, а дані розрахунку і вимірів занести в таблицю 6.

8. За фактичною кількістю світильників та ламп у вибраному приміщенні, їх типом і конструкцією за формулою (7) знайти розрахункову освітленість E .

Таблиця 4

Коефіцієнти використання світлового потоку $\eta, \%$

Індекс приміщення і	Глибоко- випромінювач емальований			“Універсаль” без затемнювача			“Люцета” прямого світла			Шар молочного скла			Відкритий ден- ного світла ШОД2*40 ШОД2*80 УСП5 4*20		
	При коефіцієнті відбиття відповідно стелі $r_{стелі}$ та стін $r_{стін}$, %														
0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.25 1.5 1.75 2.0 2.25 3.0 3.5 4.0 5.0	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
	19	21	25	21	24	28	14	16	22	-	9	16	23	26	31
	24	27	31	27	30	34	19	21	27	-	11	18	30	33	37
	29	31	34	32	35	38	23	24	30	-	14	19	35	38	42
	32	34	37	35	38	41	25	26	33	-	16	21	39	41	45
	34	36	39	38	40	44	27	29	35	-	18	23	42	44	48
	36	38	40	40	42	45	29	31	37	-	19	24	44	46	49
	37	39	41	42	44	46	30	32	38	-	20	25	46	48	51
	39	41	43	44	46	48	31	34	41	-	21	27	48	50	53
	41	43	46	46	48	51	34	37	44	-	23	30	50	52	56
	43	44	48	48	50	53	36	39	46	-	25	32	52	55	58
	44	46	49	50	52	55	38	41	48	-	27	34	55	57	60
	46	48	51	52	54	56	40	43	50	-	28	36	57	59	62
	49	51	53	55	57	60	44	47	54	-	31	39	60	62	66
50	52	54	56	58	61	45	49	57	-	33	42	61	64	67	
51	53	55	57	59	62	46	50	59	-	35	43	63	65	68	
52	54	57	58	60	63	48	52	61	-	37	46	64	66	70	

Таблиця 5

Значення коефіцієнту запасу k

Характеристика об'єкту	Коефіцієнт запасу		Розрахункова частота чищення світильників
	Лампи розжарювання	Люмінесцентні лампи	
Приміщення з великим виділенням пилу, диму, копоті	1.7	2.0	4 рази в місяць
Приміщення з середнім виділенням пилу, диму, копоті	1.5	1.8	3 рази в місяць
Приміщення з малим виділенням пилу	1.3	1.5	2 рази в місяць

Зовнішнє освітлення світильниками	1.3	1.5	3 рази в рік
Прожекторне освітлення	1.5	-	3 рази в рік

Таблиця 6

Результати роботи

№	Основні вихідні дані	Результати вибору, розрахунку та вимірювання
1	Вибране для роботи приміщення a, b, s, H_p	
2	Мінімальна освітленість E , лк	
3	Вибраний для освітлення тип ламп, світловий потік однієї лампи F , лм	
4	Вибраний тип світильників, кількість ламп в одному світильнику n_c	
5	Індекс приміщення i	
6	Коефіцієнт відбиття $r_{стелі}$ та $r_{стін}$	
7	Коефіцієнт використання світлового потоку η	
8	Коефіцієнт запасу k	
9	Кількість ламп (розрахункова) n	
10	Кількість світильників N	
11	Фактична горизонтальна освітленість приміщення E , лк	

9. У висновку оцінити результати вимірювання освітленості, розрахункової та фактичної кількості світильників, зробити висновки про потребу внесення змін в існуючу в приміщенні систему штучного освітлення.

4. Зміст звіту

У звіті мають бути відображені: назва роботи; мета роботи; короткі теоретичні відомості про штучне освітлення; основні розрахункові формули та таблиця 6 з результатами виконання роботи; висновки; дата та підпис студента.

5.Контрольні запитання

- 1.Як класифікується штучне освітлення за призначенням та виконанням?
- 2.Від яких факторів залежить освітленість робочої поверхні або об'єкта, що розглядається?
- 3.Що таке освітленість і в яких одиницях вона вимірюється?
- 4.Що означає поняття “розмір об'єкта розрізнення”?
- 5.Що таке фон? Чим він визначається?
- 6.Що означає термін “контраст об'єкта за фоном”?
- 7.Що означає поняття “видимість об'єкта”?
- 8.Який показник характеризує осліплювальну дію джерела освітлення?
- 9.Основне рівняння методу розрахунку за коефіцієнтом використання світлового потоку.
- 10.Для чого вводяться коефіцієнти запасу та нерівномірності для джерел штучного освітлення?
- 11.Як нормується штучне освітлення?
- 12.Якими приладами вимірюється освітленість?
- 13.Які ви знаєте типи ламп, що використовують як джерела освітлення?

6. Література

1. Серeda Д.Г., Дашевський В.И., “Охрана труда в пищевой промышленности.” – М.:Лег. и пищ. Пром-сть, 1983.-344с.
2. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів. За ред. В.В.сазoнoвa .- к.:Основа 2000, - 336с

3. Жидецький В.И., Джагирей В.С., Мельникова О.В. Основи охорони праці. – Львів : Афіша, 1999,- 348 с.

Лабораторна робота №2

Визначення метеорологічних умов у виробничих приміщеннях

1. Мета роботи

Ознайомитися з основними параметрами повітря, які характеризують метеорологічні умови виробничих приміщень, з улаштуванням приладів для визначення метеорологічних умов і навчитися визначати параметри, що характеризують мікроклімат приміщення: температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря; навчитися користуватися нормами мікроклімату для різних виробничих умов з урахуванням категорії робіт та пори року.

2. Основні теоретичні положення

Людина внаслідок своєї життєдіяльності виділяє тепло в навколишнє середовище. Кількість цього тепла залежить від виконуваної роботи.

Для нормального самопочуття потрібно, щоб був налагоджений постійний відвід випромінюваного організмом тепла. Здатність людського організму підтримувати постійну температуру тіла за рахунок регулювання відведення тепла називається терморегуляцією.

Відведення тепла проходить з поверхні тіла людини за рахунок конвекції, випаровування вологи і випромінювання, а також з повітрям, яке людина видихає. Скрите тепло, яке поглинається під час випаровування поту може становити до 60% від загальної кількості тепла, що відводиться в навколишнє середовище від тіла людини.

Нормальне теплове самопочуття під час виконання будь-якої роботи може бути досягнуте за певної комбінації таких параметрів повітря: температури, швидкості руху і відносної вологості. Значення цих параметрів, які забезпечують найкраще почуття і найвищу працездатність людини, вважають оптимальними нормами мікроклімату. Відхилення зазначених параметрів повітряного

середовища від оптимальних норм створює несприятливі метеорологічні умови, що призводять до погіршення самопочуття, передчасної втоми людини і зниження її працездатності.

Температура повітря впливає на інтенсивність тепловіддачі, оскільки її різниця є рухомою силою цього процесу. Чим більша ця різниця, тим інтенсивніше тіло людини віддає тепло у навколишнє середовище.

Швидкість переміщення повітря (рух) також значно впливає на віддачу тепла організмом у навколишнє середовище. З підвищенням швидкості руху повітря як фактора, що посилює охолоджувальну здатність, тепловіддача організму зростає.

На процес теплообміну суттєво впливає вологість повітря. Її підвищення (понад 85%) ускладнює процес терморегуляції організму, тому що високий парціальний тиск водяної пари в повітрі знижує інтенсивність процесу випаровування вологи з поверхні шкіри, а це може спричинити підвищення температури тіла і погіршення самопочуття (головний біль, втрата свідомості, тепловий удар).

Шкідливо впливає на людину також надмірна сухість повітря (відносна вологість нижча 30%).

Нормовані параметри мікроклімату: температура, відносна вологість і швидкість руху повітря, в приміщенні встановлюється з урахуванням наявних там теплонадлишків, залежно від періоду, року і категорії робіт за енерговитратами.

Всі роботи, що виконуються людиною, залежно від енерговитрат на їх виконання поділяються на три категорії:

1. Легкі фізичні роботи поділяються на категорії: Іа - роботи виконуються сидячи, енерговитрати до 120 ккал/год або до 139 Вт; Іб - роботи які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням, але не потребують систематичної фізичної напруги або підняття і перенесення вантажів. Енерговитрати 121...150 ккал/год або 140...174 Вт.

2. Фізичні роботи середньої важкості поділяються на категорію Іа - пов'язані з постійним ходінням, роботи, що виконуються сидячи або стоячи, але не потребують перенесення вантажів. Енерговитрати від 151...200 ккал/год, або 175...232 Вт, категорію Іб - пов'язані з

ходінням і з перенесенням невеликих вантажів (до 10 кг). Енерговитрати 201...250 ккал/год, або 233...290 Вт.

3. Важкі фізичні роботи, які пов'язані з систематичною напругою, постійним переміщенням і пересуванням значних вантажів (понад 10 кг). Енерговитрати понад 250 ккал/год (290 Вт).

У виробничих умовах треба вміти визначати параметри мікроклімату і порівнювати їх з нормами [1] (таблиця 7).

Таблиця 7

Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорії робіт	Температура, °С						Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима, не більше	Оптимальна не більше	Допустима	
			Верхня границя		Нижня границя						
			На робочих місцях								
			постійних	не постійн.	постійних	не постійн.					
Теплий	Легка –Іа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	≤0,1	
	Легка –Іб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1		
	Середньої важкості-Іа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	≤0,2	
	Середньої важкості-Іб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	≤0,3	
	Важка ІІІ	16-18	19	29	13	12	40-60	75	0,3	≤0,4	
	Холодний	Легка –Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55(при28°С)	0,1	≤0,5
		Легка –Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	60(при27°С)	0,2	0,1-0,2
		Середньої важкості-Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	65(при26°С)	0,3	0,1-0,3
		Середньої важкості-Іб	20-22	27	29	16	15	40-60	70(при25°С)	0,3	0,2-0,4
		Важка ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	75(при24°С)	0,4	0,2-0,6

3. Прилади і методи вимірювання температури, швидкості і відносної вологості повітря

Для визначення *температури повітря* у виробничих приміщеннях використовуються звичайні ртутні або спиртові термометри, термопари і термоанемометри.

Термоанемометр ЭА-2М може бути використаний для визначення температури повітря у межах від 10 до 60°C, а термоанемометр ТА-8М - для вимірювання температур у межах від 0 до 60°C .

В приміщеннях, де мають місце теплові випромінювання, для визначення температури використовують подвійний термометр, який складається з двох термометрів, у яких резервуар одного зачорнений, а другого посріблений. При використанні парного термометра дійсна температура повітря t_d визначається за формулою:

$$t_d = t_{cp} - k(t_q - t_{cp}), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (10)$$

де t_{cp} , t_q - показання термометра відповідно з посрібленим та зачорненим резервуаром, °C; k - константа приладу (наводиться у паспорті, або інструкції до приладу).

Самопишучі прилади - термографи використовуються для реєстрації температури повітря протягом певного часу.

Для визначення *швидкості руху повітря* в приміщеннях, отворах припливних і витяжних повітропроводів, місцевих відсмоктувачах, а також відкритих порізах вікон, дверей, ліхтарів використовують крильчаті, чашкові та індукційні анемометри, термоанемометри, а в деяких випадках і пневмометричні трубки.

Крильчатий анемометр застосовується для визначення швидкості руху повітря в межах 0,3...5 м/с, а чашкові або індукційні - в межах 1...20 м/с.

Малі швидкості можна визначити термоанемометрами. Для замірів дуже малих швидкостей до 0,5 м/с використовуються кататермометри. Вони являють собою термометр зі збільшеним терморезервуаром, заповненим спиртом.

Якщо нагріти кататермометр до 38°C і помістити в повітряний потік, то за часом охолодження його до температури 35°C можна визначити швидкість руху повітря.

Метод з використанням пневмометричних трубок придатний тільки для швидкостей понад 1 м/с і практично не придатний для визначення метеорологічних умов, а служить для вимірювання швидкостей повітря у вентиляційних системах і аспіраційних повітропроводах.

Повітря у виробничих приміщеннях може мати різний вміст водяної пари.

Вологість повітря має такі визначення:

абсолютна вологість - маса водяної пари в кг, яка міститься в 1м³ вологого повітря; вологомісткість - маса водяної пари в кг, що міститься в 1 кг повітря;

відносна вологість - відношення водяної пари, яка міститься в повітрі, до її масової кількості, потрібної для повного насичення вологою повітря при даній температурі.

Відносна вологість може бути знайдена із виразу:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_{нас}} \cdot 100, \% \quad (12)$$

де P_n , $P_{нас}$ - відповідно парціальний тиск водяної пари у повітрі приміщення і парціальний тиск водяної пари при повному насиченні водяною парою, мм. рт. ст. (таблиця 8).

Таблиця 8

Фізичні параметри

Температура повітря, °С	Парціальний тиск водяної пари в насиченому стані P , мм.рт.ст.	Температура повітря, °С	Парціальний тиск водяної пари в насиченому стані P , мм.рт.ст.
10	9,209	19	16,477
11	9,844	20	17,533
12	10,518	21	18,650
13	11,231	22	19,827
14	11,981	23	21,068
15	12,788	24	22,377
16	13,634	25	23,756
17	14,530	26	25,200
18	15,477	27	26,739

Відносна вологість виражається у відсотках:

$$\varphi = \frac{d_v}{d_{вн}} \cdot 100, \% \quad (11)$$

де d_v - абсолютна вологість повітря, кг/м^3 , $d_{вн}$ - вологість повітря при його насиченні паром вологи, кг/м^3 .

Методи визначення абсолютної вологості у повітрі:

а) метод точки роси. Основа методу полягає у визначенні температури охолоджуваного тіла на момент появи в ньому роси t_p . При цій температурі поверхня тіла в той момент буде рівною температурі t_p , при якій досліджуване повітря буде насичене водяною паром. По визначеному значенню t_p за таблицею властивостей вологого повітря визначають питому вагу насиченої пари, що дорівнює абсолютній вологості;

б) конденсаційний метод. Застосовується за наявності значної кількості водяної пари в повітрі. Конденсація водяної пари здійснюється в холодильній камері, де повітря охолоджується нижче точки роси. Сконденсована волога збирається і визначається її обсяг або маса. За цими показниками встановлюється абсолютна вологість.

в) ваговий метод. Базується на поглинанні вологи із повітря хімічними поглиначами (хлористий калій, чиста сірчана кислота, пемза та ін.) Для визначення кількості відібраної вологи патрон з воглиначем вазать на терезах до і після досліду. За масою вологи встановлюють вміст вологи в повітрі.

Для визначення *відносної вологості повітря* треба знати його температуру за сухим і вологим термометрами. Для цієї цілі використовується психрометр з сухим і вологим термометрами, за показаннями яких відносна вологість повітря може бути визначена:

- а) за загальною психрометричною формулою;
- б) за психрометричною таблицею;
- в) за I-d діаграмою.

Крім цього для визначення відносної вологості повітря можуть використовуватись волосяні або мембранні психрометри. Шкали яких

градуйовані у відсотках відносної вологості повітря. Для реєстрації коливань відносної вологості повітря протягом часу використовують самописні прилади - гігрографи.

Точність показань психрометра підвищується, якщо резервуари термометрів омиваються повітрям, яке рухається з певною швидкістю.

Цим вимогам відповідають аспіраційні психрометри.

Визначення відносної вологості за психрометричною таблицею проводиться таким чином: після заміру температури повітря психрометром, визначають різницю в показниках сухого t_c і вологого повітря t_p термометрів:

$$\Delta t = t_c - t_p, ^\circ\text{C} \quad (13)$$

Користуючись психрометричною таблицею по t_p (температура вологого термометра) і Δt знаходять відносну вологість ϕ (табл. 9).

Таблиця 9.

Визначення відносної вологості повітря за показаннями статичного психрометра за умови швидкості руху повітря до 0,2 м/с.

Показання «сухого» термо- метра, °C	Показання «вологого» термометра, °C																			
	12	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0
13	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,8	12,2	12,6	13,0	13,3
14	6,6	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8	9,2	9,7	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	14,0	14,3
15	7,3	7,8	8,2	8,7	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0	15,3
16	8,0	8,5	9,0	9,4	9,9	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,6	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	16,3
17	8,6	9,1	9,7	10,2	10,7	11,2	11,6	12,1	12,6	13,0	13,5	13,9	14,4	14,9	15,3	15,8	16,2	16,6	17,0	17,3
18	9,3	9,9	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,4	13,9	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,1	17,5	18,0	18,3
19	10,0	10,6	11,1	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,3	14,8	15,3	15,7	16,2	16,7	17,2	17,6	18,1	18,5	19,0	19,3
20	10,6	11,2	11,8	12,4	12,9	13,4	14,0	14,5	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,5	19,0	19,5	20,0	20,3
21	11,2	11,9	12,6	13,1	13,6	14,2	14,8	15,3	15,9	16,5	17,1	17,5	18,0	18,6	19,1	19,5	20,0	20,5	21,0	21,3
22	11,8	12,6	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,1	16,7	17,3	17,9	18,4	18,9	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,3
23	12,5	13,1	13,8	14,4	15,1	15,7	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,3	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,5	23,0	23,3
24	13,1	13,8	14,5	15,2	15,9	16,5	17,1	17,8	18,4	19,0	19,6	20,1	20,7	21,3	21,9	22,4	23,0	23,5	24,0	24,3
25	13,7	14,5	15,2	15,9	16,6	17,2	17,9	18,5	19,2	19,8	20,5	21,2	21,7	22,2	22,8	23,3	23,9	24,4	25,0	25,3
Відносна вологість, %	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	

За потреби наводять інтерполяцію значень t_p і Δt .

Відносну вологість можна вирахувати за психрометричною формулою :

$$\varphi = \frac{P_{p.нас} - A(t_c - t_p) \cdot P_b}{P_{c.нас}} \cdot 100, \% \quad (14)$$

де $P_{p.нас}$, $P_{c.нас}$, - парціальний тиск водяної пари в насиченому стані при температурі відповідно вологого і сухого (таблиця 8) термометра, мм. рт. ст.; P_b - дійсний барометричний тиск, мм. рт. ст; A - психрометричний коефіцієнт, для аспіраційного психрометра дорівнює 0,000677; t_c , t_p - температура повітря відповідно за сухим та вологим термометром, °C;

Відносну вологість повітря можна визначити і за I-d діаграмою (рис. 1), яка міститься на перетині ізотерми температури t_p і кривої, що відповідає 100% вологості, тобто $\varphi = 100\%$.

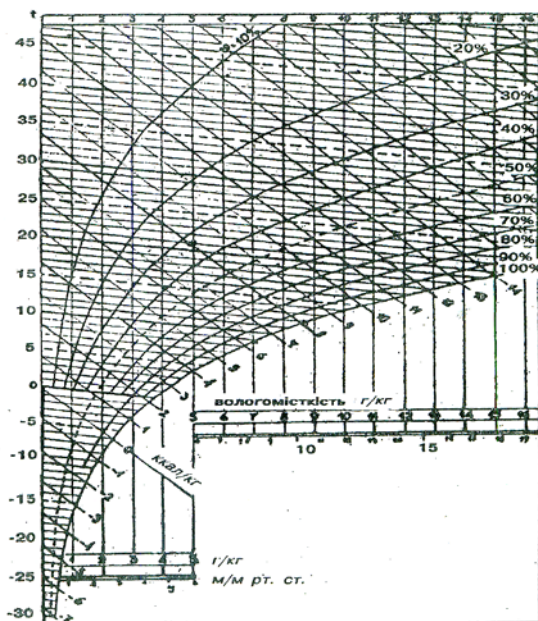


Рисунок 1. I – d діаграма.

Оскільки досліджуване повітря має однакову ентальпію (теплomісткість при t_c і t_p) то для знаходження точки, яка характеризує на діаграмі стан досліджуваного повітря при його фактичній вологості, достатньо через раніше знайдену точку провести пряму у напрямку ($I=\text{const}$), яка характеризує тепломісткість повітря, до перетину з ізотермою t_c .

Знайдена точка характеризує стан досліджуваного повітря.

4. Порядок виконання роботи

1. За вказівкою викладача вибирається приміщення і задаються умови праці. За таблицю 7 визначаються норми мікроклімату і заносяться в протокол роботи (може бути вибрана будь-яка навчальна лабораторія або виробнича ділянка підприємства, де є змога провести виміри параметрів мікроклімату).

2. Студенти, користуючись вищезгаданими приладами, вимірюють:

а) температуру – аспіраційним психрометром або термоанемометром і записують значення в протокол;

б) швидкість руху повітря - крильчатими, чашковим, індукційним анемометром або термоанемометром (викладач, використовуючи вентилятор або вентиляційну систему приміщення, може задавати різні варіанти мікроклімату);

в) відносну вологість повітря визначають трьома способами: за психрометричною таблицею, за формулою, за I-d діаграмою.

Всі дані занести в таблицю протоколу. В кінці роботи зробити висновок, аналізуючи одержані параметри щодо норм мікроклімату.

5. Зміст звіту

У протоколі мають бути відображені: мета роботи; завдання по нормуванню мікроклімату; методи дослідження параметрів мікроклімату; прилади, які використовуються для замірювання параметрів, основні поняття та визначення; результати одержані при замірах температури, швидкості руху повітря.

Методика знаходження ϕ за I - d діаграмою; таблиця вихідних даних, замірів та розрахованих параметрів метеорологічних умов; висновок по роботі; дата і підпис студента.

Таблиця протоколу

№ п/п	Найменування параметрів	Згідно з нормами	Результат
1	Досліджуване приміщення		
2	Період року		
3	Температура повітря, °C: а) за сухим термометром б) за вологим термометром		
4	Барометричний тиск, мм. рт. ст.		
5	Швидкість руху повітря, м / с		
6	Відносна вологість повітря, % а) за психометричною таблицею; б) за психометричною формулою; в) за I – d діаграмою.		

6. Контрольні запитання

1. Які параметри повітря визначають метеорологічні умови?
2. З якою метою нормуються метеорологічні умови?
3. Якими приладами замірюється температура повітря?
4. Які прилади служать для замірювання швидкості руху повітря? Границі їх вимірювання та приклади застосування.
5. З якими показниками нормуються метеорологічні умови? Які існують види норм мікроклімату?
6. Визначення абсолютної, відносної вологості повітря, його вологовміст.

7. Якими приладами можна визначити відносну вологість повітря (пряме вимірювання) ?
8. Як визначається відносна вологість повітря за психрометричною таблицею?
9. Як визначається відносна вологість повітря за допомогою психрометричної формули ?
10. Методика визначення відносної вологості повітря за $I - d$ діаграмою.

7. Література

1. ГОСТ 12.1. 005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.-М: Изд-во стандартов, 1988.-75с.
2. Д.Г. Сегеда, В.И. Дашевский. Охрана труда в пищевой промышленности — М.: Лег. и пищ. промышленность, 1983. - 344с.
3. В.С. Никитин, Ю.М. Бурашников. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности. - М.: Агропромиздат, 1991. - 350с.

Лабораторна робота №3

Дослідження виробничого шуму

1. Мета роботи

Ознайомитися з методикою дослідження виробничого шуму; методами нормування, приладом і методом вимірювання шуму; засобами захисту від шуму.

2. Основні теоретичні положення

Дія шуму на людину залежить від багатьох факторів: характеристик шуму, тривалості дії, індивідуальних особливостей людини (її фізичного та психічного стану). Шкідлива дія шуму відбивається перш за все, на органах слуху і виражається у трьох формах: стомлення слуху, шумові травми, професійна туговухість.

Шум шкідливо діє на фізіологічні процеси, що викликає: по перше, звуження капілярів, підвищення артеріального тиску і розлад серцево-судинної діяльності, підвищення вмісту цукру в крові; а по-друге, спазми кишечника, зниження скорочень шлунку і виділення шлункового соку і слини, що призводить до виразки і гастритів.

Шум діє безпосередньо на кору головного мозку.

2.1 Фізичні та психофізичні характеристики шуму

Шум – хаотичне сполучення звуків різної частоти та інтенсивності (сили).

Звук – пружні коливання частинок пружного середовища (рідкого, твердого та газоподібного), які розповсюджуються у вигляді хвиль.

Фізичні характеристики: частота коливань, інтенсивність звуку (сила), звуковий тиск.

Частота f – число коливань за секунду. Визначається швидкістю розповсюдження і довжиною звукової хвилі, Гц.

В залежності від частоти звуку діляться на: інфразвуки – частотою менше 16 Гц, чуємі звуки – в межах 16...20000 Гц, ультра звуки – частотою більше 20000 Гц.

Інтенсивність (сила) звуку – потік звукової енергії, яка проходить за одиницю часу через одиницю поверхні, нормальної до напрямку розповсюдження звукової хвилі:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c}, \text{ Вт/м}^2 \quad (15)$$

де P - звуковий тиск, Па; ρ - густина середовища, кг/м^3 ; c - швидкість звуку, м/с .

У випадку точкового джерела звуку випромінювана їм енергія розповсюджується у вигляді сферичної хвилі.

На далекій відстані від точкового джерела можна уявити, що звукова хвиля рухається по закону плоскої хвилі. Проходження звукової хвилі викликає зміну тиску, який називається звуковим тиском.

Звуковий тиск – різниця між миттєвим значенням повного тиску при проходженні звукової хвилі через дану точку простору і середнім тиском у спокійному середовищі.

Психофізіологічні характеристики: частотний інтервал, гучність, рівень гучності.

Слуховий аналізатор людини – вухо, розрізняє звуки в діапазоні від 16 до 20000 Гц. Звуки різних частот сприймаються органом слуху неоднаково. Зона резонансних частот, в якій звук посилюється у сприйнятті людини, лежить в межах 2...5 тисяч Гц. Збільшення частоти звуку суб'єктивно сприймається як його зростання.

Частотний проміжок чутності – розподілення діапазону частот звуків чутливості на октавні смуги частот.

Октавна смуга частот (октава) – діапазон частот, в якому верхня гранична частота $f_в$ вдвічі більша за нижню граничну частоту $f_н$. Октава характеризується своїм середньо геометричним значенням:

$$f_{ср.г} = \sqrt{f_в f_н}$$

Діапазон чутливості людини розподілений на дев'ять октав із середньо геометричними значеннями: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Гучність – суб'єктивна оцінка звуку величиною відчуття, що сприймається вухом.

Прямої залежності між фізичними характеристиками звуку і його фізіологічним сприйняттям немає. Це пов'язано з особливостями слухового апарату людини. З посиленням звуку людина відчуває підвищення його гучності, яке набагато менше ніж реальне збільшення звукової енергії або звукового тиску.

На слуховий апарат людини діє середньоквадратична величина звукового тиску:

$$p = \frac{1}{T_0} \cdot \int_0^{T_0} p(t) dt, \text{ Па} \quad (16)$$

де $T_0 = 30 \dots 100$ мс – час сприйняття звуку органом слуху людини.

Область звуків, які чує людина, обмежена як частотним діапазоном, так і пороговим значенням звукового тиску.

Для еталонної частоти 1000 Гц визначені порогові значення звукового тиску: поріг чутливості, при якому людина ще розрізняє звук, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па; больовий поріг, виникає біль в слуховому органі людини, $p_6 = 2 \cdot 10^2$ Па.

Порогові значення звукового тиску різні для звуків різних частот. Згідно закону Вебера–Фехнера зміна сприйняття чутливості звуку пропорційна десятковому логарифму відношення створеного цим звуком тиску до порогового значення звукового тиску на частоті 1000 Гц.

$$L = 20 \cdot \lg(p/p_0), \text{ дБ} \quad (17)$$

де L – рівень звукового тиску, дБ.

За одиницю виміру рівня звуку прийнято Белл, що відповідає відчуттю зміни звуку в 2 рази. Але вухо людини чітко розрізняє зміну рівня на десяткову долю Белла, тобто на 1 дБ – децибелл.

На рис. 2 показана зона слухового сприйняття людини по частоті та рівню. На частоті 1000 Гц поріг відчуття по рівню відповідає $L_0 = 0$ дБ; больовий поріг на частоті 1000 Гц по рівню складає $L_6 = 130$ дБ.

$$L, \text{дБ}$$

$$I, B_T / \text{м}^2$$

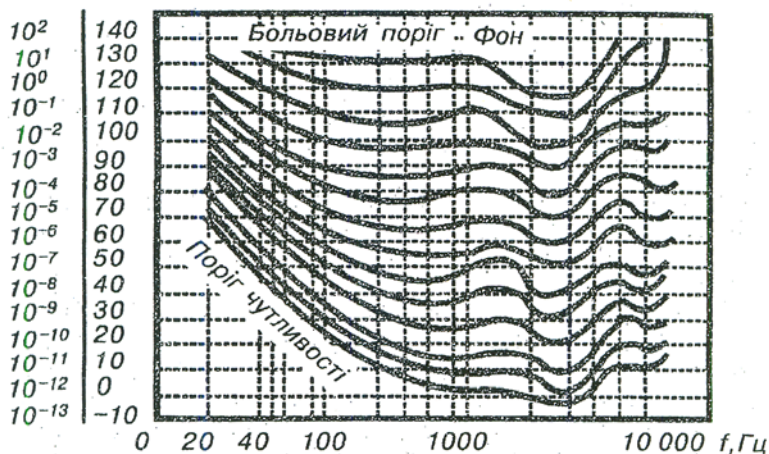


Рисунок 2. Криві рівня гучності.

Рівень звукового тиску використовують для вимірювання шуму і оцінки його дії на людину.

Рівень гучності – фізіологічна оцінка звуку в залежності від частоти.

Рівень гучності визначається суб'єктивними порівняннями гучності даного звуку частотою 1000 Гц, прийнятого за рівень гучності у фонах.

Приклад. Якщо звук з частотою 100 Гц і рівнем 50 дБ, тобто його рівень гучності приймається рівним 20 фонам.

2.2 Класифікація шуму

Згідно [1] шум класифікується по спектру і по часовим характеристикам.

Частотний спектр – розподілення рівнів звукового тиску по октавним смугам частот. Спектр представляється у вигляді таблиці або графіка.

По характеру спектр поділяється на: *широкопasmовий* – з суцільним спектром шириною більше одної октави; *тональний* – з дискретним спектром, в якому частотні складові відокремлені одна від одної значними частотними проміжками.

По часовим характеристикам шум поділяється на: *постійний*, рівень якого за 8 – годинний робочий день (робочу зміну) змінюється в часі не більше чим на 5 дБ; *непостійний* (перервний, імпульсивний, який коливається в часі), рівень звуків якого за 8 – годинний робочий день (робочу зміну) змінюється в часі більше ніж на 5 дБА.

2.3 Нормування шуму

Нормування шуму полягає у визначенні та виборі допустимих величин характеризуючих шум, які при постійній дії на робітників, на протязі всього періоду трудової діяльності не приводять до захворювань.

Нормування шуму проводять згідно [1] двома методами: по граничному спектру та по рівню звуку в дБА.

Граничний спектр (ГС) – сукупність гранично допустимих рівнів звукового тиску в 9 октавних смугах частот з середньгеометричними значеннями 31,5; 63; 125; ...8000 Гц.

Приклад: ГС – 80 означає – граничний спектр з допустимим рівнем звукового тиску 80 дБ в октавній смузі з середньгеометричним значенням частоти 1000 Гц.

Нормування по граничному спектру є основним для постійного шуму при різній тривалості його дії.

Нормування шуму по рівню звуку в дБА засновано на вимірюванні по шкалі дБА шумоміра, який імітує чутливість органу слуху до шуму різної гучності. Рівень звуку в дБА використовується для орієнтованої оцінки постійного і непостійного шуму, так як при цьому не враховується його спектр.

Рівень звуку пов'язаний з відповідним граничним спектром залежністю:

$$дБА = ГС + [дБ] \quad (18)$$

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів, значення яких приведені в табл. 10.

Допустимі рівні шуму на робочих місцях.

№	Робочі місця	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами (Гц)									Рівень звуку (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Приміщення конструкторських бюро, розрахунково обчислювальних машин, лабораторій для теоретичних робіт і обробки експериментальних даних	78	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Приміщення управління, робочі кімнати	87	79	70	68	63	55	52	50	49	60
3	Кабіна спостереження і дистанційного управління: а) безмовного зв'язку по телефону	102	94	87	82	78	75	73	71	70	80
	б) з мовним зв'язком по телефону	92	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Приміщення і відділення точної збірки, машинописного бюро	91	83	74	68	63	60	57	55	54	65
5	Приміщення лабораторій для проведення експериментальних робіт, для розміщення шумових агрегатів обчислювальних машин	101	94	87	82	78	75	73	71	70	80
6	Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях, постійні робочі місця стаціонарних машин	105	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Зони з рівнем звуку вище 85 дБА повинні бути позначені знаками небезпеки. Працюючих в цих зонах адміністрація зобов'язана забезпечити засобами індивідуального захисту.

2.4 Засоби та методи захисту від шуму

Згідно діючих правил [1] зниження шуму можливо досягти розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів та методів захисту від шуму.

Згідно [2] засоби і методи захисту від шуму поділяються на засоби і методи колективного захисту від шуму, які включають: протишумові навушники, протишумові вкладиші, протишумові шлеми та каски; протишумові костюми.

2.5 Визначення необхідного зниження шуму на робочому місці

Необхідне значення шуму на робочому місці приміщенні де знаходиться одне із джерел шуму, визначається за формулою:

$$\Delta L_{необ} = L - L_{доп}, \text{ дБ} \quad (19)$$

де L - октавний рівень звукового тиску, дБ – або рівень звуку, дБА, створений джерелом на робочому в місці (вимірюється шумоміром); $L_{доп}$ - допустимий октавний рівень звукового тиску, дБ або допустимий рівень звуку, дБА (визначається по табл. 9).

2.6 Зниження шуму звукоізолюючим кожухом

Під звукоізоляцією кожуха розуміється зниження звукової потужності шуму, випроміненого джерелом в оточуючий простір, в результаті установки на джерело звукоізолюючого кожуха.

Звукоізолюючий кожух в ряді випадків являється єдиним ефективним засобом зниження шуму від технологічного обладнання або його окремих вузлів. Кожух дозволяє суттєво знизити шум безпосередньо близько від працюючого обладнання на найближчих до джерела робочих місцях, що неможливо зробити іншими акустичними засобами.

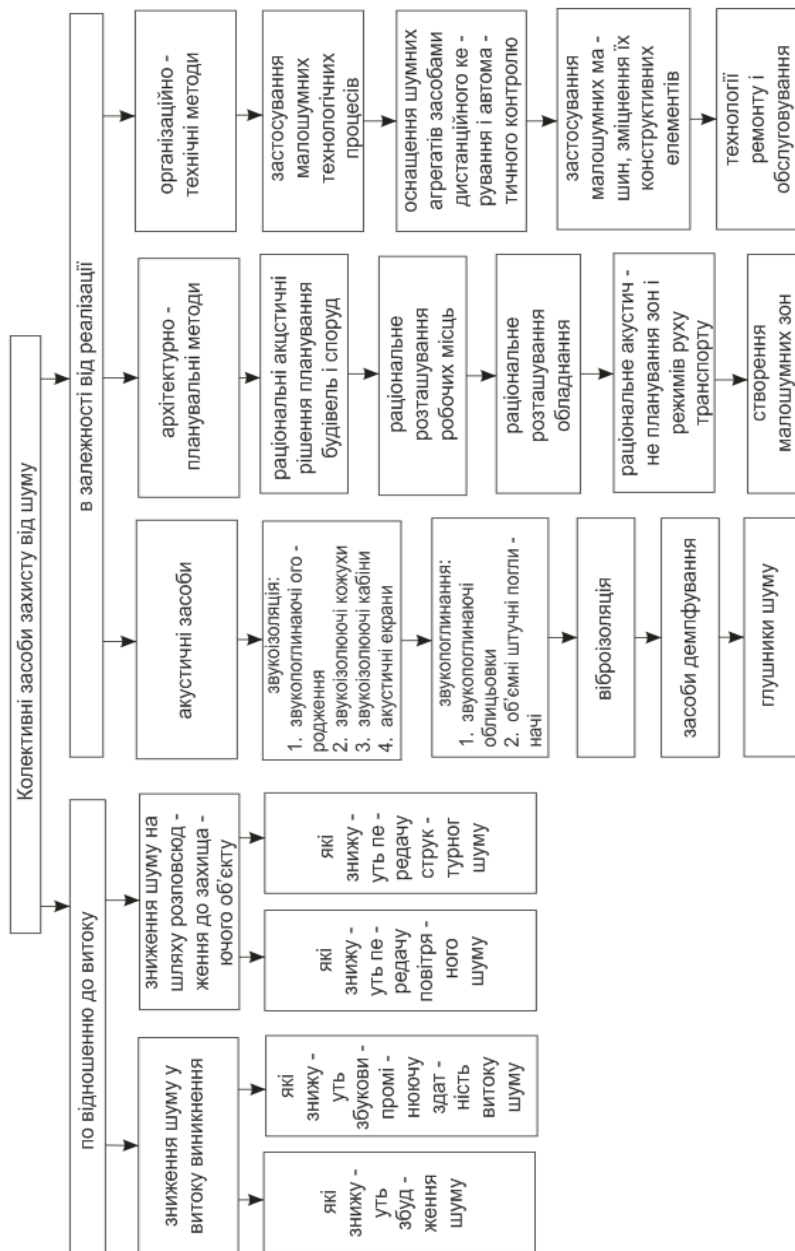


Рисунок 3. Методичні засоби колективного захисту від шуму.

Кожух може закривати повністю джерело шуму і встановлюватись на підлогу приміщення, а може закривати лише найбільш шумну частину машини, через особливості експлуатації і обслуговування джерела шуму, і кріпиться до станини через віброізолюючі прокладки.

Конструктивні варіанти кожуха також можуть бути різні: кожух може щільно обхвачувати джерело шуму, може встановлюватись на певній відстані від джерела.

2.7 Зниження шуму звукопоглинаючою облицьовкою

Використання звукопоглинаючої облицьовки, якщо необхідне зниження шуму $\Delta L_{\text{необ.}}$, виявляється вище вказаних границь, то для зниження шуму крім звукопоглинаючої облицьовки необхідно передбачити використання додаткових засобів захисту від шуму, наприклад, звукоізолюючого кожуха, акустичного екрану і ін.

Звукопоглинаючі облицьовки поділяються на дві групи: облицьовки із жорстких однорідних звукопоглинаючих матеріалів без перфорованого покриття і облицьовки із перфорованим покриттям.

Звукопоглинаючі облицьовки можуть кріпитись безпосередньо на поверхні огорожі, або з повітряним проміжком. Самовільна зміна параметрів конструкції недопустима, так як це сильно змінює її акустичні характеристики.

2.8 Зниження шуму акустичним екраном

Акустичні екрани слід використовувати, якщо необхідне зниження шуму $\Delta L_{\text{необ.}}$ складає 8..20 дБ в поєднанні із звукопоглинаючою облицьовкою приміщення в першу чергу стелі.

Екрани виготовляють із суцільних листів або щитів з обов'язковою облицьовкою звукопоглинаючим матеріалом поверхні, зверненої до джерела шуму. Товщина шару звукопоглинаючого матеріалу повинна бути не менше 50 мм. Лінійні розміри акустичного екрану повинні бути не менше ніж в три рази більше лінійних розмірів джерела шуму. Кращі екрани П – подібної форми.

3. Розрахунок звукоізоляції кожуха

Звукоізоляція кожуха залежить від його форми, розмірів, способу установки, звукоізоляції стінок, наявності звукопоглинаючої внутрішньої облицьовки, а також розмірів джерела шуму.

Необхідна звукоізоляція кожуха $R_{к,необ.}$ визначається:

$$R_{к,необ.} = L - L_{доп.} + 5 \quad (20)$$

Визначення необхідної звукоізоляції стінок (граней) кожуха

Для суцільного геометричного кожуха кубічної форми (або в формі прямокутного паралелепіпеда), повністю закриваючого джерело шуму, потрібна звукоізоляція для кожної грані $R_{г,необ.}$ буде однаковою і визначається:

а) для кожухів із звукопоглинаючою облицьовкою:

$$R_{г,необ.} = R_{к,необ.} - 10 \lg \alpha_{обл.} \quad (21)$$

де $\alpha_{обл.}$ - коефіцієнт звукопоглинання облицьовки (табл. 11).

Таблиця 11

Матеріал облицьовки	Густина, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Товщина, мм	31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц
Паралон	20	30	0,12	0,15	0,2	0,22	0,3	0,75	0,77	0,71	0,6

б) для не облицьованих кожухів:

$$R_{г,необ.} = R_{к,необ.} - \lg \frac{S_{к.}}{S_{дж.}}, \quad (22)$$

де $S_{к.}$ - площа поверхні кожуха, м^2 ; $S_{дж.}$ - площа поверхні джерела шуму, м^2 .

Вибір розмірів і матеріалу граней кожуха

Якщо кожух має плоскі грані однакового розміру, товщина і матеріали стінок вибирають такими, щоб звукоізоляція грані була нижча $R_{г.необ.}$ у всьому діапазоні частот.

Якщо кожух має грані різного розміру, то товщина грані береться однаковою і значення звукової ізоляції для меншої грані повинно перевищувати $R_{г.необ.}$ у всьому діапазоні частот. Звукоізоляція граней вибирається по графікам. На рис. 4 запропоновані частотні характеристики звукоізоляції пластин із органічного скла в залежності від товщини листа і його розмірів.

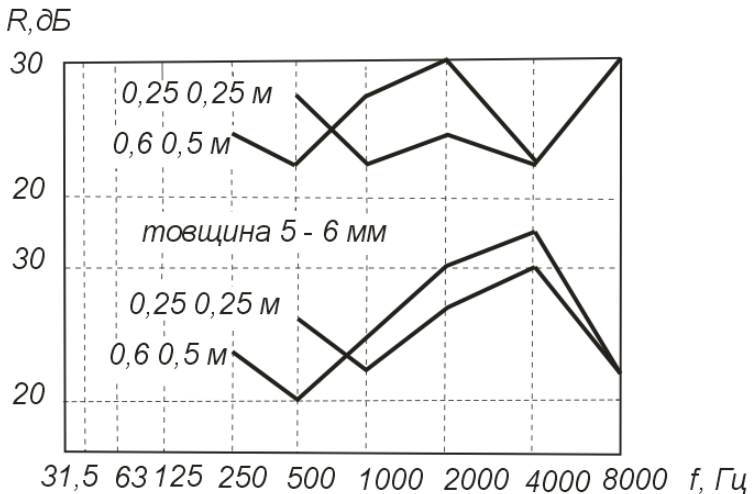


Рисунок 4. Частотні характеристики звукоізоляції пластин

Розрахунок додаткової звукоізоляції грані звукопоглинаючим матеріалом

Товщина звукопоглинаючого матеріалу повинна бути не менше 30 мм. Найближчу оцінку додаткової звукоізоляції від облицовки дають графіки. На рис. 5 представлена частотна характеристика звукоізоляції шаром облицовки товщиною 30..50 мм, щільністю $20 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ при розмірах грані не менше 1м. В кожухах неоднорідної

конструкції (при наявності проємів різної форми, отворів і т.ін.) необхідно додатково розраховувати звукоізоляцію цих елементів згідно [3].

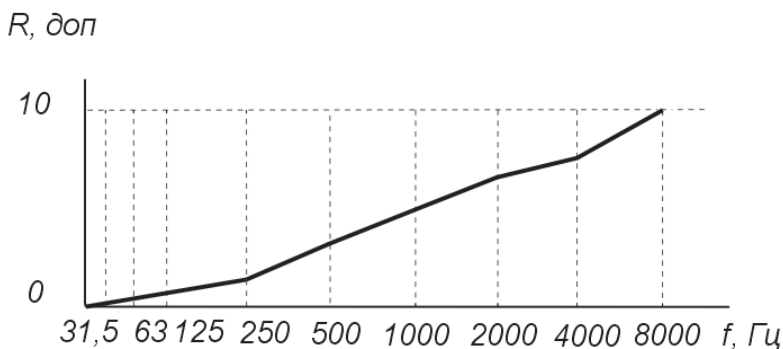


Рисунок 5. Оцінка звукоізоляції

4. Вимірювання шуму і рівня звуку

4.1 Вимірювання шуму

Виміряти рівень звуку і спектр шуму джерела при відсутності засобів захисту від шуму, порівняти виміряні рівні з допустимими згідно [1]. Виміряти рівень звуків і спектр шуму джерела при наявності засобів захисту від шуму, порівняти виміряні рівні з допустимими, оцінити ефективність засобів захисту від шуму. Шум на робочих місцях у виробничих приміщеннях вимірюється згідно [3] на рівні 3,5 м від підлоги на рівні вуха робітника при включенні не менше $\frac{2}{3}$ установленого обладнання.

Для вимірювання шуму в лабораторній роботі використовується прилад ИШВ – 1 – вимірювач шуму і вібрацій, побудований на принципі звукових (механічних) коливань в пропорційні їм електричні сигнали, які посилюються, і проходячи через октавні фільтри реєструються стрілковим приладом, проградуєваним в дБ. Прилад ИШВ -1 складається із вимірювального приладу ПИ – 6 і капсули мікрофонного конденсаторного М – 101. Прилад ИШВ – 1 підключається до живлення автомату А і тумблера Т2.

4.2 Вимірювання рівня звуку

Положення перемикачів на панелі приладу ИШВ – 1

Рід роботи – КОНТР. ЖИВЛЕННЯ через 2 хв. – ПОВІЛЬНО

Рід вимірювання – А

Дільник I – 80

Дільник II – 40

Увімкнувши тумблером Т1 джерело шуму, вивести стрілку вимірювального приладу ПИ – 6 в праву частину шкали αB зміною положення перемикача Дільник I.

Значення вимірюваного рівня звуку визначається сумою показників перемикачів Дільник I, Дільник II і значення, на яке вказує стрілка. Записати значення рівня звуку у відповідну графу табл. 11.

4.3 Вимірювання спектра шуму

Положення перемикача на панелі приладу ИШВ -1

Рід роботи – ПОВІЛЬНО

Рід вимірювання – ЛИН

Дільник I – 80

Дільник II – 40

Увімкнувши тумблером Т1 джерело шуму, вивести стрілку вимірювального приладу ПИ – 6 в праву частину шкали αB зміною положення перемикача Дільник I.

Встановити положення перемикачів

Рід вимірювань – ФІЛЬТРИ частота Hz – 63

Вивести стрілку в праву частину шкали αB зміною положення перемикача Дільник II (Дільник I не чіпати).

Значення вимірюваного рівня звукового тиску в октаві з середньо-геометричною частотою 63 Гц визначається сумою показів перемикачів Дільник I, Дільник II і значення на яке вказує стрілка.

Аналогічно виміряти весь спектр, змінюючи положення перемикача Hz від 63 до 8000, підбираючи при цьому такі положення перемикача Дільник II, при яких стрілка знаходиться в правій частині шкали αB .

Записати значення октавних рівнів звукового тиску у відповідності графи табл. 12;

Таблиця 12

	Рівень звуку, дБ	Октавні рівні звукового тиску								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Без засобів захисту від шуму, L										
Допустимий, $L_{доп}$										
Необх. зниження шуму, $\Delta L_{доп,необ.}$										
Із засобами захисту від шуму, $L - L_{кож}$										
Потрібна звукоізоляція засобу захисту від шуму, $L - L_{доп} + 5$										

будувати спектр шуму (рис. 6).

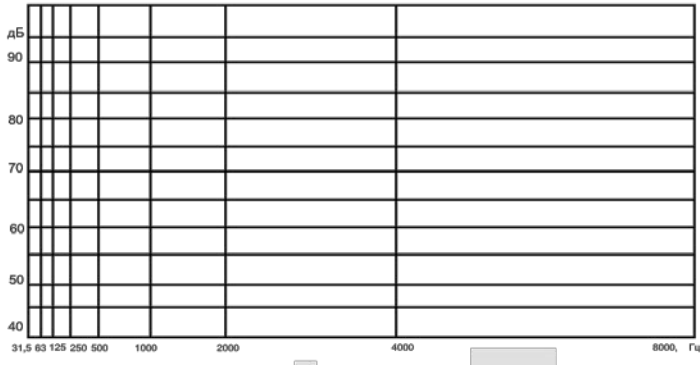


Рисунок 6. Спектр шуму

По закінченню вимірювань встановити положення перемикача Рід вимірювань – ОТКЛ, виключити тумблер Т2 і автомат А.

4.4 Оцінка засобів захисту від шуму

1. Визначити потрібне зниження рівня звуку і рівнів звукового тиску в октавних смугах частот на робочому місці по формулі (19).

2. По значенням $\Delta L_{необ.}$ вибрати засіб захисту від шуму. Визначити необхідну звукоізоляцію засобу захисту від шуму. Наприклад для кожуха по формулі (20).

3. Встановити вибраний засіб захисту від шуму і виміряти рівень звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот. Визначити фактичне зниження шуму при установці вибраного засобу захисту від шуму. Наприклад для кожуха $R_{кож} = L - L_{кож}.$

4. Розрахувати засіб захисту від шуму, який дозволяє знизити рівень шуму до допустимих згідно [1].

5. Зміст звіту

У звіті повинні бути відображені: назва і мета роботи; основні теоретичні положення і характеристики шуму; засоби захисту від шуму і їх оцінка; дата і підпис студента.

6. Контрольні запитання

1. Шум, його характеристики.
2. Класифікація шуму.
3. Методи нормування шуму.
4. Прилад і методи вимірювання шуму.
5. Засоби і методи захисту від шуму.
6. Призначення звукоізолюючого кожуха, звукопоглинаючої облицьовки і акустичного екрана.
7. Оцінка ефективності акустичних засобів захисту від шуму.

7. Література

1. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
2. ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
3. ГОСТ 12.1.050-86. ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах.
4. СНиП II-12-77. Нормы проектирования. Защита от шума.

Лабораторна робота №4

Визначення електричного опору тіла людини

1. Мета роботи

Ознайомитися з факторами, які впливають на небезпеку ураження людини електричним струмом; визначити експериментально параметри електричного струму найбільш небезпечні для людини; навчитися користуватися приладами для визначення параметрів електричного струму.

2. Основні теоретичні положення

Аналіз нещасних випадків на виробництві, що закінчуються смертю свідчить про те, що близько 20% із них стаються в результаті ураження працюючого електричним струмом. Більшість смертельних випадків припадає на електричне устаткування, що живиться напругою 380/220 В, яка має широке застосування на переробних підприємствах.

Дія електричного струму на живий організм може бути різною, в залежності від конкретних об'єктивних факторів і обставин, і зводиться до електричної травми або електричного удару.

Електричні травми - є місцевими ураженнями тканин тіла людини, що викликаються дією електричного струму або електричної дуги.

Електричний удар - це збудження живих тканин організму електричним струмом, яке супроводжується мимовільними судомними скороченнями м'язів.

Електричний струм, діючи на нервову систему та м'язи, може викликати повне припинення діяльності органів дихання та кровообігу. Фактори, які впливають на цей процес: величина опору тіла людини, струму та час його дії; рід та частота струму; індивідуальні біологічні особливості людини, її фізичний стан.

Електричний опір тіла людини складається із опору шкіри та опору внутрішніх тканин. Верхній шар шкіри - епідерміс товщиною від 0,1 до 0,5 мм складається із мертвих речових клітин. Шкіра має великий електричний опір, який обумовлює загальний опір тіла людини. Опір внутрішніх тканин тіла незначний, при сухій, чистій і неушкодженій

шкірі опір тіла людини знаходиться в межах $2 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^5$ Ом . При зволоженій та забрудненій шкірі значно збільшується небезпека ураження струмом за рахунок зменшення її опору. Ушкоджена шкіра має невеликий опір (1000 Ом і менше).

Опір тіла людини також зменшується при підвищенні сили струму та збільшенні часу дії, що обумовлено біофізичними процесами, які відбуваються в організмі.

Тіло людини умовно можна представити у вигляді електричного кола, що складається з трьох послідовних участків: шкіра - внутрішні органи і тканини - шкіра (рис.7)



Рисунок 7. Схема вимірювання опору тіла людини

1 - електроди; 2 - шкіра людини;

3 – внутрішні тканини людини.

У вигляді електричного кола схема опору тіла людини представлена на рис. 8

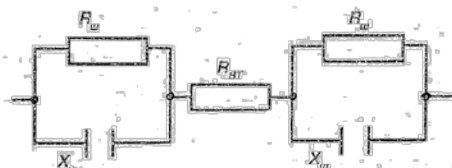


Рисунок 8. Еквівалентна схема опору тіла людини.

Опір шкіри (епідерміс) має не тільки активну складову $R_{ш}$, а також і ємнісну $X_{ш}$ за рахунок того, що шкіра має тонкий роговий шар, який є діелектриком. Коли людина торкається шкірою до струмопровідного елемента, між зовнішнім роговим шаром і

ділянкою шкіри, що добре проводить електричний струм виникає своєрідний конденсатор, електрична ємність якого пропорційна товщині рогового шару шкіри. Повний опір тіла людини R_L при частоті f розраховується по формулі:

$$R_L = 2R_{зоб} + R_{BT}, Ом \quad (23)$$

де $R_{зоб}$ - загальний опір зовнішнього шару шкіри людини, Ом; R_{BT} - опір внутрішніх тканин людини, Ом.

Величина загального опору зовнішнього шару шкіри може бути визначена із залежності:

$$\frac{1}{R_{зоб}^2} = \frac{1}{R_{ш}^2} + \frac{1}{X_{ш}^2}, Ом \quad (24)$$

де $R_{ш}$ - активний опір зовнішнього шару шкіри, Ом; $X_{ш}$ - ємнісний опір зовнішнього шару шкіри, Ом.

Ємнісний опір $X_{ш}$ змінюється в залежності від частоти струму f .

$$X_{ш} = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f C}, Ом \quad (25)$$

де ω - кругова частота, рад/с; f - частота струму, Гц; C - ємність зовнішнього шару шкіри, Ф.

Із формули (25) видно, що із збільшенням частоти струму f величина ємнісного опору зовнішнього шару шкіри $X_{ш}$ наближається до нуля і шунтує активний опір зовнішнього шару шкіри.

На частотах від 5 до 20 кГц повний опір тіла людини, згідно із схемою (рис.8), можна вважати рівним внутрішньому опору, тобто:

$$R_L = R_{BT}, Ом \quad (26)$$

Із зменшенням частоти струму (менше 100 Гц) ємнісний опір зростає і при $f \rightarrow 0$, $X_{ш} \rightarrow \infty$ формула (1) приймає вигляд:

$$R_L = R_0 = 2R_{ш} + R_{BT}, Ом \quad (27)$$

звідки:
$$R_{ш} = \frac{R_0 - R_{BT}}{2}, Ом \quad (28)$$

Наближено можна прийняти, що повний опір тіла людини на частотах від 0 до 100 Гц знаходиться в лінійній залежності від частоти струму.

Величина повного опору тіла людини при $f \rightarrow 0$ визначається перетином прямої лінії з віссю ординат.

Значення ємності зовнішнього шару шкіри визначаємо із вирішення двох сумісних рівнянь (23) та (25):

$$C = \sqrt{\frac{R_{III}^2 - R_{3OB}^2}{2\pi R_L R_{III} f}}, \Phi \quad (29)$$

Співвідношення, представлені рівняннями (23-29) справедливі для напруги до 100 В. Для напруги більше 100 В може скоїтися пробій зовнішнього шару шкіри. Що різко зменшить повний опір тіла людини, а це небезпечно.

Для розрахунку C по формулі (29) повний опір тіла людини R_L можна взяти з таблиці 12 дослідної роботи або з графіка $R_L = \psi(f)$, який будується на основі табл.13.

Таблиця 13

Показники приладів

f, Гц	lgf	U, В	U*, мВ	I, мА	R _л , кОм
1	2	3	4	5	6
20	1,30				
30	1,45				
40	1,60				
50	1,70				
60	1,78				
70	1,85				
100	2,00				
250	2,40				
500	2,70				
1000	3,00				
2500	3,40				
5000	3,70				
10000	4,00				
20000	4,30				

Примітка: U - показники вольтметра на ГЗ-102; U* - показник мілівольметра; I - струм, що проходить через тіло людини, мА; R_л - повний опір тіла людини, кОм.

3. Експериментальна частина

Робота виконується на стенді наведеному на рис.9, куди входять прилади: 1-звуковий генератор, ГЗ-102; 2-мілівольтметр ВЗ-28А; 3-диски-електроди. Прилади підключені по схемі, наведеної на рис. 10.

Звуковий генератор типу ГЗ-102 є джерелом синусоїдальних електричних коливань звукової та ультразвукової частоти в діапазоні від 20 Гц до 100 кГц. Для визначення залежності повного опору людини (рука-рука) від частоти струму, руки одного з випробуваних накладаються на диски-електроди, до яких від звукового генератора подається напруга якоїсь певної частоти струму. Для отримання правильних та стабільних показників повного опору тіла людини, щільність притискання рук до дисків-електродів повинна бути постійною під час експерименту. Для стабілізації показників слід починати підрахунки після 5 хвилин праці приладів.

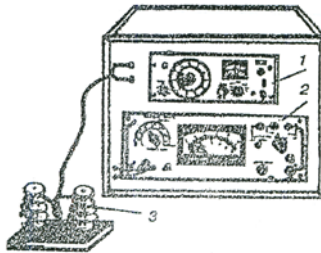


Рисунок 9. Стенд для визначення опору тіла людини
1- звуковий генератор ГЗ-102; 2 - мілівольтметр;
3 - диски-електроди.

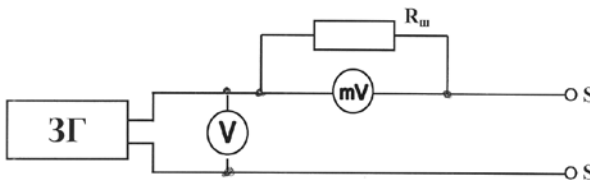


Рисунок 10. Схеми підключення приладу
ЗГ- звуковий генератор; mV – мілівольтметр; V- вольтметр;
S – диски-електроди; Rш – штучний резистор.

4.Порядок виконання роботи

1. Встановити на генераторі ГЗ-102: тумблер "сеть" в нижнє положення; перемикач "Пределы шкалы" в положення "10V"; тумблер вмикання внутрішнього навантаження в положення "600Ω"; ручку "РЕГ.ВИХ" в крайнє ліве положення; перемикач "Множник частоти" в положення "1";

2. Встановити на мілівольтметрі ВЗ-28А: тумблер "сеть" в нижнє ліве положення; перемикач "Границі вимірювання" індикатора вихідного рівня на "10mV"; перемикач "Рід роботи" в положення "И".

3. Перевірте стан заземлення стенда (без заземлення робота на стенді категорично забороняється!).

4. Отримайте дозвіл викладача на включення приладів в мережу.

5. Підключіть стенд до мережі за допомогою тумблерів "Мережа" на генераторі ГЗ-102 і мілівольтметрі ВЗ-28А, поставивши їх в положення "увімкнено".

6. З допомогою перемикача "Множник частоти" встановіть частоту струму 20 Гц.

7. Досліджуваний прикладає руки до дисків-електродів.

8. Повертаючи ручку "РЕГ.ВИХ" на звуковому генераторі по часовій стрілці встановіть напругу 6 В.

9. Показники приладів занесіть до табл. 13.

10 .Ручку "РЕГ.ВИХ" поверніть проти часової стрілки так, щоб значення напруги було мінімальним.

11. Встановіть наступну частоту струму згідно з табл.12 і продовжуйте дослід. В разі зашкалювання показників мілівольтметра змініть границі виміру в бік збільшення, тобто на "20 mV", "50mV" і так далі.

12. При частоті 50 Гц зробіть заміри електричного опору при сухій і змоченій водою шкірі рук.

13. Після виконання експериментальної частини роботи відключіть звуковий генератор ГЗ-102 і мілівольтметр ВЗ-28А з допомогою тумблерів "Мережа" (поставивши їх в нижнє положення) і відімкніть стенд від мережі. Значення "I" та "Rл" розраховуються по формулам, що наводяться далі.

5. Обробка експериментальних даних

1. Розрахуйте величину струму і повний опір тіла людини по формулам:

$$I = U / 10, \text{mA}; R_{\text{л}} = U / I, \text{кОм} \quad (30)$$

І занотуйте отримані значення в табл.12.

2. Побудуйте графік $R_{\text{л}} = \psi(\lg f)$ по показникам табл. 12

3. Визначте внутрішній опір тіла людини R_{BT} із графіка $R_{\text{л}} = \psi(\lg f)$.

4. Методом екстраполяції знайдіть величину повного опору тіла людини R_0 при $f = 0$.

5. Розрахуйте активний опір зовнішнього шару шкіри по формулі (28).

6. При частоті струму 50 Гц визначте із виразу (23) повний опір зовнішнього шару шкіри $R_{\text{ЗОВ}}$.

7. Розрахуйте по формулі (29) ємність "С" зовнішнього шару при частоті струму 50 Гц.

8. Розрахуйте ємнісний опір поверхневих тканин шкіри $X_{\text{ш}}$ по формулі (25) при частоті струму 50 Гц.

9. Результати розрахунків основних показників електричної схеми заміщення опору тіла людини для частоти струму 50 Гц занотуйте в табл.14.

Таблиця 14

Площа електрода	Показники							
$S, \text{м}^2$	$f, \text{Гц}$	$R_{\text{л}}, \text{кОм}$	$R_0, \text{кОм}$	$R_{\text{BT}}, \text{кОм}$	$R_{\text{ш}}, \text{кОм}$	$R_{\text{ЗОВ}}, \text{кОм}$	$X_{\text{ш}}, \text{кОм}$	$C, \text{Ф}$

6. Зміст звіту

У звіті повинні бути відображені: назва і мета роботи; основні теоретичні положення, що характеризують небезпеку електричного струму для людини; експериментальна частина, а також основні формули, по яким здійснюють розрахунки; висновки, дата і підпис студента.

7. Контрольні запитання

1. Які складові повного опору тіла людини?
2. Від яких факторів залежить величина опору тіла людини?
3. Які частини тіла людини мають найбільший опір, як вони впливають на безпеку ураження тіла людини електричним струмом?
4. Які обставини сприяють зменшенню повного опору тіла людини?
5. Як виглядає електричне коло, що моделює повний опір тіла людини?
6. Як впливають на електричний опір людини параметри електричного струму: сила струму, напруга, частота?
7. Який струм більш небезпечний для людини постійний чи змінний (при однаковій напрузі і силі струму)?
8. Чи впливає фактор часу дії електричного струму на опір тіла людини?
9. При яких параметрах електричного струму, що має частоту 50 Гц, цей струм стає безпечним для людини?

8. Література

1. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. - М Энергия, 1979. - 404с.
2. Правила технической безопасности электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1988. - 432с. Система стандартов безопасности труда. М.: Изд. стандартов, 1981 — 358с.

Лабораторна робота №5

Випробовування опору ізоляції електроустановок

1. Мета роботи

Визначити величину опору ізоляції силових і освітлювальних електропроводок напругою до 1000 В.

2. Основні теоретичні положення

Надійність і безпека роботи електрообладнання залежить перш за все від стану ізоляції струмопровідних частин, пошкодження її може стати основною причиною нещасних випадків.

У багатьох елементах електроустановок (наприклад, кабельні вводи, розподільні пристрої, проводи повітряних ліній тощо) середовищем, що ізолює людину від струмопровідних частин, є повітря. Для подібних випадків безпека забезпечується організаційними заходами, які жорстко регламентують відстані до струмопровідних частин, а також використанням суцільних та сітчастих огорожень.

Для ізоляції струмопровідних частин (машин, апаратів, приладів, проводів, кабелів, тощо) використовуються різні ізоляційні матеріали і вироби, що відрізняються діелектричними і особливими фізико – механічними властивостями (гума, пластмаси, скло, папір, порцеляна, азбест, ебоніт, склотканина, смоли, фарби та ін.).

Покриття струмопровідних частин чи відділення їх від інших частин шаром діелектрика забезпечує протікання струму потрібним шляхом і безпечну експлуатацію електроустановок.

В електроустановках застосовується такі види ізоляції: робоча, додаткова, подвійна і посилена.

Робоча – ізоляція струмопровідних частин, яка забезпечує нормальну роботу електроустановки і захист від ураження електричним струмом.

Додаткова – ізоляція, яка передбачається додатково до робочої для захисту від ураження електричним струмом у разі її пошкодження.

Подвійна ізоляція складається із робочої і додаткової.

Посилена – це поліпшена робоча ізоляція, яка забезпечує такий самий ступінь захисту, як і подвійна.

Електрична ізоляція не являє собою однорідного матеріалу з низькою провідністю, у ній присутні домішки речовин із порівняно високою провідністю – частинки вологи, повітря та ін. На рис. 11 а показана структура звичайної ізоляції проводу, в матеріалі якої наявні провідні частинки і волога. Провід, по якому проходить струм I , має деяку ємність C щодо землі, яка створює ємнісну провідність струму. Схема заміщення ізоляції складається з двох гілок (рис. 11 б). При вмиканні проводу під напругу через недосконалу ізоляцію будуть протікати струми витоку, величина яких визначається активним $R_{із}$ і ємнісним X_c опорами ізоляції.

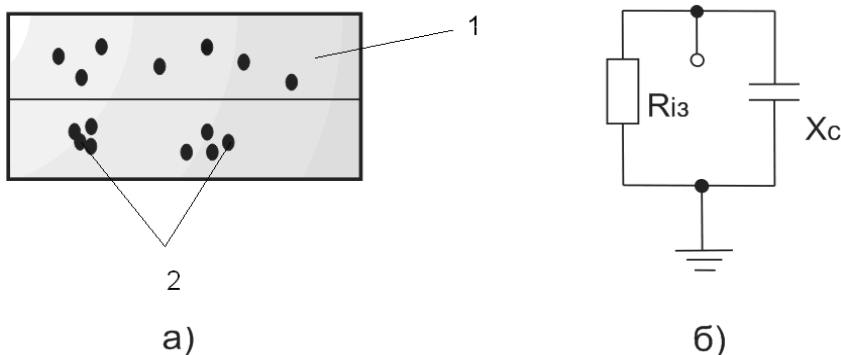


Рисунок 11. Схема ізоляції проводу:

а) – структура ізоляції; б) – схема заміщення;

1 – структура звичайної ізоляції; 2 – провідні частинки.

Для оцінки стану ізоляції з точки зору електробезпеки граничне значення сили струму витоку рекомендується приймати до 0,1 мА.

Причини пошкодження ізоляції

Якість ізоляції, яка характеризується перш за все її опором проходженню струму витоку, з часом може погіршуватись в результаті:

а) перегрівання понад допустимі норми для даного класу ізоляції під дією струмових перенавантажень;

б) руйнування внаслідок експлуатації в сирих і агресивних середовищах;

в) механічних пошкоджень.

Але навіть і в нормальних умовах експлуатації ізоляції поступово втрачає свої початкові властивості за рахунок природного старіння, в ній з'являються місцеві дефекти. З часом ці дефекти розвиваються, опір ізоляції починає різко зменшуватись, а сила струму витоку непропорційно зростати. У місці дефекту з'являються часткові розряди струму, проходить так званий пробій ізоляції, виникає значне витікання струму, електроустановка стає небезпечною у відношенні ураження людей струмом. Пробій ізоляції в електричних мережах і установках часто спричиняє короткі замикання, аварії, пожежі і вибухи.

Утримання ізоляції в справному стані є однією із важливих вимог діючих правил [1, 2], які передбачають мінімально допустиму величину опору ізоляції для різних видів електрообладнання (наприклад, найменший допустимий опір ізоляції в силових і освітлювальних електропроводках дорівнює 0,5 МОм).

Опір ізоляції вважається недостатнім, якщо він знизився у порівнянні з початковою величиною на 30 і більше відсотків.

Діючими правилами [1, 2] передбачаються профілактичні випробування, які зводяться до вимірювання опору ізоляції електроустановок:

- 1) під час приймання електрообладнання після монтажу і ремонту;
- 2) періодично в процесі експлуатації (не рідше 1 разу у три роки);
- 3) постійно в процесі експлуатації.

Періодично вимірювання опору ізоляції проводиться на ділянках між суміжними запобіжниками, між будь – якими проводами і землею, а також між будь – якими проводами.

Вимірювання опору можливо здійснити за допомогою вольтметра. Якщо створити електричне коло на схемі (рис. 12), то при ввімкненні рубильника К вольтметр покаже деяку напругу U_1 , потім, розібравши схему, можна виміряти напругу джерела електроенергії U .

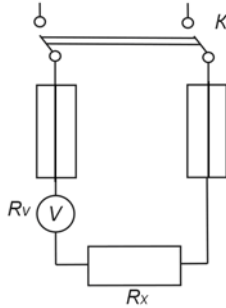


Рисунок 12 . Принципова схема вимірювання опору R_x за допомогою вольтметра

Шуканий опір R_x можна знайти з виразу:

$$U = U_1 + IR_x, \quad B \quad (31)$$

Струм у ланцюгу:

$$I = \frac{U_1}{R_v}, \quad A \quad (32)$$

де R_v – опір вольтметра, Ом.

Підставляючи значення цього струму в рівняння (31), одержимо:

$$U = U_1 + U_1 \cdot \frac{R_x}{R_v}, \quad B \quad (33)$$

Звідки

$$R_x = \frac{R_v \cdot (U - U_1)}{U_1}, \text{ чи } R_x = R_v \left(\frac{U}{U_1} - 1 \right), \quad \text{Ом} \quad (34)$$

Якщо відомий опір вольтметра R_v і напруга в ланцюгу $U = \text{const}$, вольтметр може бути відградуваний в Омах. Такий прилад називають омметром. Під час вимірювання опору ізоляції проводів відносно землі чи одного відносно другого на даній схемі потрібно вимкнути проводи з джерела живлення (зняти плавкі запобіжники на кінцях ділянки ланцюга).

Отже для здійснення вимірювання опору, омметр у даному випадку повинен мати самостійне джерело енергії.

Під час вимірювання опору між двома проводами чи обмотками другий провід вмикається в зажим мегомметра “3”.

3. Опис схеми установки

Під час проведення даної лабораторної роботи використовуються мегомметри типу ЕС – 0202/1 – Г і ЕС – 0202/2 – Г. Ці мегомметри є переносними приладами для вимірювання великих опорів і використовуються для випробування опору ізоляції мереж, обмоток машин, трансформаторів, електроустановок без напруги відносно землі та однієї відносно іншої.

Мегомметр складається із генератора змінного струму, трансформаторів, перетворювача і магнітоелектричного вимірювача.

Генератор мегомметра являє собою машину змінного струму із збудженням від потужних магнітів із нікельалюмінієвого сплаву, якір генератора досягає номінального числа обертів під час обертання ручки приладу із швидкістю $120...140 \frac{об}{хв}$.

На валу якоря розміщений відцентрований регулятор, який забезпечує сталість обертання привода.

Для згладжування пульсації на виході генератора ввімкнено конденсатор.

Наявність відцентрованого регулятора обертів забезпечує правильне вимірювання опорів ізоляції об'єктів ізоляції з великою ємністю.

Номінальна напруга на клеммах за розімкненого зовнішнього кола для приладу ЕС – 0202/2 становить 500, 1000, 2500 В.

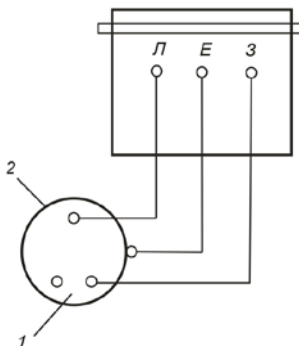
Прилад має три границі вимірювання:

- 1) при положенні перемикача вимірювань “х 1” – 500 В;
- 2) при положенні “х 0,1” – 1000 В;
- 3) при положенні “х 0,01” – 2500 В.

При вимірюванні опору ізоляції проводу відносно землі затискач “З” – “земля” з'єднується із заземленим корпусом об'єкта чи із заземленням, затискач “Л” – “лінія” – з'єднується з об'єктом. З'єднання виконується добре ізольованим проводом.

У тих випадках, коли результат випробувань ізоляції об'єкта може бути перекошений поверхневими струмами витоку ізоляції, на ізоляцію об'єкта накладається струмовідвідний електрод, який з'єднується із затискачем мегомметра “екран”.

При вимірюванні опору ізоляції між колами ізольованими від землі прилад вмикають за схемою рис. 13. У цьому випадку затискачі “лінія” і “земля” з’єднуються із знеструмленими жилами досліджуваного кабелю. Затискач “екран” з’єднується із бронею кабелю.



*Рисунок 13. Схема включення мегомметра при випробуванні опору ізоляції проводів та обмоток між собою:
1 – провід та обмотка; 2 – броня кабелю.*

4. Порядок виконання роботи.

1. За допомогою відповідних приладів потрібно упевнитися у відсутності наруги в мережі чи обмотках.
2. Мегомметр поставити на горизонтальну поверхню.
3. Ввімкнути прилад у відповідності з наведеною схемою на рис. 12
4. Перемикачі границь вимірювань поставити в положення “Х 1” (найменшу чутливість приладу) і обертаючи ручку, здійснити вимірювання генератора та зробити відлік за індикатором.
5. При малих значеннях показів приладу відповідно встановити перемикач положень на “Х 0,1” чи “Х 0,01” і здійснити відлік за індикатором.
6. Експериментальні дані занести в таблицю 15.

Дані опору ізоляції

Тип провoda чи провoдів між якими вимірюється опір	Опір ізоляції провoda відносно землі чи одного відносно другого	Допустимий ПУЕ опір між провodom і землею чи між провodaми

5. Зміст звіту

У звіті мають бути відображені: назва та мета роботи; основні теоретичні положення; схема і опис схеми установки; порядок виконання роботи; таблиця експериментальних даних; висновки по роботі; дані і підпис студента.

6. Контрольні питання

1. Як забезпечується ізоляція струмовідвідних частин електроустановок?
2. Які ви знаєте види ізоляції?
3. Які причини зниження опору ізоляції та її пробою?
4. Мінімально допустимі величини опору ізоляції для різних видів електрообладнання.
5. Коли здійснюються профілактичні випробування опору ізоляції електроустановок?
6. Принципи вимірювання опору ізоляції за допомогою вольтметра.
7. Улаштування мегомметра та принцип дії.
8. Методики дослідження опору ізоляції електропроводів.

7. Література.

1. ДНАОП 0.00 – 1.21 – 84. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів і правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.
2. НАОП 1.1.10 – 1.01 – 85. Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок. – 2-е вид., перероб. і доп.

Лабораторна робота №6

Визначення опору заземлюючих пристроїв і розрахунок систем захисного заземлення електроприладів напругою до 1000 В

1. Мета роботи

Виміряти опір заземлюючих пристроїв електроустановок приладом МС-08; визначити питомий опір ґрунту, розтікання електричного струму і розрахувати систему захисного заземлення.

2. Основні теоретичні положення

Для забезпечення умов безпеки в електроустановках напругою до 1000 В і вище повинні бути збудовані заземлюючі пристрої і заземлені металічні частини електрообладнання і електропристроїв, які можуть опинитись під напругою внаслідок порушення ізоляції. В цьому випадку напруга корпусу електропристрою знижується до безпечної величини. Можливий струм замикання на землю, а відповідно і безпечність ураження, залежить від напруги джерела струму і його потужності. Найбільш допустимі опори заземлюючих пристроїв наведені в табл. 16.

Таблиця 16

Режим нейтралі	Потужність трансформатора	Найбільший опір заземлюючих пристроїв, Ом	Найб. опір повторно заземлюючих пристроїв, Ом
Ізольована нейтраль	До 100 кВа більше 100 кВа	10 4	- -
Глухозаземлена нейтраль	До 100 кВа Більше 100кВа	10 4	30 10

Заземленням - називається електричне з'єднання якої-небудь частини пристрою із заземлювачем. Заземлювачем або заземлюючим електродом називається один або декілька металевих провідників, які

знаходяться в безпосередньому контакті з ґрунтом і мають призначення утворити електричне з'єднання із землею.

Заземлюючими провідниками – називаються провідники, які з'єднують неструмоведучі частини електричної установки із заземлювачем.

Заземлюючий пристрій – це сукупність заземлювача і заземлюючих проводів.

Ізольованою нейтраллю - називається нейтраль трансформатора або генератора, яка не приєднана до заземлюючого пристрою або приєднана через великий опір (апарати, компенсуючі ємнісний струм мережі, трансформатори напруги та ін.), який співрозмірний із опором ізоляції фазних провідників відносно землі.

Глухозаземленою нейтраллю - називається нейтраль трансформатора або генератора, яка приєднана до заземлюючого пристрою безпосередньо через малий опір (трансформатори струму та ін.).

Якщо яка-небудь точка мережі знаходиться в контакті з ґрунтом, то в місці замикання виникає «поле розтікання струму» рис 14.

Якщо це поле утворене розтіканням струму промислової частоти, воно може вважатись як електричне поле і напруженість будь-якої точки ґрунту в полі розтікання складає:

$$E = j\rho_3, \text{ В/М} \quad (35)$$

де j - густина струму, А; ρ_3 - питомий опір ґрунту, Ом • м.

Під питомим опором ґрунту розуміють опір електричному струму земляного куба із даного ґрунту зі сторонами рівними 1 м. Питомий опір ґрунту залежить від виду ґрунту, від його складу, дисперсності, щільності, наявності домішок (особливо домішок солей), вологи та ін. і визначається експериментально. У точках поля E , де густина струму близька до нуля, напруженість поля також близька до нуля. Такі точки називають «землею» в електротехнічному розумінні слова і їх потенціал може бути прийнятий рівним нулю. Густина струму може бути обчислена із виразу:

$$j = \frac{I_3}{2\pi \cdot x^2}, \text{ А/м}^2 \quad (36)$$

де I_3 - струм замкнення на землю, А; x - відстань від точки входу струму в ґрунт до розглядаємої напівсфери ґрунту, м; $2\pi \cdot x^2$ - поверхня цієї напівсфери.

При $x = 20$ м поверхня напівсфери стає настільки значною, що густину струму практично можна вважати близькою нулю, тоді і потенціал цієї точки дорівнює нулю. Всі інші точки ґрунту, отримують напругу відносно «землі». Характер розподілення потенціалу поблизу місця замкнення показано на рис. 14.

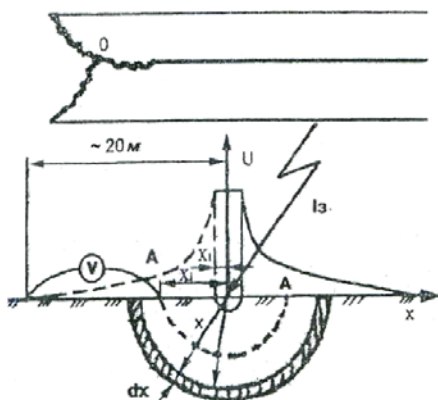


Рисунок 14. Схема розтікання струму

З приведеної схеми випливає, що чим більше x , тим менше потенціал точки (при тому ж I_3). Іншими словами, чим більше радіус напівсфери, тим більша поверхня напівсфери, яка дотикається до землі, тим менше опір заземлюючого пристрою розтіканню струму у даному ґрунті. Тобто, опір заземлюючого пристрою розтіканню струму залежить від поверхні заземлюючого пристрою і питомого опору ґрунту розтіканню струму, який також залежить від цілого ряду факторів (виду ґрунту, складу, дисперсності частинок, густини і т.д.). Тому розрахунок опору заземлюючого пристрою є приблизним. Для уникнення помилок правилами передбачена обов'язкова перевірка опору заземлюючого пристрою за допомогою електровимірювальних приладів не менше двох разів на рік: один раз літом при найбільшому

просиханні ґрунту і один раз зимою при найбільшому промерзанні ґрунту.

При просиханні ґрунту питомий опір значно підвищується. В цьому разі опір заземлюючого пристрою також підвищується і може перевищувати нормативне значення і, в цьому випадку опір заземлюючого пристрою також створює небезпеку для людини ураження струмом. Для обліку такого явища вимірюваний опір ґрунту повинен множитись на один із підвищуючих коефіцієнтів, значення яких наведені в табл.17.

Таблиця 17

Заземлювачі	Глибина закладення	Підвищуючі коефіцієнти		
		K1	K2	K3
Поверхневі горизонтальні	0,5	6,5	5,0	4,5
	0,8	3,0	2,0	1,6
Заглиблення вертикальні	0,8 до верхнього кінця заземлювача від поверхні	2,0	1,5	1,4

У розрахунках приймаються коефіцієнти: K1 - якщо вимірювання опору ґрунту відбувається при великій вологості ґрунту; K2 - якщо вимірювання опору відбувається при середній вологості; K3 - якщо вимірювання ґрунту відбувається при сухому ґрунті.

3. Опис приладів

Для вимірювання опору заземлюючого пристрою, і також визначення питомого опору ґрунту розтіканню електричного струму при проведенні лабораторної роботи застосовується вимірювач заземлення МС-08 заводу "Енергоприлад".

При конструюванні приладу МС-08 для вимірювання опору використана схема методу вольтметра і амперметра (рис.15)

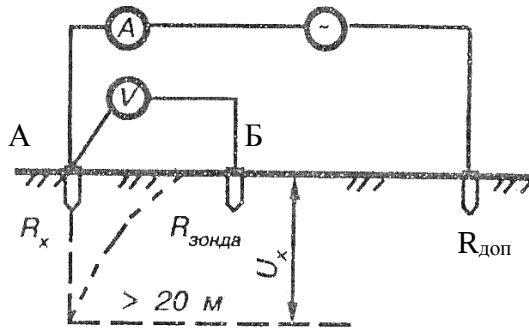


Рисунок 15. Принципова схема метода вольтметра і амперметра де R_x – вимірювальний опір; $R_{\text{зонда}}$ – опір зонда; $R_{\text{доп}}$ – опір допоміжного електроду; U_x – повний потенціал вимірювального опору.

Якщо на ділянці ланцюга між точками А і Б з невідомим опором R_x і паралельно підключеним до даної ділянки вольтметром з опором R_i (рис.15) опір R_v гілки ланцюга з вольтметром між точками прийняти значно більшим опором гілки R_x , то величина сили струму в даній гілці буде наближатись до нуля.

Тобто, весь струм навіть на цій ділянці А-Б пройде через гілку з опором R_x . Тоді величина R_x може бути визначена з виразу:

$$I = U/R_x, \text{ А} \quad (37)$$

звідки

$$R_x = U/I, \text{ Ом} \quad (38)$$

де U - напруга показана вольтметром, В; I - сила струму в ланцюгу по амперметру, А.

Призначення допоміжного заземлювача $R_{\text{доп}}$ на схемі рис.15 утворити ланцюг для вимірюваного струму, який проходить через цей і випробуваний заземлювачі. Призначення зонду $R_{\text{зонда}}$ – отримати в схемі точку з нульовим потенціалом, по відношенню до якої може бути виміряний потенціал випробуваного заземлювача. Для запобігання явищ поляризації вимірювання відбувається змінним струмом.

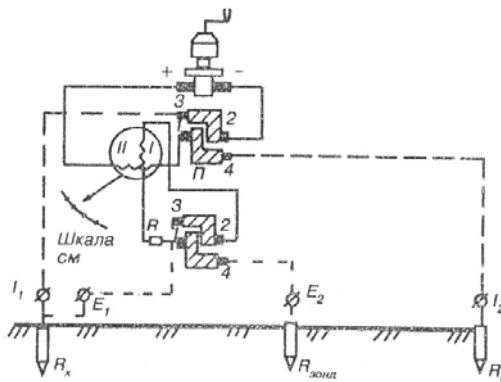


Рисунок 16. Принципова схема вимірювача опору МС - 08

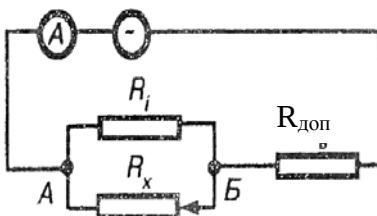


Рисунок 17. Схема заміщення

Прилад має три границі вимірювання:

Від 0 до 1000 Ом при положенні перемикача "вимірювання X 1";
від 0 до 100 Ом при положенні перемикача "вимірювання X 0,1"; від 0 до 10 Ом при положенні перемикача "вимірювання X 0,01".

Головною деталлю приладу, принципова схема якого приведена на рис.16, є магнітоелектричний логометр з двома рамками, одна з яких включена як амперметр, друга - як вольтметр між випробуваним заземлювачем і зондом.

При такій схемі включення, показання шкали приладу пропорційні величині U або опору. Шкала приладу градуйована в Омах. Заміна амперметра і вольтметра логометром практично виключає залежність показів приладу від швидкості обертання генератора (джерелом живлення виступає генератор Г постійного струму, який приводиться в дію обертанням ручки зі швидкістю 90... 150 об/хв).

Магнітоелектричні логометри можуть працювати тільки на постійному струмі, а вимірювання опору заземлювачів, з метою уникнення поляризації, повинно відбуватися при змінному струмі. Через це в схемі є комутаторний переривач П і комутаторний випрямляч ВП (рис.17).

В якості зонда і допоміжного заземлювача можуть виступати сталевий загострений стержень діаметром не менше 0,5 см, що забивається в ґрунт на глибину не менше 0,5 м, або сталеві труби (газо- водопроводні) будь-якого діаметру.

Так як градуїровка приладу проведена при деякому значенні опору зонда $R_{\text{зонд}}$, опір зонда не повинен перевищувати 1000 Ом. Опір зонда залежить також від розміру електрода (зонда), що забивається і в значній мірі від питомого опору ґрунту. Для виключення похибки в потенційну мережу ввімкнено реостат регулювання R (рис.17). По відношенню до опору R_x зонд повинен знаходитись в зоні нульового потенціалу, тобто в зоні, в якій розтікання струму вимірювання через землю практично відсутнє (рис.16). Якщо ця вимога не буде виконана, виміри дадуть занижені значення опору заземлювача.

Таким чином, відстань між допоміжним заземлювачем, що досліджується і зондом визначається місцезнаходженням зони нульового потенціалу. Схеми розміщення електродів показані на рис. 18 і 19. Відстань допоміжного заземлювача і зонда від цих комунікацій повинно бути не менше 40..50 м.

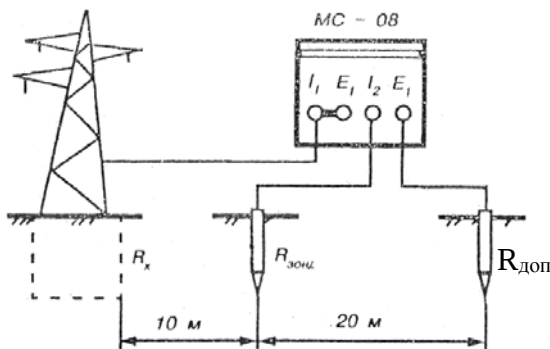


Рисунок 18. Принципова схема включення вимірювача заземлення

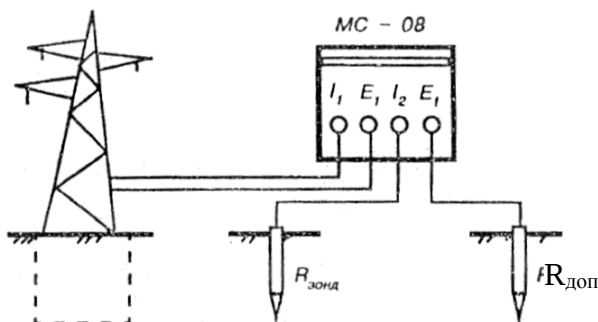


Рисунок 19. Схема включення вимірювача, виключення похибки, яка вноситься з'єднувальними провідниками

4. Вимірювання опору заземлюючого пристрою

Вимірювання опору заземлюючого пристрою можна проводити двома способами: без врахування впливу опору контактів і провідників, що використовуються при підключенні МС - 08 до випробуваного заземлюючого пристрою і, по схемі що виключає вплив цих похибок. Підключення приладу МС-08 за цими схемами зображено на рис.20 і 21 (спосіб вимірювання вказується викладачем).

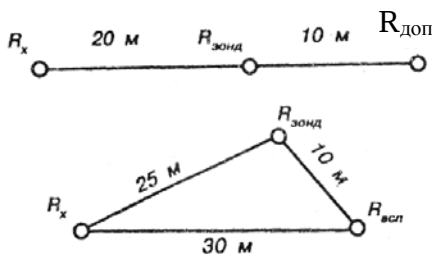


Рисунок 20 Мінімальна відстань між досліджуваними заземлювачами, для випадку одиночного заземлювача, або зосередженого пристрою заземлення.

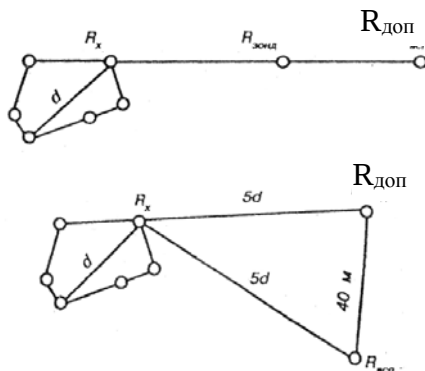


Рисунок 21 Мінімальна відстань між досліджуваними і допоміжними заземлювачами, для випадку складних (контурних) заземлювачів.

4.1 Порядок виконання роботи

1. Забити допоміжний електрод і зонд в ґрунт у відповідності зі схемами рис. 20 та 21.

2. Приєднати допоміжні електроди до вимірювача заземлень МС-08 у відповідності зі схемами на рис.18 і 19.

3.Провести регулювання приладу (врівноважити опір потенційного і струмного ланцюга): перемикач 1 (рис.18) ставиться в положення "регулювання"; обертаючи ручку генератора зі швидкістю 90.. 120 об/хв, одночасним обертанням ручки реостата регулювання 2 домогтися суміщення стрілки індикатора з червоною рисою на шкалі приладу.

4. Здійснити вимірювання опору заземлюючого пристрою: обертаючи ручку генератора при положенні "вимірювання ХІ" перемикача 1 (рис.18), зняти відлік по індикатору; після визначення наближеного значення опору провести уточнюючий вимір при положенні перемикача "Х 0,1" або "Х 0,01".

5. Визначити по таблиці 16 значення підвищуючого коефіцієнта і опір заземлюючого пристрою з урахуванням цього коефіцієнта.

6. В залежності від режиму нейтралі і потужності трансформатора, заданої викладачем, визначити найбільш допустимий опір заземлюючого пристрою.

7. Оформити протокол роботи (таблиця 18)

Таблиця 18

Потужність трансформатора, КВА Режим нейтралі	Тип заземлюючого пристрою , і глибина його залягання, М	Опір заземлюючого пристрою, отримане вимірювання, Ом	Умови вимірювання (підвищуючий коефіцієнт К)	Опір заземлюючого пристрою із врахуванням підвищуючого коефіцієнту К, Ом	Найбільший допустимий опір заземлюючого пристрою, Ом

5. Вимірювання питомого опору ґрунту

Вимірювання питомого опору ґрунту можна виконати двома способами (спосіб застосування вказується викладачем). В обох випадках отримане в результаті вимірювання значення питомого опору ґрунту не може бути прийняте за розрахункове. Розрахункове значення питомого опору ґрунту отримують в результаті добутку питомого опору, що отримують вимірюванням, на підвищуючий коефіцієнт, (табл.17).

Перший спосіб. В досліджуваній ґрунт забивають сталю трубку або стержень відомих розмірів (контрольний електрод). В місці забивки рослинний або насипний шар повинен бути видалений. Допоміжний заземлювач $R_{доп}$ розташовують по схемах (рис.20, 21).

В даному випадку R_x – контрольний електрод. Після регулювання пристрою вимірюють опір головного стержня, забитого в місце визначення питомого опору ґрунту розтікання струму. Трубку (стержень) забивають на задану глибину (звичайно на глибину, більшу глибини заземлення ґрунту в даній області). Питомий опір на глибині забивки визначається за формулою:

$$\rho = 2.73 \cdot \frac{R \cdot l}{\lg\left(\frac{4 \cdot l}{d}\right)}, \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (39)$$

де R - опір, виміряний за допомогою вимірювача заземлення, Ом;

l - глибина забивки труби, м; d - діаметр електрода, м.

В якості контрольного електрода можна вибрати допоміжний стержневий електрод, забитий з поверхні землі з геометричними розмірами : $d = 3$ см, $l = 100$ см.

Другий спосіб. На досліджуваній ділянці забивають в землю по прямій лінії чотири стержні на відстані d , один від одного. Глибина забивки стержня не повинна бути більшою $1/20$ відстані d . Зажими вимірювача заземлення I_1 та I_2 приєднують до крайніх стержнів, а зажими $E1$, $E2$ - до відповідних внутрішніх стержнів (перемичка між зажимами I_1 та $E1$ розмикається). Проводять вимірювання, при чому попередньо при положенні перемикача на регульовці стрілку встановлюють на червону поділку шкали приладу, який показує в цьому випадку опір між двома внутрішніми стержнями.

Питомий опір розраховується за формулою:

$$\rho = 2\pi \cdot Z \cdot R, \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (40)$$

де R — показання вимірювача заземлення, Ом; Z - відстань між стержнями, м (задається викладачем).

Приблизно можна вважати, що при цьому способі отримаємо середній питомий опір ґрунту на глибині, що дорівнює відстані між забитими стержнями.

5.1 Зміст роботи

1. Виміряти опір заземлюючого пристрою розтікання струму в ґрунті R_3 і порівняти з найбільш допустимим опором заземлюючого пристрою.

2. Визначити питомий опір ґрунту розтікання електричного струму ρ .

3. Провести розрахунок системи захисного заземлення.

5.2 Порядок виконання роботи

1. В залежності від способу застосування в ґрунт забити зонд, допоміжний і контрольний електроди (рис.18) або чотири стержні (рис.22)

2. Підключити електроди до вимірювача по цим схемам.

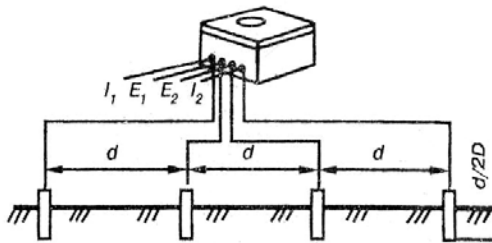


Рисунок 22. Принципова схема при вимірюванні питомого опору ґрунту

3.Провести регулювання приладу, для чого поставити перемикач приладу в положення "регулювання" і, обертаючи ручку генератора зі швидкістю 90.. 150 об/хв, ручкою реостата сумістити стрілку індикатора з червоною рисою на шкалі приладу.

4.Провести вимірювання опору, для чого встановити перемикач в положення "вимірювання X1 "і, повертаючи ручку генератора з тією ж швидкістю, зняти відлік по індикатору. При необхідності провести уточнюючий замір при положенні перемикача "X 0,1" або "X0,01".

5.По приведеним формулам провести розрахунок питомого опору ґрунту.

6.Прийняти підвищуючий коефіцієнт по таблиці 17.

7.Визначити значення розрахункового питомого опору ґрунту ρ .

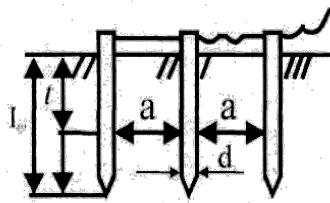
8.Оформити протокол роботи табл.19.

Таблиця 19

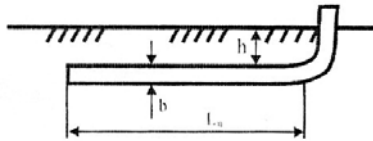
Опір по заміру ρ , Ом	Питомий опір ґрунту по розрахунку ρ , Ом*см	Умови виміру (підвищуючий коефіцієнт K)	Питомий опір ґрунту із врахуванням піввищуючого коефіцієнта

6. Розрахунок систем захисного заземлення

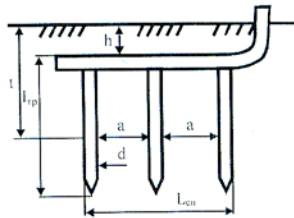
Штучними заземлювальними пристроями можуть бути вбиті в землю сталі труби, стержні круглі або з кутової сталі, закопана полосова або листова сталь (рис. 23)



а)



б)



в)

Рисунок 23 Штучні заземлювачі:

а) труби, стержні (з круглої чи кутової сталі) у поверхні землі ;

б) труби, стержні (з круглої чи кутової сталі) заглибленні в землю;

в) полоса в землі.

Для заземлення використовують труби діаметром до 60 мм з товщиною стінок не менше 3..5 мм, кутову сталь зі сторонами 60х60, 60х50 мм з товщиною сторін 4мм, довжиною 1.5...3.5 м, а також полосову сталь товщиною 4 мм, перерізом 48 мм, довжиною 15..20 м і більше. Застосування алюмінієвих провідників забороняється. Труби чи стержні (штирі) забивають на глибину не менше 1,2..1,5 м.

Опір одного трубчатого заземлювача при умові, коли труба чи стержень знаходяться біля землі (рис. 22а), розраховують по формулі:

$$R_{TP} = 0,366 \cdot \frac{\rho_{POZ}}{l_{TP}} \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot l_{TP}}{d}\right), \text{Ом} \quad (41)$$

Опір одного трубчатого заземлювача при умові, коли труба чи стержень знаходиться в землі (рис. 22 б) :

$$R_{TP} = 0.366 \frac{\rho_{POЗP}}{l_{TP}} \cdot (\lg(\frac{2 \cdot l_{TP}}{d}) + 0.5 \cdot \lg(\frac{4 \cdot t + l_{TP}}{4 \cdot t - l_{TP}})), \text{ Ом} \quad (42)$$

Опір полосового заземлювача (рис. 22в):

$$R_{П} = 0.366 \frac{\rho_{POЗP}}{l_{П}} \cdot \lg(\frac{2 \cdot (l_{П})^2}{B \cdot h}), \text{ Ом} \quad (43)$$

Де $\rho_{POЗP}$ - розрахунковий питомий опір ґрунту з урахуванням підвищуючого коефіцієнту (з табл.17); l_{TP} - довжина труби, стержня, кутової сталі, м; d - діаметр труби або стержня, м (якщо використовується кутова сталь, то в формулі ставлять еквівалент діаметра $d = 0,95 B_{\kappa}$; B_{κ} - ширина сторін кутової сталі, м); t - відстань від поверхні землі до середини труби, м; B - ширина полоси, м (якщо сталь кругла то замість "В" підставляють $2d$); h - глибина закладання стержня, полоси, м; $l_{П}$ - довжина полоси, м;

Відстань від поверхні землі до середини труби знаходять за формулою:

$$t = h + \frac{l_{TP}}{2}, \text{ м} \quad (44)$$

Необхідне число заземлювачів:

$$n = \frac{R_{TP}}{R_3} \cdot \eta_{TP}, \text{ шт} \quad (45)$$

R_{TP} - опір одного заземлювача, Ом; R_3 - опір системи захисного заземлення по нормам (з табл. 19); η_{TP} - коефіцієнт використання або екранування.

Значення коефіцієнта η_{TP} для заземлювачів розташованих в ряд з інтервалами $a = l$ знаходиться по табл.19. Коли $\eta_{TP} = 1$, то теоретичне число заземлювачів n_T визначається: $n_T = \frac{R_{TP}}{R_3}, \text{ шт}.$

Таблиця 20.

Число заземлювачів, n_T	2	5	10	15	20
---------------------------	---	---	----	----	----

Мінімальний коефіцієнт використання, η	0,84	0,67	0,56	0,51	0,47
---	------	------	------	------	------

Проміжне значення η_{TP} знаходиться інтерполяцією.

Довжина з'єднувальної полоси

$$l_{\Pi} = L(n-1), \text{ м} \quad (46)$$

де L - відстань між трубами, приймається рівною (1..3) 1тр; n - число труб.

Опір одинарної з'єднувальної полоси знаходять:

$$R_{\Pi} = 0.366 \cdot \frac{\rho_{POЗP}}{l_n} \cdot \lg\left(\frac{2 \cdot l_{\Pi}^2}{B \cdot h}\right), \text{ Ом} \quad (47)$$

Взаємодія полоси ряду n заземлювачів враховується коефіцієнтом використання полоси η_{Π} , приведеним в табл.21

Таблиця 21.

n	4	5	8	10	20
η_n	0.77	0.74	0.67	0.62	0.42

Уточнимо опір полоси:

$$R_{\Pi}' = \frac{R_{\Pi}}{\eta_{\Pi}}, \text{ Ом} \quad (48)$$

Опір усіх трубчатих заземлювачів:

$$R_{TP}' = \frac{R_{TP}}{n \cdot \eta_{TP}}, \text{ Ом} \quad (49)$$

Опір системи заземлення:

$$R_c = \frac{R_{\Pi}' \cdot R_{TP}'}{R_{\Pi}' + R_{TP}'} \leq R_3, \text{ Ом} \quad (50)$$

Підбирається таке значення n , при якому опір системи буде рівним або меншим (не більше чим на 10%) нормованого значення опору заземлення, приведенного в табл.15.

7. Зміст звіту

У звіті повинні бути відображені: назва та мета роботи; основні теоретичні відомості про схеми заземлення; методи і способи вимірювання опору системи заземлення і питомого опору ґрунту; методи розрахунку опору різних заземлювачів і їх кількість; схема і опис приладу; таблиця експериментальних замірів та розрахунки величин опору заземлювачів і ґрунту; висновки по роботі; дата і підпис студента.

8. Контрольні питання

1. Що називається заземленням?
2. Що називається заземлювачем?
3. Що називається заземлюючими провідниками?
4. Що називається заземлюючим пристроєм?
5. Що називається ізольованою нейтраллю?
6. Що називається глухозаземленою нейтраллю?
7. Що розуміють під питомим опором ґрунту?
8. Від чого залежить опір заземлюючого пристрою?
9. Коли проводиться перевірка опору заземлюючого пристрою і з якою періодичністю?
10. Яким приладом вимірюється опір заземлюючого пристрою?

9. Література

1. Правила устройства электроустановок. М. Энергоатомиздат, 1986. -645с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. М: Энергия, 1970.
- 3.Правила технической безопасности при эксплуатации электроустановок. М.: Энергия, 1970.
4. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергия,1979.

Лабораторна робота №7

Надання першої долікарняної допомоги

при нещасних випадках

1. Мета роботи

Вивчити основні принципи надання долікарняної допомоги при втраті свідомості, травмах, термічних впливах, отруєннях та особливих видах травм; ознайомитися з правилами використання апарата для штучного дихання.

2. Основні теоретичні положення

Перша допомога - це сукупність простих, доцільних дій, спрямованих на збереження здоров'я потерпілого. По-перше, якщо є потреба і можливість, треба винести потерпілого з місця події. По-друге, оглянути ушкоджені ділянки тіла, оцінити стан потерпілого, зупинити кровотечу і обробити ці ділянки. Потім іммобілізувати переломи і запобігти травматичному шокові.

При наданні першої долікарської допомоги треба керуватися такими принципами: правильність і доцільність; швидкість; продуманість, рішучість, спокій.

Той, хто надає першу допомогу, повинен знати: основні порушення життєво важливих функцій організму людини, загальні принципи надання долікарської допомоги та її прийоми щодо характеру отриманих потерпілим пошкоджень.

Людина, яка надає першу допомогу повинна уміти: оцінити стан потерпілого і визначити яку допомогу в першу чергу той потребує; забезпечити штучне дихання «з рота в рот» або «з рота в ніс», зовнішній масаж серця і оцінити їх ефективність; тимчасово припинити кровотечу накладанням джгута, щільної пов'язки, пальцевим натисканням судин; накласти пов'язку при пошкодженні (пораненні, опіку, відмороженні, ударі); іммобілізувати пошкоджену частину тіла при переломі кісток, важкому ударі, термічному ураженні; надати допомогу при тепловому і сонячному ударах, утопленні, отруєнні, блюванні, втраті свідомості використати підручні засоби для перенесення, навантаження і транспортуванні потерпілого; визначити потребу вивезення потерпілого машиною швидкої допомоги чи попутним транспортом; користуватися аптечкою першої допомоги.

Послідовність надання першої допомоги: усунути вплив на організм факторів, що загрожують здоров'ю та життю потерпілого

(звільнити від дії електричного струму, винести із зараженої зони, загасити палаючий одяг, витягти із води), оцінити стан потерпілого; визначити характер і важкість травм, що становлять найбільшу загрозу для життя потерпілого і послідовність заходів щодо його врятування; виконати потрібні заходи щодо врятування потерпілого в порядку терміновості (вивільнити прохідність дихальних шляхів, здійснити штучне дихання, зовнішній масаж серця, припинити кровотечу, іммобілізувати місце перелому, накласти пов'язку і т.д.); підтримувати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника; викликати швидку медичну допомогу чи лікаря або вжити заходи для транспортування потерпілого в найближчу медичну установу.

Зробити висновок про смерть потерпілого має право лише лікар. У місцях постійного чергування медичного персоналу мають бути аптечки і плакати з правилами надання першої допомоги, виконання прийомів штучного дихання і зовнішнього масажу серця, вивішені на видних місцях.

Для правильної організації надання першої медичної допомоги повинні виконуватися такі умови: на кожному підприємстві, в цеху, відділенні повинні бути відповідальні особи за належний стан пристосувань і засобів для надання допомоги, що зберігаються в аптечках і сумках першої допомоги, і за систематичне їх поповнення. На цих же осіб покладається відповідальність за передачу аптечок і сумок по зміні з відміткою в спеціальному журналі; керівник лікувально-профілактичного закладу, що обслуговує дане підприємство, повинен організувати суворий щорічний контроль застосування правил першої медичної допомоги, а також стану і поповнення аптечок і сумок потрібними пристосуваннями і засобами для надання першої допомоги; допомога потерпілому, яка надається не медичними працівниками, повинна суворо обмежуватися певними видами (заходами) оживлення за «видимої» смерті, тимчасового зупинення кровотечі, перев'язки ран, опіку чи відмороження, іммобілізації перелому, перенесення і транспортування потерпілого; в аптечці, яка зберігається в цеху чи в сумці першої медичної допомоги, повинні міститися медикаменти і засоби, перелічені в табл.1.

2.1 Втрата свідомості, травми

Втрата свідомості (ВС) - це стан, коли людина не реагує ні на що, нерухома, не відповідає на запитання.

Причини можуть бути різні, але всі вони пов'язані з ураженням центру свідомості - мозку (при травмах, нестачі кисню, замерзанні, тощо). Ознаки ВС виражаються у широкому спектрі симптомів, починаючи від шоку, непритомності і закінчуючи станом клінічної смерті. При ВС велику небезпеку для життя потерпілого становить западання язика і потрапляння блювотних мас у дихальні шляхи, що призводить до їх закупорювання.

Допомога. Передусім потерпілого потрібно винести з місця події, потім вивільнити дихальні шляхи, покласти на бік. У разі зупинення дихання і серцебиття треба розпочати оживлення методом штучного оживлення і закритого масажу серця. Людину, що втратила свідомість, не можна намагатися напоїти, транспортувати її треба у фіксованому стані на боці.

Оживлення складається з двох основних процедур: відновлення дихання (штучне дихання) та серцевої діяльності (зовнішній масаж серця). Тому, хто надає долікарняну допомогу треба розрізняти ознаки життя і смерті.

Так, серцебиття визначається рукою або на слух зліва, нижче соска, а також на шії, де проходить сонна артерія, або ж на внутрішній стороні передпліччя. Дихання визначається за рухами грудної клітини, за зволоженням дзеркала, прикладеного до носа потерпілого, за звуженням зіниць під час раптового освітлення очей або після їх затемнення рукою. За встановлення ознак життя треба негайно розпочати надання допомоги.

Таблиця 22

Медикамента і медичні засоби	З якою метою використовуються	Кількість, шт
Індивідуальні перев'язні асептичні пакети	Накладання пов'язок	5
Бинти	Те саме	5
Вата	Те саме	5 пачок по 50 мг

Ватно - марлевий бинт Джгут Шини	Бинтування переломів Зупинення кровотечі Зміцнення переламаних і вивихнутих кінцівок	3 1 3...4
Гумовий пузир для льоду	Охолодження пошкодженого місця внаслідок ударів, вивихів і переломів	1
Чайна ложка Йодна настойка (5 % - на) Нашатирний спирт	Приготування розчинів Змазування тканин біля ран, свіжих подряпин на шкірі, тощо Допомога потерпілому у непритомному стані	1 1 флакон (25 мл) 1 флакон (30 мл)
Борна кислота	Приготування розчину для промивання очей та шкіри, полоскання ротової порожнини при опіках лугом, для примочок на очі при опіку вольтовою дугою.	1 пакет (25 г)
Сода питна	Приготування розчинів для промивання очей та шкіри, полоскання ротової порожнини при опіках кислотою	1 пакет (2 5 г)
Розчин перекису водню (3 % - ний))	Зупинення кровотечі із носа	1 флакон (50 мг)
Настойка валеріани Нітрогліцерин	Заспокоєння нервової системи Під час сильних болей в області серця і грудини	1 флакон (30 мг) 1 тюбик

Примітки:

1. Розчин соди і борної кислоти передбачаються тільки для робочих місць, де проводяться роботи з кислотою і лугами.
2. В цехах та лабораторіях, де не виключена можливість отруєння і ураження газом і шкідливими речовинами, склад аптечки повинен бути відповідно доповнений.
3. В набір засобів для сумок першої допомоги не входять шини, гумовий пузир для льоду, чайна ложка, борна кислота і питна сода. Інші медикаменти комплектуються в кількості 50%, що зазначені в списку.
4. На внутрішніх дверцях аптечки слід чітко вказати, які медикаменти використовуються при тих чи інших травмах (наприклад, під час кровотечі з носа — 3%-ний розчин перекису водню і т. ін.)

Але навіть і за відсутності перелічених ознак до тих пір, поки не має повної впевненості в смерті потерпілого, потрібно надавати йому допомогу у повному обсязі. Смерть має дві фази - клінічну та біологічну.

Клінічна смерть триває 5..7 хв., але незворотні явища в організмі ще відсутні. У цей період, поки ще не сталося тяжких уражень мозку,

серця та легень, організм можна оживити. Перші ознаки біологічної смерті - це помутніння рогівки, деформація зіниці під час здавлювання, трупне задубіння, трупні синюваті плями.

Штучне дихання (ШД). Найефективнішим способом ШД є дихання «з легень в легені», яке проводить «з рота в рот» або «з рота в ніс».

(Для цього відводять голову потерпілого максимально назад і пальцями затискають ніс або губи). Роблять глибокий вдих, притискають свої губи до губ потерпілого і швидко роблять глибокий видих йому в рот. Вдування повторюють кілька разів з частотою 12..20 раз на хвилину. З гігієнічною метою рекомендуються рот потерпілого прикрити шматком тонкої тканини (носовик, бинт, косинка і т. ін.). Якщо пошкоджено обличчя і проводити ШД "з легень у легені" неможливо, треба застосовувати метод стиснення і розширення грудної клітини шляхом складання і притискання рук потерпілого до грудної клітини з їх наступним розведенням у боки.

Зовнішній масаж серця здійснюється у разі його зупинення. При цьому робиться ритмічне його стискання між грудиною та хребтом. На нижню частину грудину кладуть внутрішньою стороною зап'ястя одну руку, на яку з силою натискають (з частотою 1 раз в секунду) покладеною зверху другою рукою. Сила натискання має бути такою, щоб грудина вдавлювалась на глибину на 4..5 см. Масаж серця доцільно проводити паралельно з штучним диханням, для цього після двох-трьох штучних вдихів роблять 4..6 натискань на грудну клітину.

При правильному масажі серця під час натискання на грудину відчуватиметься легкий поштовх сонної артерії і протягом кількох секунд звужаться зіниці, а також порожевіють шкіра обличчя і губи, з'явиться самостійне дихання. Не втрачайте пильності, не забувайте про можливість зупинення серця або дихання.

Під час надання першої допомоги треба бути готовим до раптового другого приступу. Щоб його не пропустити, потрібно стежити за зіницями, кольором шкіри і диханням, регулярно перевіряти частоту і ритмічність пульсу.

Шок. Причини - сильний біль, втрата крові, утворення у пошкоджених тканинах шкідливих продуктів, що призводять до виснаження захисних можливостей організму, внаслідок чого

виникають порушення кровообігу, дихання, обміну речовин. Ознаки - блідість, холодний піт, розширені зіниці, втрата свідомості (знепритомнення), посиленні дихання і пульс, зниження артеріального тиску . Під час важкого шоку - блювання, спрага, попелястий колір обличчя, посиніння губ, мочок вух, кінчиків пальців. Інколи може спостерігатись мимовільне сечовиділення.

Допомога. Запобіганням розвитку шоку є своєчасна і ефективна допомога, яка надається при будь-якому пораненні. Якщо шок посилюється, потрібно надати допомогу, яка відповідає виду поранення (наприклад, зупинити кровотечу, іммобілізувати переломи, тощо). Потім потерпілого треба закутати у ковдру, покласти в горизонтальне положення з дещо опущеною головою. У разі спраги, коли немає пошкоджень внутрішніх органів, дають пити воду. Заходами, що перешкоджають виникненню шоку є: тиша, тепло (але не перегрівання), зменшення болю, пиття рідини.

Непритомність. Причини – раптова недостатність кровонаповнення мозку гід впливом - емоційного збудження, страху, болю, нестачі свіжого повітря, тощо. Ці фактори сприяють рефлекторному розширенню м'язових судин, внаслідок чого знекровлюється мозок. Ознаки - настання раптової непритомності, але інколи перед нею буває блідність, блювання, слабкість, позіхання, посилене потовиділення. У цей період пульс прискорюється, артеріальний тиск знижується. Під час непритомності пульс уповільнюється до 40. .50 ударів на хвилину.

Допомога. Непритомного треба покласти на спину, трохи підняти (на 15..20 см) нижні кінцівки для поліпшення кровообігу мозку. Потім вивільнити шию і груди від одягу, який їх здавлює, поплескати по щоках, полити обличчя, груди холодною водою, дати понюхати нашатирний спирт. Якщо потерпілий починає дихати з хропінням або дихання немає треба передбачити западання язика. У крайньому разі вживаються заходи для оживлення.

Струс мозку. Причини - травматичне пошкодження тканин і діяльності мозку внаслідок падіння на голову, ударів і забиття голови. При цьому можуть виникати дрібні крововиливи і набряк мозкової тканини. Ознаки - моментальна втрата свідомості, яка може

бути короткочасною або тривати кілька годин. Можуть спостерігатися порушення дихання, пульсу, нудота, блювання.

Допомога. Для запобігання удушенню потерпілого у несвідомому стані від западання язика або блювотних мас його кладуть на бік або на спину, при цьому голова має бути повернута вбік. На голову кладуть охолоджувальні компреси, за відсутності або порушенні дихання проводять штучне оживлення. Потерпілого ні в якому разі не можна, намагатися напоїти! За першої можливості потерпілого треба негайно транспортувати до лікувального закладу у супроводі особи, яка вміє надавати допомогу для оживлення.

Кровотечі. Причини - пошкодження цілісності кровоносних судин внаслідок механічного або патологічного порушення. Ознаки – артеріальна кровотеча, що характеризується яскраво-червоним кольором крові, кров б'є фонтанчиком; під час капілярної кровотечі вона виділяється краплями, венозна кров має темно-червоне забарвлення.

Допомога. Артеріальну кровотечу зупиняють за допомогою стискувальної пов'язки. Під час кровотечі з великої артерії для зупинення припливу крові до ділянки рани придавлюють артерію пальцем вище місця поранення, а потім накладають стискувальну пов'язку. Під час кровотечі із стегнової артерії накладають джгут вище місця кровотечі. Під джгут підкладають шар марлі, щоб не пошкодити шкіру і нерви і вставляють записку із зазначенням часу його накладення. Тривалість використання джгута обмежується двома годинами, у противному разі змертвіє кінцівка. Якщо протягом цього періоду немає можливості забезпечити додаткову допомогу, то через 1,5..2,0 години джгут на кілька хвилин відпускають (до почервоніння шкіри), кровотечу при цьому зменшують іншими способами (наприклад стискувальним тампоном), а потім знову затягують джгут.

При кровотечі з головної шийної (сонної) артерії рану по можливості здавлюють пальцем, після чого набивають великою кількістю марлі, тобто роблять тампонування.

Капілярна кровотеча добре зупиняється стискувальною пов'язкою, після чого шкіру навколо рани обробляють розчином йоду, спирту, горілки, одеколону. Якщо з рани виступає сторонній предмет, у місці

локалізації його треба зробити у пов'язці отвір, інакше цей предмет може ще глибше проникнути всередину і викликати ускладнення. Венозну кровотечу зупинити значно легше, ніж артеріальну. Часто досить підняти кінцівку, максимально зігнути її у суглобі, накласти стискувальну пов'язку.

Якщо потерпілий відкашлюється яскраво-червоною спіненою кров'ю кровотеча в легенях. При цьому дихання утруднене. Хворого кладуть у напівлежаче положення, під спину підкладають валик, на груди кладуть холодний компрес. Забороняється говорити і рухатись, потрібна госпіталізація.

Кровотеча з травного тракту характеризується блюванням темно-червоною кров'ю, що зіслася. Положення потерпілому забезпечується те саме, що й під час кровотечі з легень, але ноги згинаються в колінах. При звичайній втраті крові може розвинути гостре некрофія, виникнути шок. Перш за все треба зупинити кровотечу, по можливості напоїти чаєм. Потім тілу потерпілого надають такого положення, в якому голова для нормального її кровозабезпечення, повинна бути дещо нижче тулуба.

2.2 Термічні впливи

Переохолодження. Розвивається внаслідок порушення процесів терморегуляції під час дії на організм холодового фактора і розладу функцій життєво важливих систем організму, який настає при цьому. Спричиняється втомою, малорухливістю. Ознаки - на початковому етапі потерпілого морозить, прискорюється дихання і пульс, підвищується артеріальний тиск, потім настає переохолодження, рідшає пульс, дихання, знижується температура тіла. Після припинення дихання серце може ще на деякий час (від 5 до 45 хвилин) скорочуватися. При зниженні температури тіла до 34...32 °С затьмарюється свідомість, припиняється довільне дихання, мова стає неусвідомленою.

Допомога. За легкого ступеня переохолодження тіло розігрівають розтиранням, дають випити кілька склянок теплої рідини.

За середнього і важкого ступеня енергійно розтирають тіло вовняною тканиною до почервоніння шкіри, дають багато гарячого пиття, молоко з цукром, 100... 150 г 40% - ного спирту - ректифікату.

Якщо потерпілий слабо дихає, треба розпочати штучне дихання. Після зігрівання потерпілого і відновлення життєвих функцій створюють спокій, закутують у теплий одяг.

Відмороження. Виникає тільки за тривалої дії холоду, внаслідок дотикання тіла до холодного металу на морозі, із зрідженим і стисненим повітрям або сухою вуглекислотою, за підвищеної вологості і сильного вітру при не дуже низькій температурі повітря (навіть близько 0° С). Сприяє відмороженню загальне ослаблення організму, внаслідок голодування, втоми або захворювання. Найчастіше відморожуються пальці ніг і рук, а також ніс, вуха, щоки.

Розрізняють чотири ступені відмороження тканин: I - почервоніння і набряк; II - утворення пухирів; III - змертвіння шкіри; IV - змертвіння частини тіла.

Допомога. Розтирання і зігрівання на місці події. Бажано помістити потерпілого біля джерела тепла (наприклад джерела вогнища) і тут продовжувати розпирання. Краще розтирати відморожену частину спиртом, одеколоном, горілкою, а якщо їх немає, то м'якою рукавицею, хутровим коміром. Не можна розтирати снігом. Після порожевіння відморожене місце витирають досуха, змочують спиртом, горілкою або одеколоном і утеплюють ватою або тканиною. Одяг і взуття із відморожених частин тіла треба знімати дуже акуратно, якщо ж не зробити не вдається, треба розпороти ножом ту частину одягу або взуття, які утруднюють доступ до ушкоджених ділянок тіла.

Перегрівання. Настає внаслідок тривалого перебування на сонці без захисного одягу, при фізичному навантаженні у нерухомому вологому повітрі. Легкий ступінь — загальна слабкість, нездужання, запаморочення, нудота, підвищена спрага, шкіра обличчя червона, вкрита потом, пульс і дихання прискорюються, температура тіла 37,5.. .38,9 С. Середній ступінь (температура тіла 39,0.. .40,0 С) — сильний головний біль, різка м'язова слабкість, миготіння в очах, шум у вухах, біль у ділянці серця, виражене почервоніння шкіри; сильне потовиділення, посиніння губ, прискорення пульсу до 120... 130 уд./хв., часте і поверхове дихання. Тяжкі ступені перегрівання тіла кваліфікуються по-різному: якщо температура повітря висока і його вологість підвищена, мова йде про тепловий удар, якщо довго

діяли сонячні промені - про сонячний удар. При цьому температура тіла піднімається вище 40 С, непритомність і втрата свідомості, шкіра потерпілого стає сухою, у нього починаються судоми, порушується серцева діяльність, може спостерігатися мимовільне сечовиділення, припиняється дихання.

Допомога. Треба покласти потерпілого в тінь або в прохолодне місце, обміни його, облити прохолодною водою. На голову, шию, ділянку ший покласти холодний компрес, дати прохолодне пиття, піднести до носа ватку, змочену нашатирним спиртом. Якщо різко порушується серцева діяльність, зупиняється дихання, треба налагодити штучне дихання.

Термічні опіки. Виникають внаслідок дії високої температури (полум'я, попадання на шкіру гарячої рідини, розжарених предметів, тощо) Ознаки залежно від тяжкості розрізняють чотири ступені опіку: I - почервоніння шкіри і її набряк, II - пухирі, наповнені жовтуватою рідиною; III - утворення некрозу шкіри (струпів); IV - обуглювання тканин. При великих опіках виникає шок!

Допомога. Потрібно швидко вивести або винести потерпілого із вогню, негайно зняти одяг, що зайнявся, або накинути щось на потерпілого (покривало, мішок, тканину) тобто припинити до вогню доступ повітря. Полум'я на одязі можна гасити водою, засипати піском, гасити своїм тілом (якщо качатися по землі).

При опіках I ступеня треба промити уражені ділянки шкіри антисептичними засобами, потім обробити спиртом-ректифікатом. До обпечених ділянок не можна торкатися руками, не можна проколювати пухирі і відривати прилиплі до місць опіку шматки одягу, не можна накладати мазі, порошки. Обпечену поверхню накривають чистою марлею. Якщо потерпілого морозить треба зігріти його: укріпи, дати багато пиття. При сильних болях можна дати 100... 150 мл вина або горілки. При втраті свідомості у результаті отруєння чадним газом треба дати понюхати нашатирний спирт. У разі зупинення дихання треба зробити штучне дихання.

2.3 Особливі види травм

Хімічні опіки. Виникають внаслідок дії на дихальні шляхи, шкіру і слизовій оболонки концентрованих неорганічних та органічних

кислот, лугів, фосфору та інших речовин. При загоранні або вибухах хімічних речовин утворюються термохімічні опіки. Ознаки - за глибиною ураження тканин хімічні опіки поділяються на чотири ступені: I - чітко виражене почервоніння шкіри, легкий набряк, що супроводжується болем і почуттям печії; II- великий набряк, утворення пухирів різного розміру і форми; III - потемніння тканин або побіління через декілька хвилин, годин шкіра припухає, виникають різкі болі; IV - глибоке омертвіння не лише шкіри, а підшкірної жирової клітковини, м'язів, зв'язкового апарату суглобів.

Опіки кислотами дуже глибокі, на місці опіку утворюється сухий струп. Внаслідок опіку лугами тканини вологі, тому ці опіки переносяться важче ніж опіки кислотами.

Допомога. Якщо одяг потерпілого просочився хімічною речовиною, його треба швидко зняти, розрізати чи розірвані на місці події. Потім механічно видалити речовини, що потрапили на шкіру, енергійно змити їх струменем води протягом не менш як 10... 15 хв., поки не зникне специфічний запах. При попаданні хімічної речовини у дихальні шляхи потрібно прополоскати горло водним 3%-ним розчином борної кислоти, цим же розчином промити очі. Не можна змивати хімічні сполуки, які займаються або вибухають при зіткненні з вологою. Якщо невідомо яка хімічна речовина викликала опіки, треба накласти чисту суху пов'язку, після чого треба спробувати зменшити або зняти біль.

Ураження електричним струмом. Причина - робота з технічними електричними засобами, пряме дотикання до провідника або джерела струму і непряме - за індукцією. Змінний струм уже під напругою 220 В викликає дуже тяжке ураження організму, яке посилюється при мокрих взутті і руках. Електричний струм викликає зміни в нервовій системі, її подразнення, параліч, спазми м'язів, опіки. Може статися судомний спазм діафрагми - головного дихального м'яза і серця. Внаслідок чого зупиняється серце і дихання.

Допомога. Треба негайно відірвати потерпілого від провідника або джерела електричного струму, додержуюсь обережності. За відсутності свідомості, дихання, пульсу потрібно терміново розпочати оживлення (штучне дихання, прямий масаж серця) до

повного відновлення функцій життєдіяльності, напоїти великою кількістю води, чаєм, потім створити тепло.

Ураження блискавкою. Ознаки, подібні до ознак ураження електричним струмом і явищ електроопіку.

Допомога. Дії, аналогічні діям ураженні еклетичним струмом. Закопувати потерпілого в землю не можна: грудна клітина, здавлена землею, не може розширюватися, навіть коли з'являється самостійне дихання.

Тривале здавлювання тканин. Причини – падіння ваги під час обвалів, придавлювання в інших ситуаціях. Через кілька годин після здавлювання тканин розвиваються тяжкі загальні порушення; подібні до шоку, сильний набряк здавленої кінцівки. Різко зменшується виділення сечі, вона стає бурою. З'являються блювання, марення, пожовтіння, потерпілий непритомніє і навіть може померти

Допомога. Намагатися вивільнити потерпілого від здавлювання, обкласти ураження місце льодом, холодними пов'язками, на кінцівку накласти шинну пов'язку, не туго бинтуючи ушкоджені ділянки тіла.

Утоплення. При справжньому (мокрому) утопленні рідина обов'язково потрапляє в легені (75.. 90% всіх утоплень). При рефлекторному зниженні голосової щілини (сухе утоплення) вода не потрапляє в легені і людина гине від механічної асфікції (5...20% утоплень). Зустрічається утоплення від первинного зупинення серця і дихання внаслідок травми, температурного шоку, тощо. Утоплення може настати внаслідок тривалого пірнання, коли кількість кисню в організмі зменшується до рівня, що не відповідає потребам мозку. Ознаки - у разі мокрого утоплення, коли потерпілого рятують зразу після занурення під воду, у початковий період після його підняття на поверхню відмічається загальмований або збуджений стан, шкірні покриви і поверхневі слизові губ блідні, дихання супроводжується кашлем, пульс прискорений, потерпілого морозить. Верхня частина живота здута, нерідко буває блювання шлунковим вмістом, з проковтнутою водою. Ці ознаки можуть швидко зникнути, але інколи слабкість, біль у грудях та кашель зберігаються протягом кількох днів. Якщо тривалість остаточного занурення потерпілого під воду становила не більше кількох хвилин і після витягнення з води він був непритомний, шкірні покриви синюваті, з рота і носа витікає пінна

рідина, рожевого забарвлення, зіниці слабо реагують на світло, щелепи міцно стиснуті, дихання уривчасте або відсутнє, пульс слабкий, неритмічний, стан організму характеризується як атональний.

Коли після остаточного занурення потерпілого під воду минуло 2...4 хв., самостійне дихання і серцева діяльність, як правило, відсутні, зіниці розширені і не реагують на світло, шкірні покриви синюшні. Всі ці ознаки свідчать про настання клінічної смерті.

При сухому утопленні посиніння шкіри виражене менше, в агональному періоді відсутнє витікання пінистої рідини з рота, тривалість клінічної смерті становить 4...6 хв.

Утоплення, що розвинулося внаслідок первинного зупинення серця і серцевої діяльності, характеризується різкою блідістю шкіри відсутністю рідини в порожнині рота і носа, зупинкою дихання і серця, розширенням зіниць. У таких утоплеників клінічна смерть може тривати до 10... 12 хв.

Допомога. Рятувати утопленика треба швидко, бо смерть настає через 4...6 хв., після настання утоплення. Підпливши до потерпілого ззаду треба взяти його під півхи так, щоб голова була над водою, повернута обличчям догори, і пливати з ним до берега.

Потім якнайшвидше треба очистити порожнину рота і глотки утопленого від слизу, мулу та піску, швидко видалити воду з дихальних шляхів - перевернути потерпілого на живіт, перегнути через коліно, щоб голова звисала вниз і кілька разів надавити на спину. Після цього потерпілого перевертають обличчям догори і починають оживляти. Коли утопленик врятований у початковому періоді утоплення, треба перш за все вжити заходів щодо усунення емоційного стресу: зняти мокрий одяг, досуха обтерти тіло, заспокоїти. Якщо потерпілий без свідомості при досить спонтанному диханні, його кладуть горизонтально, піднімають ноги на 40..50 градусів, дають подихати нашатирним спиртом. Одночасно потерпілого зігрівають, роблять масаж грудної клітини, розтирають ноги і руки.

2.4 Отруєння

Отруєння загального характеру. Причина - вживання несвіжих або заражених хвороботворними бактеріями продуктів. Захворювання, як правило, починається через 1...2 год. Після вживання заражених продуктів, інколи через 20...26 год. Ознаки - загальне нездужання, нудота, блювання (неодноразове), переймистий біль у животі, часте рідке випорожнення, блідність, підвищення температури до 38. ..40 С, частий слабкий пульс, судоми. Блювання і пронос зневоднюють організм, сприяють втраті солей.

Допомога. Потерпілому кілька разів промивають шлунок (примущують випити 1,5...2,0 л води, а потім викликають блювання подразненням кореня язика) до появи частих промітних вод. Потім дають чай, каву, але не їжу. Потрібно постійно стежити за потерпілим для запобігання зупиненню дихання та кровообігу.

Отруєння лугами. Причини - попадання лужних сполук калію і натрію у дихальні шляхи. Ознаки - неприємний лужний присмак у роті, кашель, різка печія слизових оболонок очей і гортані, біль за грудниною, розширення зіниць, різка слабкість, загальні судоми.

Допомога. Забезпечити потерпілому приплив свіжого повітря, вивільнити його від одягу, який утруднює дихання, дати понюхати нашатирний спирт. У разі припинення дихання треба робити штучне дихання.

Отруєння окисом вуглецю. Причини - вдихання чадного газу, продуктів горіння, диму, внаслідок чого в крові блокується зв'язок гемоглобіну з киснем і обмежуються умови для його перенесення кров'ю від легень до тканин. Ознаки - шкіра яскраво-рожева, запаморочення, шум у вухах, загальна слабкість, нудота, блювання, слабкий пульс, непритомність (при легкому отруєнні), нерухомість, судоми, порушення зору, дихання, роботи серця, втрата свідомості протягом годинні навіть діб (при тяжкому отруєнні).

Допомога. Аналогічна тій, що надається при отруєнні лугами.

2.5 Захворювання, пов'язані із зміною барометричного тиску

Гіпоксія (кисневе голодування). Головною причиною виникнення розладів діяльності організму є зниження напруги кисню у крові - гіпоксія. Виникає у всіх випадках, коли є зниження парціального тиску кисню у дихальному середовищі, а також під час

запалення легень, інших порушень легеневої тканини, редукції гемоглобіну внаслідок отруєння чадним газом. Гостра гіпоксія не може виникнути внаслідок тривалої затримки дихання під час пірнання, внаслідок інтенсивного фізичного навантаження. Ознаки - проявляються залежно від швидкості падіння парціального тиску кисню у дихальній суміші. Розрізняють чотири стадії: I — збільшення легеневої вентиляції, прискорення пульсу, легке запаморочення, підвищення артеріального тиску; II - послаблення мислення, дихання і пульс часті, стук у скронях, запаморочення. Інколи настає періодичне дихання (Чейн - Стокса); III - посиніння шкіряних покривів, сплутаність мислення, нудота, блювання, клінічні судоми, знепритомлення; IV - знепритомлення, можливе зупинення дихання, після цього ще деякий час серце продовжує скорочуватись. Відсутність чітких ознак кисневого голодування робить його особливо небезпечним.

Допомога. Максимально швидко забезпечують умови для нормального дихання атмосферним повітрям, по можливості дають вдихати чистий кисень. Якщо гіпоксія супроводжується знепритомленням і зупиненням дихання, роблять штучне дихання, непрямий масаж серця. Після успішного здійснення реанімаційних заходів створюють спокій, зігрівають потерпілого.

Отже описані причини, ознаки і дії щодо надання першої допомоги потерпілим в умовах боротьби за виживання, сподіваємось відіграють свою позитивну роль у складних та екстремальних ситуаціях виробничої сфери та у побуті. Але треба завжди пам'ятати, що важливо точно визначити симптоми, прийняти рішення щодо дії, і не втрачаючи часу, починати надавати допомогу, чітко додержуючись основних принципів: правильність і доцільність, швидкість, продуманість, рішучість і спокій.

3. Апарат штучного дихання ручний портативний.

Модель 120

Апарат (рис. 23) призначений для поновлення відсутнього чи послабленого дихання потерпілого ритмічним вдуванням у легені через маску атмосферного повітря, чи повітря збагаченого тиском. Вдування максимального повітря за один цикл не менше 1,5 л.

Опір видиху при постійному потоці газу 25 л/хв., - не більше 10 мм.рт. ст., (98,7 Па). Маса апарата 2,5 кг.

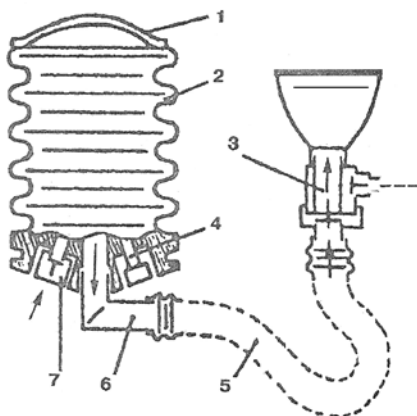


Рис.23 Апарат для штучного дихання

1- ручка; 2 - гофрирований міх; 3 - нереверсивний клапан; 4 - запобіжний клапан тиску; 5 - гофрирований шланг; 6 - кутник; 7 - клапан забору повітря.

Апарат складається із гумового гофрированого міха 2, нереверсивного клапана 3, запобіжного клапана тиску 4, клапана забору повітря із атмосфери 7, клапана подачі в міх кисню і комплекту елементів для підключення апарата для потерпілого (пацієнта). Гумовий гофрований міх закріплений між верхньою та нижньою кришками апарата.

В центрі нижньої кришки апарата - конусна втулка, в яку безпосередньо чи за допомогою кутника 6 і гофрованого шланга 5 встановлюється нереверсивний клапан. Штучне дихання здійснюється, стягненням і розтягненням міха. Міх розтягується ручкою 1, закріпленою на верхній кришці апарата. Під час стиснення повітря надходить у нереверсивний клапан і далі - в легені потерпілого.

У комплект апарата для штучного дихання входить набір дихальних трубок, що дозволяє проводити штучне дихання способом «з рота в рот» і «з рота в ніс».

Підготовка апарата до роботи і порядок роботи

До початок штучної вентиляції легенів потрібно розкрити рот потерпілого, швидко оглянути його, перевірити пальцями порожнину рота, глотку і вхід у гортань. Потім підібрати відповідний повітропровід, ввести його в рот і зафіксувати липким пластиром чи бинтом.

До апарата приєднати маску потрібного розміру і щільно притиснути її до обличчя потерпілого. Для герметичності шкіру в місці накладання маски попередню змастити вазеліном. Той, хто подає, допомогу, одну руку кладе на верхню кришку дихального апарата, а другою фіксує маску на обличчі потерпілого. Частота вдихання для дорослих 15... 18, для дітей від 2 до 10 років - 20.. 30 раз на 1 хв.

4. Зміст звіту

У звіті мають бути відображені такі питання: мета роботи, коротший опис надання першої лікарської допомоги в різних екстремальних ситуаціях; умови використання апарата штучного дихання, його короткий опис і правила користування; дата і підпис студента.

5. Контрольні запитання

1. Які дві основні процедури входять до оживлення?
2. Як виконати штучне дихання?
3. Як зробити зовнішній масаж серця?
4. Яка допомога надається в стані шоку?
5. Яка допомога надається в стані непритомності?
6. Яка допомога надається в стані стресу мозку?
7. Яка допомога надається при втраті свідомості?
8. Яка допомога надається під час кровотечі?

9. Яка допомога надається в стані термічних впливів?
10. Яка допомога надається в стані хімічних опіків?
11. Яка допомога надається в стані ураження електричним струмом?
12. Яка допомога надається в стані отруєння?
13. Яка допомога надається в стані особливих видів травм?
14. Як влаштований і діє апарат штучного дихання?
15. Як підготувати до роботи апарат штучного дихання?
16. Як підгодовується апарат штучного дихання до потерпілого?

6. Література

1. В. Ц. Жидецкий, В. С. Джигирей, О.В.Мельников Основи охорони праці - Львів: Афіша, 2000 р.
2. В.Ц.Жидецкий, В.С.Джигирей Практикум з охорони праці - Львів: Афіша, 2000р.
3. М.П. Купчик, М.П. Гандзюк та ін. Охорона праці. Лабораторний практикум. К.: Основа, 1998р.
4. Буянов В.М. Первая медицинская помощь. - М.: Медицина, 1987.
5. Гетьман В. Перша долікарська допомога в екстремальних ситуаціях /Охорона праці. 1995 - №5.-с. 28-32.
6. Довідник нормативних документів у сфері охорони праці, пожежної безпеки, гігієни праці та соціального страхування від нещасних випадків, 2008. – 320 с.

Навчально-методичне видання

Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з курсу
«Охорона праці»

для студентів спеціальності

151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Укладачі: В.О. Зубенко
Р. В. Жесан
І. А. Березюк
Є. П. Босов

Тиражування: _____

Здано до набору _____. Підписано до друку _____. Формат 60х84 1/16. Папір газетний. Умов. друк. арк. 5,63. Тираж ____ прим. Зам № ____/_____.

©РВЛ ЦНТУ, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8.
Тел. (0522) 390-541, 559-245.